چکیدهٔ گزارش دیوید

ترجمهٔ حمیدرضا زنگنه

بخش اول

درشمارهٔ پیش گزارش دیویدرا معرفی کردیم. دراین شماره وشمارهٔ بعدی چکیده‌ای ازاین گزارش راخواهیدخواند. قسمتهای حذف شده عمدتا "به مسائل بومی ریاضیات دانشگاهی درآمریکا می‌پردازند.

یک. مقدمه

الف. اهمیت حیاتی ریاضیات

با بحث درموارد زیر می‌توانیم به اهمیت پژوهشهای ریاضی پی‌ببریم:

* بحث درباره‌ء دستاوردهای علوم‌ریاضی هم‌ازنظرتاریخی وهم‌ازنظر سهم‌بالقوه‌ء آنان درپیشبردجامعه
* بررسی کارکرددرست موسسات وسازمانهایی که‌پژوهشهای ریاضی ازطریق آنها صورت می‌گیرد.

بحث درموردا ول بسیاردشواراست ،چون بیشترپژوهشهای ریاضی برای افرادخارج ازاین رشته‌ناآشناست ،ودرنتیجه‌تشریح آن کارساده‌ای نیست . عموم‌مردم‌ازپژوهشهای ریاضی محروم‌اند .دقت ومنطق ،که‌برای ریاضیات اهمیت اساسی دارد ،درمقابل کشف واختراع قرارمی‌گیرد .علاوه‌برآن ،ما اغلب باریاضیات ابتدا ازمیان قواعدظاهرا "اختیاری آشنا می‌شویم ،که‌این تصوررا ایجادمی‌کندکه‌روشها وقضایای ریاضی کشف نمی‌شوندبلکه‌ازپیش همواره‌موجودبوده‌اند ،گویی که‌ریاضیدانی بزرگ زمانی درگذشته‌های دورآنها راتعبیه‌کرده‌است .

حتی محافل علمی ویاصنعتی ،که‌کاملا" آگاه‌اندکه‌افرادزیادی پیوسته درحال تغییروکشف ریاضیات هستند ،بابخشهای بزرگی ازاین رشته‌ناآشنا هستند .بحثی که‌معمولا" درمی‌گیرداین است‌که‌آیا مشکلات دردرک ریاضیات وابسته‌به‌ماهیت موضوع‌است ویا منتج ازعدم‌توانایی ریاضیدانان درقابل فهم‌کردن موضوع‌کارخودبرای افراددیگر .

شخصیت " نامرئی" بیشترپژوهشهای ریاضی،این تصوررابه‌وجود می‌آوردکه‌ریاضیات رشته‌ء کوچکی است ،اما (درآمریکا)تعدادپژوهشگران ریاضی‌تقریبا "برابرپژوهشگران درفیزیک وشیمی است ،یعنی حدود۹۰۰۰ الی

۱۰۰۰۰ نفر ،درحقیقت ،تعداد کادرهای ریاضی از دورشتهٔ دیگر بیشتر است . زیرا گستردگی وتنوع علوم ریاضی بسیار زیاد است .سرعت توسعه وگسترش این رشته با دیگر رشته های علم وصنعت برابری می‌کند .اگر کسی اطلاعی از آنچه که در آن می‌گذرد نداشته باشد ،کافی است به یاد آورد که حساب (حساب دیفرانسیل وانتگرال) ،که برای عموم دانش نسبتا " پیشرفته ای است ،تنها در سال ۱۷۰۰ جزء پیشرفته ترین کارهای ریاضی به شمار می‌آمد وگسترش ریاضیات در ۲۸۴ سال گذشته مانند گسترش عمومی رشته های علم وصنعت بوده است .

