

سخنی در باب آموزش اخلاق در علوم ریاضی

علی دولتی*

پژوهشی و دانشگاه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. این مراکز عموماً با اقداماتی مانند تدوین دستورالعمل‌ها و کدهای اخلاقی مشخصی برای تمام مراحل پژوهش، ارائه برنامه‌های آموزشی برای آشنا نمودن اعضای خود با انواع تخلفات علمی، ایجاد سیستم‌های نظارتی و تنظیم برنامه‌های پاداش و جریمه، به ترویج فرهنگ اخلاق علمی و حفظ اعتبار علم و پژوهش کمک می‌کنند. مجلات و نشریات پژوهشی نیز از طریق تدوین رهنمودهای اخلاقی برای نویسندگان، فرایند داوری مقالات توسط هم‌تایان، صحت و کیفیت علمی مقالات را تضمین می‌کنند و از نشر مطالب غیرعلمی یا گمراه‌کننده جلوگیری می‌نمایند.

در رشته‌هایی نظیر پزشکی، مهندسی، روان‌شناسی، علوم انسانی و علوم اجتماعی، عموماً این باور وجود دارد که کار و تخصص آنها می‌تواند پیامدهای اخلاقی گسترده و فراگیری برای جامعه داشته باشد و این پیامدها بایستی مورد توجه و ارزیابی قرار گیرند. برای نمونه، می‌توان به وجود سازمان‌ها و نهادهای تخصصی گوناگونی مانند نظام مهندسی و نظام پزشکی و انجمن‌های مختلف در این رشته‌ها اشاره کرد که با تدوین شیوه‌نامه‌ها و دستورالعمل‌هایی به‌طور جدی بر اهمیت مسئولیت اجتماعی و ملاحظات اخلاقی متخصصان در زمینه‌های کاری خود تاکید می‌ورزند و آن را جزو لاینفک استانداردهای حرفه‌ای خود می‌دانند. این موضوع نشان دهنده آن است که در این رشته‌ها، توجه به پیامدهای اخلاقی کارها، بخش مهمی از هویت حرفه‌ای محسوب می‌شود [۳۰-۲۶].

در دنیای امروز، ریاضیات نیز دیگر صرفاً یک رشته نظری نیست، بلکه ابزاری قدرتمند برای تحلیل، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری در حوزه‌های گوناگون به‌شمار می‌رود. این دگرگونی در نقش ریاضیات، لزوم توجه به ملاحظات اخلاقی در این حوزه را بیش از پیش ضروری ساخته است. واقعیت این است که درصد قابل‌توجهی از فارغ‌التحصیلان رشته ریاضی، جذب صناعی می‌شوند که به‌طور مستقیم بر زندگی مردم و عملکرد سازمان‌ها تأثیر می‌گذارند. این صنایع شامل حوزه‌هایی مانند مهندسی، که در طراحی و ساخت زیرساخت‌ها و فناوری‌ها نقش دارد؛ بیوتکنولوژی، که در توسعه داروها و درمان‌های جدید فعالیت می‌کند؛ امور مالی، که با مدیریت سرمایه

اهمیت ملاحظات اخلاقی در یک رشته علمی یا حوزه تخصصی زمانی برجسته می‌شود که نتایج آن تأثیرات گسترده و قابل‌توجهی بر جهان پیرامون خود داشته باشد. اخلاق در ریاضیات از دو بعد «آموزش» و «کاربرد» قابل مطالعه است. در بعد آموزش، پرسش - هایی در مورد پیامدهای اخلاقی آموزش اجباری ریاضیات برای همه، مانند موضوع اضطراب ریاضی و آسیب‌های روانی فراگیران، مطرح می‌شود. فراتر از کلاس درس، کاربرد ریاضیات در جامعه نیز بار اخلاقی قابل‌توجهی دارد. به‌عنوان مثال، پیش‌بینی‌های یک مدل ریاضی می‌تواند به گروه‌هایی از جامعه آسیب وارد کند. این نوشتار به موضوع اخلاق در کاربرد ریاضیات و ضرورت آموزش اصول اخلاقی می‌پردازد. پیشنهادهایی نیز برای گنجاندن آموزش ملاحظات اخلاقی در برنامه درسی علوم ریاضی ارائه می‌کند.

گفتار نخست

اخلاق به‌طور کلی به اصول و قواعدی اطلاق می‌شود که رفتار انسان‌ها را در ارتباط با یکدیگر و در جامعه تنظیم می‌کند. این اصول بیشتر بر پایه مفاهیمی همچون خوبی، درستی، عدالت، صداقت، مسئولیت‌پذیری و احترام به حقوق دیگران بنا شده‌اند. اخلاق را می‌توان از جنبه‌های مختلف تقسیم‌بندی نمود: اخلاق فردی (ویژگی‌ها و رفتارهای فردی مانند صداقت، وفاداری، شجاعت، تواضع و مراقبت از خود)؛ اخلاق اجتماعی (رعایت اصولی مانند احترام به حقوق دیگران، انصاف، عدالت، همکاری و همدلی)؛ اخلاق دینی (رعایت اصول و قواعدی که در متون مذهبی و دینی برای هدایت رفتارهای فردی و اجتماعی انسان‌ها تنظیم شده‌اند)؛ اخلاق علمی^۱ (رعایت اصول و قواعدی مانند حفظ حریم خصوصی افراد، صداقت و شفافیت در گزارش نتایج، احترام به محیط زیست، احترام به حقوق انسان‌ها و حیوانات، پاسخگویی و مسئولیت‌پذیری در انجام تحقیقات علمی)؛ اخلاق حرفه‌ای^۲ (رعایت اصولی مانند داشتن تخصص و صلاحیت انجام کار، امانتداری، مسئولیت‌پذیری و قانونمداری و حفظ استانداردهای حرفه‌ای).

رعایت و ترویج اصول اخلاقی در انتشار مطالب علمی، در مراکز

^۱ Scientific ethics ^۲ Professional ethics

بنابراین، آگاهی اخلاقی نه تنها یک مزیت، بلکه یک ضرورت اساسی برای همه افرادی است که کار ریاضی می کنند تا بتوانند با در نظر گرفتن ارزش های انسانی و اصول اخلاقی، از قدرت ریاضیات به نحو مسئولانه و سازنده استفاده کنند.

آموزش رسمی دانشجویان ریاضی به طور معمول شامل بحث و بررسی پیامدهای قانونی، اخلاقی و اجتماعی بالقوه ای که ممکن است در اثر فعالیت های حرفه ای آنها به وجود آید، نمی شود. این فقدان آموزش های مرتبط با این حوزه، به ویژه زمانی که با سطح آموزش های اخلاقی در سایر رشته ها مانند پزشکی و مهندسی مقایسه می شود، بیشتر به چشم می آید و نمود بیشتری پیدا می کند.