پ . چهارچوب ریاضیات

جامعهٔ پژوهشی ریاضی شامل بخشهای زیر است :

* ریاضی‌کاران محض ،که خود این نظام را پدید می‌آورند ؛
* ریاضی‌کاران کاربردی،که ابزارهای ریاضی،تکنیکها ،والگوهایی را برای درک پدیده های علمی یا حل مسائل اساسی صنعت عرضه می‌کنند .متخصصین آنالیز عددی ومحاسبات علمی از این دسته اند ؛
* آماردانان،که روشهای ریاضی درتحلیل وتفسیر داده ها واستفاده از آنها را در استنباطها ،پیش بینیها ،وتصمیم‌گیریها عرضه می‌کنند ؛
* متخصصین پژوهش درعملیات ،که روشهای بهینه سازی درمدیریت وتصمیم ـ گیریها را به دست می‌دهند ؛

* متخصصین ریاضی درعلوم مهندسی، مثلا" درمخابرات ونظریه های کنترل؛
* زیست سنجان ، اقتصادسنجان ،وغیره .

ت . ارتباط آن با علوم کامپیوتری

علوم کامپیوتری شاخه ای ازریاضیات نیست ،بلکه استفاده زیادی ازریاضیات میکند .این رشته منابع تغذیه ویژه خودرا داردوبه عنوان نظامی مستقل بیش ازیک دهه است که شناخته شده است .

فعالیتهای مهمی درمرزمیان علوم کامپیوتری وریاضیات ،بویژه درحوزه های علوم کامپیوتری نظری ومحاسبه علمی ،وجوددارد .

ث . ارتباط با آموزش

پژوهش وآموزش ریاضیات همواره قویا " با هم مربوط بوده اندوهنوزهم چنین است .تقریبا " همه متخصصین ریاضی ،دردانشگاهها تدریس میکنند وبرخی بشدت درگیرآموزش درسطح لیسانس هستند .کیفیت آموزش ریاضی درهمه سطوح درحال حاضر ،کیفیت متخصصین آینده راتعیین خواهدکرد .آگاهی ازعلوم وریاضیات باید معیارتمدن دردوران معاصرباشد .

همه وجوه آموزش ریاضیات باید برای جامعه پژوهشگران ریاضی اهمیت زیادی داشته باشد .

دو. علوم‌ریاضی: نقاط قوت وموقعیتها

دورهٔ پس از جنگ دوم‌جهانی یکی ازدوره‌های خوب دستاوردها درعلم وصنعت بوده‌است ،بویژه برای ریاضیات که توانسته است سوار بر موج توسعه‌ای که درتاریخ دانش بشری نادراست ، قرارگیرد .رشداین نظام ،همزمان با جوانه‌زدن کاربردها بوده‌است .این کاربردها ،که قبل ازجنگ ناشناخته بودند ،امروزه زرادخانهٔ نظری بسیاری ازنظامهای علمی وصنعتی است وبخش مهمی ازابزارفکری دانشمندان ،مهندسین ،دانشمندان علوم اجتماعی ،ومدیران راتشکیل می‌دهد .

علوم‌ریاضی بسیارگسترده‌است .دردهه‌های پس ازجنگ ،آماررياضی به‌بلوغ‌کامل خودرسید .پژوهش درعملیات به‌وجودآمده ریاضیات گسسته و فرمولبندیهای ترکیبی به‌طورجدی به‌کارگرفته‌شدند .ریاضیات مهندسی، درمسائل مربوط به‌کنترل عملیات ،برنامه‌ریزی ،وبهینه‌سازی رشدکرد . آنالیزعددی،به‌همراه محاسبات ،به‌بسیاری ازرشته‌ها راه‌یافت .قدرت و وسعت ریاضیات کاربردی سنتی نیزبسیارافزایش یافت .وهمراه همهٔ اینها ، خودنظام‌ریاضیات تامرحلهٔ اعجاب‌آوری توسعه پیداکرد .