اخلاق در ریاضیات^۳ موضوعی پیچیده و چندوجهی است که دیدگاه های مختلفی در میان انجمن های ریاضی در سراسر جهان در مورد آن وجود دارد. بررسی این دیدگاه ها می تواند بسیار آموزنده باشد و نشان دهد که چگونه این انجمن ها به مسائل اخلاقی مرتبط با این حوزه می نگرند. انجمن ریاضی آمریکا^۴ در دستورالعمل های اخلاقی خود، عمدتاً بر مسائل اخلاقی ناشی از فعالیت های دانشگاهی در حوزه ریاضی، از جمله انجام پژوهش های ریاضی، فرآیند انتشار نتایج آنها، و همچنین موضوع تبعیض در محیط های آکادمیک، تمرکز کرده است [۹]. انجمن ریاضی اروپا^۵ نیز رویکردی مشابه با انجمن ریاضی آمریکا اتخاذ کرده است. تمرکز این انجمن نیز بر مسائل اخلاقی مرتبط با فعالیت های علمی و پژوهشی در حوزه ریاضیات است [۱۰]. این موضوع نشان می دهد که هر دو انجمن، مسائل اخلاقی مربوط به فعالیت های آکادمیک را به عنوان مسائل اصلی در اخلاق ریاضی در نظر می گیرند. در مقابل، انجمن ریاضیات صنعتی و کاربردی^۶ رویکردی متفاوت را در پیش گرفته است. این انجمن بیانیه ای [۱۱] فراگیر در مورد تبعیض دارد که نشان دهنده تعهد آن به برابری و عدم تبعیض است. با این حال، فاقد یک بیانیه اخلاقی جامع و گسترده است که به طور خاص به مسائل اخلاقی در ریاضیات بپردازد. این فقدان بیانیه اخلاقی جامع می تواند به این معنا باشد که مسائل اخلاقی در ریاضیات را به طور ضمنی در نظر می گیرد، اما آن ها را به طور جداگانه مورد بررسی و تبیین قرار نمی دهد. انجمن آمار آمریکا^۷ به منظور ترویج اخلاق در انجام کارهای آماری مانند جمع آوری، پردازش، تحلیل داده ها و تفسیر نتایج و ارائه مدل ها یا الگوریتمها، دستورالعمل حرفه ای جامعی [۱۲] ارائه نموده است. انجمن اکچواری (بیمه سنجی) آمریکا^۸ نیز آیین نامه رفتار حرفه ای [۱۳] خود را برای

و تخصیص منابع سروکار دارد؛ فناوری اطلاعات، که در ایجاد و گسترش سیستم های ارتباطی و اطلاعاتی نقش دارد؛ علم داده، که به استخراج دانش از داده ها و ارائه بینش های ارزشمند می پردازد؛ و سیاست گذاری عمومی، که به تدوین و اجرای قوانین و سیاست ها می پردازد. امروزه ریاضی دانان نمی توانند ادعا کنند که «فقط کار ریاضی انجام می دهند» و «پیامدهای آن را به متخصصان اخلاق واگذار می کنند». اکنون آشکار شده است که می توان عملاً از تمام شاخه های ریاضیات هم به نفع و هم ضرر استفاده کرد. ریاضیات مدرن مانند یک شمشیر دو لبه است و مدل های ریاضی می توانند نقش سلاح های مخرب را نیز بازی کنند [۸].

برخی از انجمن های ریاضی درباره سیاست ها و مسائل اخلاقی و نگرانی های خاصی که پژوهشگران حوزه ریاضی در طول انتشار نتایج علمی با آن مواجه می شوند، دستورالعمل هایی تدوین و منتشر کرده اند [۹-۱۴]. این دستورالعمل ها، عموماً شامل مواردی مانند سرقت ادبی و اخلاقیات مربوط به ارسال مقالات به نشریات علمی است. اما جدای از این موارد، اخیراً مسائل اخلاقی و رفتاری جدیدی که ویژه حوزه های ریاضی هستند و پیچیده تر از تصمیمات مربوط به اخلاقیات علمی می شوند نیز مورد توجه قرار گرفته اند [۷-۱].

دنیای آینده بشر، دنیای الگوریتم هاست. دنیایی که در آن تصمیمات اثرگذار بر زندگی انسان ها و محیط زیست، کم کم به مدل های ریاضی واگذار خواهد شد. این تصمیم ها و انتخاب ها در آینده ای نه چندان دور، به ساده ترین مسائل زندگی نظیر انتخاب مدرسه فرزند و گرفتن وام خرید مسکن نیز خواهد رسید. از نظر تئوری شاید این گونه به نظر برسد که این امر منجر به انصاف و عدل بیشتری در جهان می شود، چون تمام افراد با قوانین مشابه و یکسان قضاوت می شوند و بنابراین تبعیض از بین خواهد رفت. اما کتی اونیل نویسنده کتاب «ریاضیات: سلاحی برای تخریب» نظر دیگری دارد. او به عنوان یک ریاضی دان زنگ هشدار مدل های ریاضی را به صدا درمی آورد که بر زندگی مدرن سایه انداخته و تهدیدی برای جدایی انسان ها از یک زندگی اصیل اجتماعی به شمار می روند (از مرجع [۸]).

با توجه به اینکه بیشتر دانش آموختگان ریاضی، چه محض و چه کاربردی، در نهایت در نقش هایی کار می کنند و از مهارت های ریاضی خود به گونه ای استفاده می کنند که می تواند پیامدهای اخلاقی گسترده ای داشته باشد، آگاهی از مسائل اخلاق حرفه ای و مسئولیت پذیری در قبال پیامدهای کار خود، از اهمیت بسزایی برخوردار است.

³Ethics in mathematics ⁴American Mathematical Society (AMS) ⁵European Mathematical Society (EMS) ⁶Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM) ⁷American Statistical Association (ASA) ⁸American Academy of Actuaries

چهار سطح مشارکت اخلاقی ریاضی دانان^{۱۰}

ریاضیات خوب چیست؟ یک ابهام اساسی در دل این پرسش وجود دارد. «خیر اخلاقی» و «حسن معرفتی» دو دیدگاه هستند که در پاسخ به این پرسش، می‌توان به آنها توجه کرد. از منظر اخلاقی، ریاضیات محض خوب، ریاضیاتی است که برای نوع بشر مفید باشد و به شکوفایی انسان کمک کند. ریاضیاتی که از طریق اثبات‌ها به وضوح بیان و به خوبی توجیه می‌شود، و با استانداردهای معرفتی جامعه ریاضی نیز مطابقت دارد. در مورد ریاضیات کاربردی، کاربردهای خوب از نظر اخلاقی، آنهایی هستند که برای نوع بشر مفید هستند، ضرر کمی دارند یا هیچ ضرری ندارند. از نظر معرفتی، کاربردهای خوب، مدل‌هایی هستند که به درستی و دقیق فرموله شده‌اند، با دقت پیش‌بینی می‌کنند و توضیح خوبی برای حوزه‌های هدف خود ارائه می‌دهند [۶].

قبل از تمرکز بر موضوع اخلاق در ریاضیات، بایستی توضیح داده شود که در ادامه بحث، چه کسی را به‌عنوان «ریاضی‌دان» در نظر می‌گیریم. در یک تعریف محدود، آن دسته از ریاضی‌دانان محض و کاربردی (از جمله آماردانان) مد نظر هستند که در تحقیقات ریاضی (از نوعی که در مجلات پژوهشی ریاضی منتشر می‌شود) شرکت می‌کنند. چنین افرادی را می‌توان به همان اندازه «ریاضی‌دانان پژوهشی» نامید. معمولاً ریاضی‌دانان پژوهشی علاوه بر اثبات قضایای جدید و انتشار مقالات علمی، فعالیت‌های اضافی مانند تدریس، داوری و ویرایش مقالات مجلات، نوشتن کتاب، کار اجرایی در دانشگاه و شرکت در مجامع علمی را نیز انجام می‌دهند. تعریف گسترده‌تری از ریاضی‌دان، شامل محققان در هر حوزه علمی، پزشکی یا فناوری می‌شود که در آن از مفاهیم و روش‌های ریاضی سطح بالایی استفاده می‌کنند، از جمله متخصصان علوم کامپیوتر، فیزیک‌دانان نظری، تحلیل‌گران مالی، معلمان متخصص ریاضی و محققان آموزش ریاضی. همان‌طور که یک معلم موسیقی را نوازنده می‌نامند، می‌توان یک کاربر متخصص ریاضیات را ریاضی‌دان نامید. درست مانند «انجام موسیقی»، مفهوم گسترده‌تر «کار ریاضی» را نیز شامل تمام فعالیت‌هایی دانست که با استفاده از مفاهیم و روش‌های ریاضی سطح بالا انجام می‌شوند [۶].

بسیاری از بحث‌های نخستین در مورد اخلاق در ریاضیات به این سؤال می‌پردازند که آیا اخلاق در ریاضیات مطرح است؟ ریاضی‌دان اخلاق‌مدار به چه فردی گفته می‌شود؟ [۶]. آیا دارا بودن

متخصصان این حوزه تدوین نموده است. نبود شیوه‌نامه‌های اخلاق حرفه‌ای در انجمن‌های ریاضی به‌خاطر وجود این باور دیرینه و سنتی در جامعه ریاضی است که دانش ریاضی را به عنوان یک علم محض و انتزاعی، بی‌نیاز از توجه به ملاحظات اخلاق حرفه‌ای معمول در حوزه‌های پزشکی و مهندسی می‌داند. به این معنا که اصول و قواعد ریاضی، به‌خودی خود، مسائل اخلاقی را به‌وجود نمی‌آورند [۶].

با این حال، باید توجه داشت که کار حرفه‌ای مرتبط با ریاضیات همواره توسط افراد و در بستری اجتماعی انجام می‌شود و کسانی که آن را انجام می‌دهند به‌عنوان افراد انسانی، تحت تأثیر ارزش‌ها و هنجارهای اجتماعی قرار دارند و این می‌تواند بر نحوه استفاده از ریاضیات و تفسیر نتایج آن تأثیر بگذارد. بنابراین، اگرچه خود ریاضیات ممکن است عاری از ملاحظات اخلاقی باشد، اما نحوه انجام و استفاده از آن می‌تواند پیامدهای اخلاقی داشته باشد.

هرچند مقالات و کتاب‌های زیادی در مورد نقش اخلاق در ریاضیات نوشته شده است [۷-۱]، اما آموزش اخلاق حرفه‌ای در علوم ریاضی در مقایسه با رشته‌هایی مانند علوم کامپیوتر و مهندسی، نسبتاً توسعه نیافته است. کتاب «اخلاق و آموزش ریاضیات: خوب، بد و زشت» نوشته پاول ارنست [۵] که اخیراً منتشر شده، مرجع مناسبی برای علاقه‌مندان به موضوع اخلاق در ریاضیات است. در وب‌سایت دانشگاه کمبریج [۱۵] پروژه‌ای با عنوان اخلاق در ریاضی ایجاد شده است که در آن محتوای زیادی در ارتباط با این موضوع قابل دسترسی است. فیسلر و همکاران [۷] در سال ۲۰۲۰ به تحلیل محتوای بیش از صد عنوان درسی با محتوای آموزش اخلاق در رشته‌های مختلف پرداخته‌اند که در برخی از دانشگاه‌های دنیا تدریس می‌شود. این بررسی، طیف وسیعی از رویکردهای موجود در زمینه آموزش اخلاق در رشته‌های مختلف را در طول دهه‌ها نشان می‌دهد. این در حالی است که در بین دروس بررسی شده، در حوزه آموزش اخلاق در ریاضیات تعداد اندکی عنوان وجود دارد.

در ادامه این نوشتار، به مرور برخی کارهای انجام شده در ارتباط با اخلاق در ریاضیات و گنجاندن آموزش اخلاق حرفه‌ای در برنامه‌های درسی رشته ریاضی که می‌تواند تأثیر زیادی در شکل‌دهی به رفتار حرفه‌ای و علمی دانش‌آموختگان داشته باشد، می‌پردازیم. در بخش بعدی در مورد سطوح مشارکت اخلاقی ریاضی‌دانان و ضرورت پرداختن به آموزش اخلاق در ریاضیات بحث خواهد شد.

¹⁰Ethical Engagement

سطح، ریاضی‌دانان را برای ایفای نقش‌های کلیدی و اثرگذار در سطوح مدیریتی و تصمیم‌گیری آماده می‌سازد. ریاضی‌دانان در این سطح نیازمند کسب مهارت‌های خاصی هستند که برای تعامل موثر با سیاست‌گذاران، مدیران شرکت‌ها و سایر متخصصین غیر ریاضی ضروری است. این مهارت‌ها شامل مشارکت در مباحث سیاستی، تعیین و تبیین اهداف پروژه‌های ریاضی و همچنین ارائه شفاف محدودیت‌ها و ریسک‌های بالقوه مرتبط با آن‌ها می‌شود. با اینکه بسیاری از ریاضی‌دانان در مسیر پیشرفت شغلی خود در صنعت، به‌طور ناگهانی در موقعیت‌هایی قرار می‌گیرند که به این مهارت‌ها نیاز مبرم دارند، اما آموزش رسمی و مدونی در این زمینه برای ریاضی‌دانان کمتر دیده می‌شود.