الف . ریاضیات وفناوری (تکنولوژی)

بروز " فناوری (تکنولوژی)سطح بالا" جامعهٔ مارا به‌دوران فناوری ریاضی‌رسانده است ،که درآن ریاضیات ومهندسی به‌گونه‌های جدیدی باهم

برخورددارند .پنجاه سال پیش الگوی کار چنین بود :هرچند ریاضیات مستقیما" ابزاری برای مهندسی می‌ساخت اما اساسا" محرک توسعه در دیگر رشته‌ها بود ، که آن رشته‌ها پایه‌ای برای اصول وطرحهای مهندسی می‌ساختند .امـــــــا ، ریاضیات ومهندسی امروزی مستقیما" درسطوح وسیعتر وعمیقتری ،که عمدتا" به‌نفع هردورشته وفناوری است ،برهم اثرمی‌گذارند .دراینجا ۶ مثال ازاین الگوی جدیدرا بیان می‌کنیم .

۱. ارتباطات

نقطهٔ شروع این دورهٔ جدید از کار ریاضی مقالهٔ کلاسیک نوربـــــــرت وینر است : " برون یابی ،درون یابی ،ویکنواخت کردن رشته‌های زمانـــی پایا" .ایده‌ها ونتایج این مقاله درکارهای وینردرمسائل تسلیحاتـــــی درطی جنگ دوم جهانی پرورده شدند .ابتدا این مقاله به‌عنوان سندی طبقه‌بندی شده بودکه به‌خاطر جلدزرد رنگ ومحتوای دشوار یاب آن برای مهندسیـــــن، بشوخی "خطرزرد" نامیده می‌شد .کار وینرراهمکارش ،نورمن لوینســـون ، باکار پیشتازانهٔ کولموگروف دراتحادشوروی ،ترکیب کردتا نظریـــــــهٔ ارتباطات بنانهد :مطالعهٔ ارسال ،رمزگذاری،ورمزخوانی پیامهـــــادر کانالهای بااخلال (پارازیت) .این نتایج که باعلائم پیوسته سروکـــــار داشتند ،باکارهای کاملا"متفاوت کلود شانون،پایه‌گذار نظریهٔ اطلاعـــات ، همراه شد .این کار دسته جمعی کاربرد مهمی درصنایع ارتباطات دررشته‌های کاملا"متفاوت پیدا کرد ،مانند ارسال تصاویروصدا واطلاعات ،علائم پردازی ،

دررشته‌هایی مانندتعبیرعلائم‌قراردادی گرفته تاتحلیل داده‌های موزیکی وفیزیولوژیک ،ودرخوددادەپردازی .

چنین اکتشافاتی باجبارنتایج دورازدسترس دیگری داشته است . مثلا" ،دراکتشاف نفت به‌طریقهٔ انفجاری مستقیما "ازنتایج وینر- لویسون درطراحی وساختن وسائلی برای حذف‌صداهای اضافی وتعبیرعلائم لرزش زمین استفاده‌شده‌است .پردازش‌علائم نقشی حیاتی دراکتشافات زمین شناختی بازی کرده‌است ،به‌همان گونه‌که‌درتحلیل اطلاعات حاصله‌ازآزمون بمب وپیش‌بینی زلزله‌ها داشته‌است .

۲. کنترل

سالهای اخیرشاهدپیشرفتهای بزرگی درنظریهٔ حساب تغییرات توسط بلمن ،هستنز ،لفشتز ،پونتریاگین ودیگران بوده‌است که‌به‌پروراندن نظریهٔ کنترل بهینه منجرشده‌است .ابداع‌دوران سازکالمن ،با معرفی معادلات ریکاتی ماتریسی ،محورجدیدی رابرای نظریهٔ پالایشگری (فیلترسازی)معرفی کرد .کنترل بهینه‌با پالایهٔ (فیلتر)کالمن نقشی اساسی درهدایت وکنترل برنامهٔ فضایی آپولوداشت .اکنون ،روشهای کنترل پیوسته ،گسسته ،تصادفی،وتوزیعی ابزارهای باارزش مهندسی هستند ، ومسائل جدیدی ازکنترل عملیاتی فرآیندهای پیوسته درساختن تراشه (چیپ) های نیم‌رسانا تاپایداری سکوهای فضایی رادربرمی‌گیرد .