- چهارمین و آخرین سطح مسئولیت ریاضی‌دانان، شناسایی و گوشزد کردن فعالانه موارد ریاضیات نادرست، به‌ویژه در سازمان‌های نامرتب، از طریق جستجو، یادگیری و اقدام است. ریاضیات نادرست معمولاً به دو صورت متمایز بروز می‌کند. نخست، شامل ادعای نتایجی است که از نظر ریاضی معتبر نیستند. صورت دوم از ریاضیات نادرست، می‌تواند به استفاده نامناسب خود ریاضی‌دانان از ابزارهای ریاضی اشاره داشته باشد، که از آن به‌نحوی استفاده کنند که برای مثال منجر به آسیب و بهره‌کشی از دیگران شود. اعضای هر حرفه‌ای مسئولیت دارند که کار خود و همکاران خود را با استانداردهای بالایی ارزیابی کنند. ریاضی‌دانان نیز، همانند آماردانان، مهندسان و پزشکان، باید استانداردهای حرفه‌ای خاص خود را در محیط‌های دانشگاهی، صنعتی و در سطح جامعه اعمال نمایند. در حال حاضر، برخی از ریاضی‌دانان به بررسی اعتبار الگوریتم‌ها و مدل‌های ریاضی مرتبط با تصمیم‌گیریه‌های مختلف پرداخته‌اند و آسیب‌های بالقوه آنها را شناسایی و راهکارهای عملی نیز پیشنهاد داده‌اند [۸].

البته رعایت ملاحظات اخلاقی در ریاضیات امری مطلق و به‌صورت صفر و یک نیست و مستلزم آن است که ریاضی‌دانان سطوح گوناگون تعامل و آگاهی اخلاقی را مد نظر قرار دهند. اذعان می‌گردد که چهار سطح ذکر شده برای مشارکت اخلاقی ریاضی‌دانان، چارچوبی نظری و تا حدی ساده‌سازی شده است که قابلیت تفصیل و تعمیق گسترده‌تر را دارا می‌باشد. با این حال، این سطوح به‌طور کلی نمایانگر عمق و پیچیدگی ملاحظات اخلاقی در حوزه ریاضیات هستند. لزوماً هر ریاضی‌دانی با مسائلی در تمامی این سطوح مواجه نخواهد شد، اما

ویژگی‌های شخصیتی مانند پشتکار، ارتباط و همکاری با دیگران، انعطاف‌پذیری، تفکر انتقادی، استدلال منطقی، کنجکاوی، خلاقیت و خود سازماندهی، کفایت؟ پاسخ منفی است. در واقع هر فهرستی شامل این قبیل صفات، برای تعریف یک ریاضی‌دان خوب، به شیوه‌های روش‌شناختی یا معرفتی استدلال مربوط می‌شود، و این خصلت‌ها از نظر ماهیت، اخلاقی محسوب نمی‌شوند. یک ریاضی‌دان با داشتن همه این ویژگی‌ها، در عین حال می‌تواند اخلاق مدار نباشد. به‌عبارت دیگر این ویژگی‌ها فضایل معرفتی هستند تا اخلاقی. برای پاسخ مناسب به این پرسش که ریاضی‌دان اخلاق مدار به چه فردی اطلاق می‌شود، یک سیستم مبتنی بر چهار سطح برای تعامل اخلاقی یک ریاضی‌دان تعریف می‌شود [۲]:

- سطح نخست، درک این اصل بنیادین است که فعالیت‌های ریاضی عاری از ملاحظات اخلاقی نیستند و مسائل اخلاقی می‌توانند در هر مرحله از یک کار ریاضی پدیدار گردند. ریاضی‌دانان همواره کار ریاضی را در بستری اجتماعی-سیاسی انجام می‌دهند، نه در یک فضای مجرد و فاقد ارزش. بر این اساس، ضروری است که تمامی ریاضی‌دانان درباره مسئولیت‌های فردی خود تعمق نمایند، چرا که مسائل اخلاقی بالقوه در هر زمانی قابل بروز هستند. کار ریاضی می‌تواند پیامدهای فوری یا بلندمدت داشته باشد. این پیامدها می‌توانند مثبت، در مواردی کمتر از ایده‌آل و گهگاه کاملاً نامطلوب باشند. در این سطح فردی، ریاضی‌دانان می‌بایست آگاهی و عملکرد اخلاقی خود را به‌طور مستمر اصلاح و تطبیق دهند، که این امر نخستین گام اساسی در جهت دستیابی به یک آگاهی اخلاقی قوی‌تر محسوب می‌شود.

- دومین سطح، به تعامل ریاضی‌دانان با همکاران خود و ارتقای آگاهی نسبت به ملاحظات اخلاقی در میان ایشان اختصاص دارد. در این سطح، ریاضی‌دانان می‌توانند به‌صورت انفرادی، مسائل اخلاقی مرتبط با فعالیت‌های ریاضی سایرین را شناسایی و نسبت به آن اطلاع‌رسانی نمایند. همچنین، قادرند با هم‌افزایی و ایجاد یک رویکرد جمعی، سطح آگاهی و التزام اخلاقی را در محیط کاری خود ارتقا بخشند. علاوه بر این، نگارش مقالاتی پیرامون مباحث اخلاقی، نیز می‌تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر در جهت آگاهی‌رسانی به جامعه ریاضی محسوب گردد.

- سطح سوم، سطحی پیچیده‌تر و دارای اهمیت است. این

مسئولیت آموزش اخلاق، به دوره‌های ارائه شده توسط متخصصین سایر رشته‌های مرتبط با اخلاق، انجام داد. در بسیاری از دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی دنیا دروس یا دوره‌هایی با عنوان «اخلاق علمی» تدریس می‌شود که به مباحث عمومی مرتبط با ملاحظات اخلاقی پژوهش و انتشار نتایج آن اختصاص دارد. از جمله:

- آگاهی در مورد تخلفات علمی مانند سرقت علمی و ادبی و تشریح پیامدهای آن برای اعتبار فرد و جامعه علمی
- آگاهی از تفاوت تخلف علمی و اشتباه صادقانه و نحوه برخورد با تخلفات علمی
- نحوه عملکرد در اصلاح اشتباهات اساسی، پس از انتشار یک پژوهش
- آموزش نحوه ارجاع به مقالات و منابع علمی در قالب استاندارد
- اهمیت صداقت، شفافیت در گزارش و انتشار نتایج پژوهش‌ها و مسئولیت‌پذیری
- اصول اخلاقی در همکاری‌های علمی گروهی
- برخورد صحیح با همکاران در صورت وجود اختلاف نظر علمی
- تقسیم عادلانه کار و رعایت انصاف در نوشتن مقالات مشترک و سهم اعضای گروه
- اصول اخلاقی و قوانین و مقررات مربوط به نوشتن گزارش‌های علمی
- آگاهی از فرآیند بررسی نتایج پژوهش توسط هم‌تایان و نحوه تعامل با داوران.

در برخی از رشته‌ها در کنار آموزش ملاحظات عمومی اخلاق علمی در انتشار نتایج پژوهش‌ها، دوره‌ها یا دروسی با عنوان «اخلاق حرفه‌ای» نیز ارائه می‌شود. در مرجع [۷] محتوای ۱۱۵ عنوان درس در زمینه آموزش اخلاق در رشته‌های مختلف، در برخی از دانشگاه‌های دنیا آمریکا، کانادا، اروپا و آسیا) مورد بررسی و تحلیل و دسته‌بندی موضوعی قرار گرفته است. این دسته‌بندی طیف وسیعی از ملاحظات اخلاقی را شامل می‌شود. برخی از این موارد مختص رشته‌های مربوط و برخی نیز عمومی هستند. مسائل اخلاقی مرتبط با هوش مصنوعی و فناوری‌های نوین در اغلب دروس ظاهر می‌شود. از جمله:

ضروری است که هر فردی که کار ریاضی انجام می‌دهد، نسبت به مسئولیت‌های اجتماعی خویش آگاه بوده، وجود مسائل اخلاقی در بافت ریاضی را تصدیق کند و به پیچیدگی‌های آن واقف باشد [۶].

آموزش اخلاق در ریاضیات^{۱۲}

همان گونه که در دانشگاه طیف وسیعی از مباحث ریاضی به دانشجویان آموزش داده می‌شود تا برای گستره‌ای از فرصت‌های تحصیلی و حرفه‌ای آماده شوند، منطقاً باید طیف وسیعی از موقعیت‌های اخلاقی مرتبط با انجام کار ریاضی در زمینه‌های مختلف نیز آموزش داده شود. این آموزش‌ها نباید صرفاً محدود به دوره‌های عمومی نظیر اصول اخلاقی پژوهش و نویسندگی مطالب علمی یا دوره‌های تخصصی‌تر مانند اخلاق در هوش مصنوعی باشد. در بسیاری از کشورها، وکلا، پزشکان، زیست‌شناسان، مهندسان، فیزیک‌دانان، متخصصان علوم کامپیوتر، آماردانان و حسابداران خبره اخلاق تخصصی مرتبط با رشته خود را فرا می‌گیرند، زیرا در مقام متخصص، با تصمیم‌گیری‌های اخلاقی در حرفه خود روبرو خواهند شد. ممکن است استدلال شود، دانش‌آموختگان ریاضی که در صنعت یا سیاست کار می‌کنند، به ناچار مهارت‌های لازم برای جهت‌گیری اخلاقی خود را در هر فضایی که در آن فعالیت می‌کنند، کم‌کم توسعه می‌دهند. در پاسخ به این استدلال باید گفت: هرچند کسانی که در یک صنعت خاص کار می‌کنند، ممکن است بینشی در مورد مکانیسم‌های قانونی و نظارتی که در آن حوزه وجود دارد به‌دست آورند، اما هر سازمانی یک فرهنگ درونی خاص خود دارد که نحوه رفتار کارکنان خود را تعیین می‌کند. برای یک دانش‌آموخته ریاضی که هیچ آموزش اخلاق حرفه‌ای قبلی ندارد، بسیار آسان است که به سادگی از دیدگاه‌های اخلاقی کارفرمای خود (که ممکن است نادرست و آسیب‌زا باشند) تبعیت کند و ناخواسته کار ریاضی انجام دهد که پیامدهای غیر اخلاقی داشته باشد. ترویج اخلاق در انجام فعالیت‌های مرتبط با ریاضیات، بایستی از طریق وارد کردن آموزش اخلاق در برنامه‌های درسی، انجام شود تا بتواند در شکل‌دهی به رفتار حرفه‌ای دانش‌آموختگان موثر باشد. گنجاندن اصول اخلاق در آموزش ریاضی را می‌توان با استفاده از رویکردهای متنوعی مانند: گنجاندن فعالیت‌ها یا تکلیف‌های خاصی در لابلای تدریس برخی از دروس، توزیع مفاهیم اخلاقی در محتوای برخی از دروس، برگزاری کارگاه‌های آموزشی خارج از برنامه درسی رسمی یا نهایتاً واگذاری