برای انجام آزمایشات بزرگ منجر شده است. ما در آینده شاهد استفاده بیشتری از این نوع ابزار مهندسی و علمی خواهیم بود.

ریاضیات در آستانه بزرگترین دخالت خود در فناوری (تکنولـــــوژی) است.

۳. مدیریت

امروزه صنعت وتجارت ریاضیات را درمدیریت وعملیات به‌کار می‌گیرد. این رابطه از نظریهٔ پژوهش درعملیات نشات گرفته است ،که خود از تحلیل مسائل تدارکاتی (لجستیکی) درجنگ دوم جهانی ناشی شده است .تکنیکهای بهینه‌سازی دربرنامه‌ریزی خطی با استفاده از روش سیمپلکس جورج دانتزیگ (۱۹۴۷) ،تصمیمات مدیریت درصنایع ومشاغل مختلف از راهیابی ناوگان نفتی واستفادهٔ بهینه از ماشینهای کارخانه‌ها گرفته تا سازمان دادن سیستم حمل ونقل را بهبود بخشیده است .پیشرفتهای بعدی دربرنامه‌ریزی غیرخطی وبرنامه‌ریزی با اعداد صحیح ،وروشهای موثربرای یافتن ماکزیموم ومینیموم توابع غیرخطی،کاربردهای آن را وسعت بخشیدوبه تولد نظریهٔ پژوهش درعملیات وعلوم مدیریت به‌عنوان رشته‌هایی درپژوهش ریاضی انجامید .این روشها ،همراه با نظریهٔ بازیها ومفاهیم دیگر ،به عنوان ابزارهای تولیدی با ارزش درهمه چیز از پالایش نفت ودیگر فرایندهای شیمیایی تا طرح وتولید لباس به خدمت گرفته شده‌اند .اینها ابزارهایی درعملیات از برنامه‌ریزی ساعات حرکت اتوبوسها ،تا تاکتیکهای نظامی وعملیات بازار بورس هستند.

۴. طراحی

هواپیمای بوئینگ ۷۶۷ وهواپیمای ایرباس با سوخت بصرفه ،با

استفاده از فرآیندهایی که کاملا" در قلمرو ریاضیات کاربردی قرار دارند طراحی شده اند :

* رفتار جدید فیزیکی ، مانند حرکت شوک ، اندرکنش لایه ای شوک ـ مرزی ؛
* دستگاهی از معادلات پاره ای غیرخطی که مشخصه (کاراکتر) را با تغییر سرعت شار از فروصوت (ساب سونیک) به فراصوت (سوپرسونیک) تغییر می‌دهد ، به طوری که ویژگیهای جدید جوابها باید درک و محاسبه شوند ؛
* تقریبهای تحلیلی جدید برای جوابهای این دستگاه ؛
* روشهای عددی جدید توانمند ،
* رمزگذاری و انبارکردن کارامد این روشها که انجام محاسبات طراحی را بصرفه می‌کند .

صورتبندی و تحلیل ریاضی در نظریهٔ دینامیک شاره‌ها ، که در زمان اویلر و برنولی پدید آمده است ، نقشی اساسی بازی کرده است .

طراحی ریاضی این گونهٔ پیچیده به نحوی گسترده در طراحی قرصهای (دیسکهای) مغناطیسی انبارش داده‌ها ، رآکتورهای اتمی ، تراشه‌های نیم‌رسانا ، بدنهٔ اتومبیلها ، و تولیدات دیگر به کار گرفته شده است . روشهای تحلیلی و عددی قویتر به همراه قابلیتهای محاسباتی ارزانتر ، اهمیت ریاضیات در طراحی را هرچه بیشتر مشخص می‌کند .