¹²Teaching ethics in mathematics

- حفظ حریم خصوصی افراد و قوانین مربوط به محرمانگی و امنیت داده‌ها
 - ناشناس سازی اطلاعات و ردپای افراد در کلان داده‌ها (داده-های بزرگ) و داده‌های دیجیتال
 - توجه به محدودیت‌های مربوط به تلقی داده‌های دیجیتال به عنوان دارایی شرکت‌ها
 - رعایت مالکیت معنوی و قوانین کپی رایت و نسخه‌برداری
 - دوری از انواع تبعیض و نابرابری اجتماعی و آزار و اذیت افراد
 - حمایت از آزادی بیان، حقوق بشر و حفظ ارزش‌های دموکراسی
 - مسئولیت در قبال محیط زیست و حیوانات
 - مسئولیت در قبال اخبار جعلی، مطالب نادرست و شبه علم.
- اخیراً در زمینه اخلاق در ریاضیات نیز در برخی از دانشگاه‌های دنیا، دروسی تعریف شده است. در اینجا به محتوای دو مورد از این دروس، به عنوان نمونه اشاره می‌کنیم. در وبگاه دانشگاه کمبریج [۱۶] درسی با عنوان «اخلاق برای کار ریاضی^{۱۳}» وجود دارد. در اهداف درس به مواردی مانند: افزایش آگاهی اخلاقی ریاضی‌دانان با انواع تأثیراتی که کار ریاضی می‌تواند بر جامعه داشته باشد؛ توضیح مواردی که کار ریاضی می‌تواند باعث آسیب شود؛ توضیح مواردی که منجر به پیامدهای بد یک کار ریاضی می‌شوند و توضیح اقداماتی که برای جلوگیری از آسیب‌های کار ریاضی لازم است، اشاره شده است. دوره شامل ۸ جلسه با طرح موضوعاتی مانند موارد زیر است:
- مقدمه‌ای بر اخلاق در ریاضیات و چرایی اهمیت آن، شناسایی موقعیت‌های مضر و تلاش‌های عمدی یا غیرعمدی در یک محیط کار که ممکن است یک ریاضی‌دان را تحت تأثیر قرار دهند تا کار مضر و آسیب‌زا انجام دهد و آگاهی از نحوه انجام واکنش مناسب (شخصی یا با کمک افراد دیگری مانند مدیریت یا رهبری یک سازمان) برای حذف، کاهش یا مدیریت موقعیت آسیب‌زا.
 - درک چگونگی ایجاد و استفاده از مدل‌های ریاضی، محدودیت‌های آنها، و نحوه تعامل آنها با دنیای واقعی و آگاهی از آسیب‌ها و عواقب ویرانگری که ممکن است یک مدل ریاضی داشته باشد و نحوه ارزیابی و مدیریت پیامدهای
- اجتماعی و اخلاقی استفاده از آن.
 - آگاهی از ملاحظات اخلاقی در زمینه‌هایی مانند رمزنگاری (که ریاضی‌دانان همیشه نقش اصلی را در ساختن و شکستن رمزها ایفا کرده‌اند)، یا توسعه ابزارهای نظارتی برای بخش-های دولتی و خصوصی که ریاضی‌دانان به صورت آگاهانه یا ناآگاهانه در معرض نقض حریم خصوصی دیگران هستند.
 - آگاهی یک ریاضی‌دان از الزامات مربوط به رعایت انصاف و بیطرفی در طراحی الگوریتم‌های اثرگذار بر جامعه و زندگی انسان‌ها (مانند الگوریتم طراحی شده برای تبلیغات سیاسی یک کاندیدای خاص)، آگاهی از اهداف سودجویانه ذینفعان یک کار ریاضی که ممکن است او را در جهت استفاده نادرست از مدل‌های ریاضی مورد سوء استفاده یا تحت فشار قرار دهند و آگاهی از نحوه انجام واکنش مناسب.
 - آگاهی یک ریاضی‌دان نسبت به تعهدات اخلاقی مانند مسئولیت‌پذیری و پاسخ‌گویی در قبال خروجی کار خود در طراحی مدل‌ها و الگوریتم‌ها، شناسایی موارد مجاز و غیرمجاز از نظر قانون، آگاهی از نوع مسئولیتی که بر عهده دارد، آگاهی از تبعاتی که در صورت نقض قانون ممکن است با آنها مواجه شود، استفاده از خودتنظیمی‌های پیشرو و نوآورانه برای جلوگیری از آسیب‌های ممکن یک مدل ریاضی که قانون‌گذاران و ذینفعان هنوز امکان وقوع آن را درک نکرده‌اند.
 - آگاهی از اینکه رفتار جامعه ریاضی، مانند هر رشته دیگری، از نظر قراردادهای مشترک و مکاتب فکری، آن چیزی است که از یونان باستان نسل به نسل منتقل شده و تا امروز ادامه داشته است، درک اینکه تفکر حاکم در یک محیط پژوهشی انتزاعی ریاضیات، ممکن است در یک محیط صنعتی به کار او نیاید، درک اینکه اقداماتی که یک ریاضی‌دان را در ریاضیات موفق می‌کند، لزوماً به ارائه راه‌حل‌های مؤثر برای مسائل صنعتی یا اجتماعی منجر نخواهد شد؛ درک اینکه برخی از شیوه‌های نگرش یک ریاضی‌دان برای مواجهه با مشکلات در محیط آکادمیک، ممکن است خارج از این محیط، مانع پیشرفت او شود.
 - آگاهی از شیوه زیست و بقا در یک محیط کاری غیرآکادمیک به عنوان یک ریاضی‌دان، آشنایی با چالش‌های این محیط‌ها

¹³ Ethics for working mathematics

مهندسی، علوم طبیعی و احتمال و آمار است. برچسب‌های مربوط به حوزه‌های اخلاقی استفاده شده در تمرین‌ها، شامل ۱۰ مورد به شرح زیر است [۴]:

۱ - توجیه آغاز یک کار: توجیه شما برای ارائه یک محصول یا خدمت ریاضیاتی چیست؟ آیا اساساً ارائه آن موجه است؟

۲ - بهره‌گیری از تنوع دیدگاه و اجتناب از سوگیری‌ها: آیا از تنوع دیدگاه کافی در بین همکاران و مدیران برخوردارید؟ آیا محدودیت‌ها و سوگیری‌های شناختی خود را درک می‌کنید؟

۳ - مدیریت مسئولانه و اثربخش داده‌ها: آیا منحصراً از مجموعه داده‌های مجاز و به‌دست‌آمده به شیوه‌ای اخلاقی استفاده می‌کنید؟

۴ - پردازش و استنتاج داده‌ها با دقت و صحت: آیا از تخصص کافی برای تحلیل صحیح و اخلاقی داده‌ها و تضمین کیفیت نتایج برخوردارید؟

۵ - مدل‌سازی ریاضی مسئله و پیامدهای واقعی آن: اهداف و محدودیت‌های مدل انتخابی شما چیست؟ پیامدهای واقعی آن برای ذینفعان مختلف کدامند؟

۶ - برقراری ارتباط شفاف و مستندسازی دقیق فرایند کار: چگونه کار خود را به‌طور شفاف شرح داده و مستند می‌کنید؟ چگونه نتایج را به ذینفعان مربوطه منتقل می‌کنید؟

۷ - قابلیت ابطال و ایجاد حلقه بازخورد مستمر: آیا کار شما قابل ابطال است؟ چگونه تأثیرات گسترده و سازوکارهای بازخورد ایجاد شده را مدیریت می‌کنید؟

۸ - قابلیت تفسیر و ایمنی مدل‌های ریاضی: آیا خروجی مدل ریاضی شما قابل تفسیر است؟ آیا سازوکارهای نظارت و نگهداری مناسب و توسعه آن پیش‌بینی شده است؟

۹ - آگاهی از جنبه‌های سیاسی و اجتماعی مرتبط با کار: آیا از جنبه‌های غیر ریاضیاتی و ماهیت سیاسی و اجتماعی کار خود آگاه هستید؟ برای جلب اعتماد ذینفعان به کار و محصول خود چه تدابیری اندیشیده‌اید؟

۱۰ - تدوین استراتژی‌های واکنش اضطراری مناسب: آیا استراتژی دادن پاسخ غیرفنی مناسب، برای مواجهه با شرایط پیش‌بینی نشده را دارید؟ آیا یک شبکه پشتیبانی متشکل از همکاران آگاه و حامی در اختیار دارید؟

و مشکلات و تعارض‌هایی که ممکن است در این فضاهای کاری به وجود آید و نحوه برخورد با آنها، آگاهی نسبت به اینکه طبیعت متمرکز و متعهد یک ریاضی‌دان ممکن است در یک محیط کاری غیرآکادمیک، باعث سوء استفاده دیگران از او یا نادیده گرفتن او شود، آگاهی از نحوه شناسایی این افراد و موقعیت‌ها و محافظت از خود در برابر آنها.

• نگاه به آینده و کارهای دیگری که به‌عنوان یک ریاضی‌دان می‌تواند انجام دهد، آشنایی با روش‌های گسترش آگاهی‌های اخلاقی، مشارکت در فرآیندهای تصمیم‌گیری جامعه، حضور در پست‌های مدیریتی، شناسایی و اطلاع رسانی رفتارهای غیراخلاقی سایر ریاضی‌دانان که ارتباطی با او ندارند اما اقدامات آنها برای جامعه و عموم مضر است.

در مورد منابع درسی این دوره، به کتاب «ریاضیات: سلاحی برای تخریب» نوشته کتی اونیل [۸] و فهرستی از مقالاتی که در این زمینه می‌توانند برای منبع درسی مورد استفاده قرار بگیرند، اشاره شده است. کتاب «اخلاق و آموزش ریاضیات: خوب، بد و زشت» نوشته پاول ارنست [۵] که به تازگی منتشر شده است را نیز می‌توان به فهرست مراجع درس افزود.

چیدو و مولیر [۴] در گزارشی که اخیراً منتشر نموده‌اند، رویکرد دیگری برای گنجانند آموزش اخلاق در ریاضیات در برنامه دوره سطح کارشناسی ارائه می‌دهند. این درس برای دانشجویان رشته‌های مهندسی، علوم کامپیوتر، آمار، فیزیک و اقتصاد نیز قابل تدریس است. مواد آموزشی درس به سه نوع تقسیم شده است: تمرین‌ها، پروژه‌ها و مطالب درسی. تمرین‌های انتخابی که برای آموزش ملاحظات اخلاقی، استفاده شده است، در حد ریاضیات عمومی سال اول و دوم مقطع کارشناسی است. برخی از تمرین‌های اساسی‌تر، به عنوان پروژه‌های مستقل به دانشجویان داده می‌شود تا ملاحظات ریاضی و اخلاقی آنها را به صورت گروهی، به‌طور عمیق‌تر بررسی کنند. این گونه مسائل، معمولاً به تحقیق و مطالعه بیشتری نیاز دارند و از آنها به‌عنوان بخشی از ارزیابی دوره استفاده می‌شود. فهرستی از مطالب مربوط به اخلاق در ریاضیات در این گزارش ارائه شده است که مدرس، با توجه به مخاطبان خود، می‌تواند از آنها استفاده کند. تمرین‌ها به‌طور موازی هم برای آموزش ریاضیات و هم برای آگاهی اخلاقی طراحی شده‌اند و حوزه‌های مختلف ریاضی محض و کاربردی را پوشش می‌دهند. هر تمرین دارای برچسبی است که موضوع رشته مرتبط و یک رکن اخلاقی را توضیح می‌دهد. برچسب‌هایی که برای رشته‌های مرتبط استفاده شده است شامل علوم کامپیوتر، اقتصاد،

سخن پایانی

در ایران در زمینه اخلاق علمی و حرفه‌ای، قوانین، دستورالعمل - ها، شیوه‌نامه‌ها، نظام‌نامه‌ها و راهنماهای مختلفی در حوزه‌هایی مانند وکالت، مهندسی، روان‌شناسی و مشاوره، حسابداری و پزشکی، وجود دارد [۲۶-۳۰]. در مورد ضرورت آموزش اخلاق در رشته‌های دانشگاهی نیز مقالاتی نوشته شده است [۲۶، ۲۴، ۲۳، ۲۱]. در برخی از رشته‌های مهندسی و علوم پزشکی دروسی با محتوای اخلاق علمی و حرفه‌ای وجود دارد. رجبعلی‌پور و همکاران [۲۵] به تحلیل محتوای دروس ۲۰۵ رشته در حوزه پزشکی و پیراپزشکی پرداخته و دروسی را که محتوای اخلاق حرفه‌ای داشته‌اند، شناسایی کرده‌اند. در حوزه مهندسی نیز دروسی با محتوای اخلاق مهندسی در برنامه درسی برخی از رشته‌های دانشگاهی کشور وجود دارد [۲۴، ۲۲، ۲۰]. در زمینه اخلاق در ریاضیات و آموزش آن، در برنامه‌های درسی دانشگاه‌های کشور تاکنون کاری انجام نشده است. انجمن‌های مرتبط با علوم ریاضی کشور نیز بجز نگرانی‌های اخلاقی معمول که پژوهشگران در طول انتشار نتایج علمی با آن مواجه می‌شوند، دستورالعمل‌هایی در زمینه اخلاق حرفه‌ای در انجام کارهای ریاضی، تدوین و منتشر نکرده‌اند. اخیراً انجمن آمار ایران با تشکیل «کارگروه اخلاق آماری»، «شیوه‌نامه اخلاقی برای کارهای آماری» [۳۲] خود را تدوین و منتشر نموده است.

همانگونه که در این نوشتار اشاره شد، آموزش ملاحظات اخلاقی در برنامه درسی علوم ریاضی، امری ضروری است که نباید در برابر پیچیدگی‌های فنی و نظری این رشته نادیده گرفته شود. به‌ویژه با توجه به کاربردهای گسترده ریاضیات در حوزه‌های مختلف علمی، مهندسی، پزشکی، اقتصاد و حتی تصمیم‌گیری‌های اجتماعی، توجه به اصول اخلاقی می‌تواند مانع از سوءاستفاده‌ها و خطاهای فاحش شود. جا دارد انجمن ریاضی ایران، با قرار دادن عنوان «اخلاق در ریاضیات» در محورهای همایش‌های علمی انجمن، از جمله کنفرانس ریاضی و کنفرانس آموزش ریاضی، در جهت ترویج اخلاق در ریاضیات و جلب توجه ریاضی‌دانان علاقه‌مند کشور به پژوهش در این زمینه، گام بردارد. گام‌های بعدی، می‌تواند تدوین «شیوه‌نامه اخلاقی برای انجام کارهای ریاضی» و براساس این شیوه‌نامه، تهیه محتوای آموزشی برای افزودن به برنامه درسی رشته ریاضی باشد. ترویج اصول اخلاقی در جامعه ریاضی و آموزش آن، به تقویت

نمونه‌هایی از تمرین‌ها و پروژه‌های این درس به همراه راه حل‌های پیشنهادی، به‌طور مفصل در گزارش [۴] آمده است. در وبگاه انجمن علم داده [۱۴]^{۱۴}، وبگاه مرکز اخلاق مهندسی و علوم [۱۷]^{۱۵}، وبگاه نشریه انجمن اخلاق در برنامه درسی [۱۸]^{۱۶} و همچنین وبگاه مرکز ملی آموزش آمار [۱۹]^{۱۷} می‌توان مطالب مفیدی در زمینه آموزش اخلاق در ریاضیات جستجو نمود.