۵. کامپیوتر

تکامل فناوری (تکنولوژی) کامپیوتر بشدت تحت تاثیر ریاضیات بوده است. فن محاسبه، آنالیز عددی، بخش مهمی از ریاضیات، از آن هنگام که به طور سیستماتیک توسط نیوتن، اویلر، و گاوس پایه ریزی شد، بوده است. اهمیت آن به خاطر توسعهٔ کامپیوترهای رقمی که با سرعت زیاد کار می‌کنند افزون شده است. در اینجا می‌خواهیم به اهمیت ریاضیات در تکامل خود این ماشینها تاکید کنیم.

در دههٔ ۱۹۳۰، منطق صوری شکوفا شد. چرچ، گودل، پست و دیگران، زبانهای صوری شده را مطالعه کردند و مفهوم ریاضی محاسبه پذیری از کار آنها و تورینگ پدید آمد. حدود سال ۱۹۳۵، تورینگ الگوی مجردی برای یک ماشین محاسبهٔ عمومی ساخت. این پیشرفتها چهارچوبی فکری هم برای ابداع کامپیوترهای با حافظه (توسط فون نویمان و همکارانش)، و هم برای زبانهای برنامه‌نویسی به وجود آورد.

علوم کامپیوتری، برخلاف مهندسی کامپیوتر، پایهٔ ریاضی قوی دارد. ریاضیات بنیان بیشتر علوم کامپیوتری و تفکر سیستمی است: سرمشقهای عملی در هوش مصنوعی، از تحقیق و رزی در درستی برنامه‌ها تا نظریه‌های آدمکهای مصنوعی (روبوتها)؛ ایجاد الگوریتمهای درونی برای سیستمهای عامل قفسه‌بندی کنندهٔ انباره؛ و ایجاد حبر رابطه‌ای و حساب بانکهای اطلاعاتی. اینها هیچکدام تصادفهای تاریخی نیستند، چرا که فهم توانایی‌های یک وسیله که اساساً یک حسابگر است، محتاج نوعی امکانات با صورتهای

دقیق تجریدی است ،که این خودویژگی سرشتی تفکرریاضی است .

۶. شق دیگری از تجربه

ریاضیات ومحاسبه برای خود ،به‌عنوان شق دیگری از تجربه ،هرروزجای وسیعتررا به‌دست می‌آورند .البته این نقش تازه‌ای برای ریاضیات نیست ، اما درترکیب با قدرت کامپیوترها ،این نقش را امروزه به‌نحوموثرتری اجرا می‌کنند .الگوهای محاسباتی که مسائل ریاضی آنها حل شده‌اند ،برای شبیه‌سازی ساختارها ،سیستمها یا سازمانهایی پیچیده دربسیاری از پژوهشها ،گسترشها ، وبنیانگذاریهای صنایع به‌کارمی‌روند .الگوهای محاسبه‌ای برای طراحی ، بهینه‌سازی ،ومطالعهٔ عملیات موثردرساختن مجتمعهای پتروشیمی به‌کار می‌روند .دستگاههای بزرگ محاسباتی ،که برای حل معادلات پاره‌ای غیرخطی برنامه‌ریزی شده‌اند ،می‌توانندبسیاری ازکارهای تونلهای با دراکه‌ساختن وکارکردن باآنها درعمل بسیارپرهزینه است انجام‌دهند .تحلیل کنترل پذیری یکپارچگی ،ساختاری ،ورفتاردینامیکی‌عمومی ایستگاههای فضایی بزرگ بایدپیش ازآنکه ایستگاه به‌فضا فرستاده‌شودصورت گیرد .اخیرا " محاسبات عظیمی که مستلزم انجام‌بیش ازیک بیلیون عمل کامپیوتری درثانیه است ، برای تحقیق دردرستی جریان منطقی درتراشه‌ها (چیپها)قبل ازآنکه ساخته‌شوندبه‌کارگرفته‌شده است .

درهمهٔ این مثالها ،ودربسیاری دیگر ،قابلیت نمایش ریاضی یک سیستم یا ساختاروسپس قابلیت محاسباتی کارامدآن ،به‌روشی صرفه‌جویانه