آیا ریاضی‌دانان باید درس اخلاق بدهند؟

استادان و اعضای هیئت علمی خود باید به‌عنوان الگوهای اخلاقی برای دانشجویان خود عمل کنند. آن‌ها باید در انجام تحقیقات علمی و نشر مقالات به اصول اخلاقی پایبند باشند تا دانشجویان از آن‌ها الگو بگیرند. در نهایت، آموزش اخلاق در ریاضیات می‌تواند دانشجویان را قادر سازد تا در مسیر حرفه‌ای خود با مسئولیت‌پذیری، دقت و صداقت عمل کنند و به تقویت اعتبار و سلامت علمی جامعه ریاضی کمک نمایند. این سؤال پیش می‌آید که آیا ریاضی‌دانان باید به‌طور رسمی محتوای درس اخلاق در ریاضیات را آموزش دهند؟ استدلال می‌شود [۲] از آنجا که درک کاربردهای نامحدود ریاضیات دشوار است و پیامدهای اخلاقی ریاضیات نوین متکی به ظرافت‌هایی است که تنها متخصصین آموزش‌دیده در ریاضیات قادر به درک آن هستند، خود ریاضی‌دانان تنها افرادی هستند که می‌توانند به پیامدهای مدل‌های ریاضی واقف باشند. بنابراین، نباید این مسائل را صرفاً به متخصصان اخلاق و فلاسفه واگذار نمود. هیچ فرد دیگری قادر به رسیدگی شایسته به این مسائل نیست و آموزش اخلاق حرفه‌ای به دانشجویان ریاضی باید توسط اساتید علاقه‌مند ریاضی انجام شود، زیرا آنها اشراف بیشتری نسبت به متخصصان اخلاق به کاربردها و پیامدهای ابزارهای ریاضی دارند. برون‌سپاری آن به عنوان یک درس سرویسی یا تدریس مشترک با متخصصین اخلاق، راهکار دیگری است. البته دانشجویان ریاضی می‌توانند از طریق شرکت در دوره‌های ارائه شده توسط سایر دانشکده‌های دانشگاه، در مورد اخلاق حرفه‌ای آموزش ببینند. شرکت در چنین دوره‌هایی، اگرچه تمرکز اصلی بر کاربردهای ریاضی نیست، اما می‌تواند دانشجویان ریاضی را با اصول اخلاقی ارزشمندی آشنا کند.

¹⁴Data Science Association ¹⁵Ethics Center for Engineering and Science website
Center for Education Statistics (NCES)

¹⁶Society of Ethics Across the Curriculum website

¹⁷National

[14] <https://www.datascienceassn.org/resources>.

[15] <https://www.ethics.maths.cam.ac.uk/>

[16] <https://cueims.soc.srcf.net/2021/>

[17] <https://onlineethics.org/>

[18] <https://www.seac-online.org/resources/>

[19] <https://nces.ed.gov/forum/dataethics/>

[20] <https://docs.ce.sharif.edu/course/40347>

[۲۱] امین خندقی، م. و پاک مهر، ح. (۱۳۹۱). آموزش معیارهای اخلاق پژوهش: ضرورتی انکارناپذیر در برنامه‌های درسی آموزش عالی، فصلنامه اخلاق در علوم و فناوری، شماره ۴، صفحات ۱۳-۱۰.

[۲۲] بکروی، م. و همکاران (۱۳۹۹). اخلاق حرفه‌ای در علوم کامپیوتر، انتشارات دانشگاه آزاد.

[۲۳] ثقه‌الاسلامی، ع. (۱۴۰۰). برنامه‌ریزی درسی و تدوین سرفصل‌های آموزشی اخلاق پژوهش، فصلنامه اخلاق در علوم و فناوری، شماره ۳، صفحات ۱۰۱-۹۲.

[۲۴] خوشدست، ح. و سام، ع. (۱۳۸۸). ارائه الگویی برای آموزش مؤثر اخلاق مهندسی در دوره کارشناسی، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال ۱۱، شماره ۴۳، صفحه ۱۰۸-۹۹.

[۲۵] رجبعلی‌پور، م.، رستگاری، ف. و قنبری‌زاده، ف. (۱۴۰۱). بررسی دروس مرتبط با اخلاق حرفه‌ای در برنامه درسی رشته‌های مختلف علوم پزشکی در ایران، دو فصلنامه آموزش و اخلاق در پرستاری، دوره ۱۱، شماره ۳، صفحات ۴۱-۳۲.

[۲۶] فراستخواه، م. (۱۳۸۵). اخلاق علمی رمز ارتقای آموزش عالی، فصلنامه اخلاق در علوم و فناوری، شماره ۱، صفحات ۲۷-۱۳.

[۲۷] منشور اخلاق حرفه‌ای وکالت (۱۳۹۹). هیات مدیره کانون وکلای دادگستری.

[۲۸] نظامنامه رفتار حرفه‌ای اخلاقی در مهندسی ساختمان (۱۳۹۵). مصوب وزارت راه و شهرسازی.

[۲۹] نظامنامه اخلاق حرفه‌ای سازمان نظام روان‌شناسی (۱۳۸۶). سازمان نظام روان‌شناسی و مشاوره.

[۳۰] آئین رفتار حرفه‌ای برای حسابداران (۱۳۹۶). جامعه حسابداران رسمی ایران.

[۳۱] قوانین، دستورالعمل‌ها و راهنماهای اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی (۱۴۰۱). وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی.

[۳۲] شیوه‌نامه اخلاقی برای کارهای آماری (۱۴۰۴)، کارگروه اخلاق انجمن آمار ایران.

مسئولیت‌پذیری حرفه‌ای دانش‌آموختگان در انجام کارهای ریاضی کمک خواهد نمود که به نوبه خود باعث ارتقای کیفیت و اعتبار نتایج حاصل از کارهای ریاضیاتی در جامعه و صنعت خواهد شد.

[1] Alayont, F. (2022). A case for ethics in the mathematics major curriculum. *Journal of Humanistic Mathematics*, 12(2), 160-177.

[2] Chiodo, M. and Müller, D. (2018). Mathematicians and ethical engagement. *SIAM News*, 51, No. 9.

[3] Chiodo, M. and Bursill-Hall, P. (2019). Teaching Ethics in Mathematics, *London Mathematical Society Newsletter* 485, 22-26.

[4] Chiodo, M. and Müller, D. (2025). Teaching resources for embedding ethics in mathematics: Exercises, projects, and handouts. *arXiv preprint arXiv:2310.08467*.

[5] Ernest, P. (2024). *Ethics and Mathematics Education*. Cham, Switzerland: Springer.

[6] Ernest, P. (2021). Mathematics, ethics and purism: An application of MacIntyre's virtue theory. *Synthese*, 199(1), 3137-3167.

[7] Fiesler, C., Garrett, N. and Beard, N. (2020). What do we teach when we teach tech ethics? A syllabi analysis, pages 289-295 in *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*.

[8] O'Neil, C. (2017). *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. Crown.

[9] <http://www.ams.org/about-us/governance/policy-statements/sec-ethics>

[10] <http://euro-math-soc.eu/system/files/uploads/COP-approved.pdf>.

[11] <https://www.siam.org/About-SIAM/Policies-Guidelines/Detail/statement-on-inclusiveness>.

[12] <https://www.amstat.org/your-career/ethical-guidelines-for-statistical-practice>.

[13] <https://www.actuary.org/sites/default/files/>