

# چگونه می‌توان ریاضیدان شد؟

نویسنده: موریس ماشال<sup>۱</sup>

مترجم: ارسلان شادمان

ویراستاران: فرج‌الله محمودی، شهناز عباسپور

کسی که بخواهد به تحقیقات بنیادی در ریاضی بپردازد، به سالیان طولانی یادگیری و استعدادی درخشان نیازمند است. متقابلاً، شیفتگان ریاضیات از یک سلسله امکانات برای رشد و تربیت برخوردارند و به بازار کار متنوعی راه می‌یابند.



یک درس ریاضی در دانشگاه. (کلیشه انستیتوی ریاضیات، دانشگاه بردو<sup>۱</sup>)

---

<sup>۱</sup> Mashaal, Maurice: *Comment devenir mathématicien*,  
in: *L'explosion des mathématiques*, SMF et SMAI, Paris, 2002, p. 98-103

در قرن ۱۷، یک وکیل دعاوی اهل تولوز به نام پیر دو فرما<sup>۱</sup> (۱۶۰۱ تا ۱۶۶۵) ساعت‌های تفریح خود را صرف تحقیق در ریاضی و مراسلاتی راجع به این تحقیق می‌کرد. هرچند ریاضیات حرفه‌ای او نبود، اما فرما موفق به کشفیات بزرگی در ریاضی گردید. به عنوان مثال، او یکی از پیشگامان در زمینه ورود فنون جبری در هندسه است، و کارهایی که در زمینه نظریه اعداد کرده است او را مشهور ساخته‌اند، به ویژه به مناسبت پنداره‌ای که او بیان کرد و تا سال ۱۹۹۴ ثابت نشد (این پنداره می‌گوید که هرگاه عدد صحیح ثابت  $n$  بزرگ‌تر از ۳ یا مساوی ۳ باشد، آنگاه معادله  $x^n + y^n = z^n$ ، جواب  $x$  و  $y$  و  $z$  در اعداد صحیح مثبت ندارد). فرما در واقع یکی از برجسته‌ترین ریاضیدانان قرن خود بود.

دوره‌ای که شخص با استعدادی می‌توانست به شکل خودآموز در ساعت‌های تلف شده‌اش به کشفیات بزرگی نایل آید، سپری شده است. بدون تردید هنوز افرادی پیدا می‌شوند که شیفته ریاضیات‌اند، هرچند ریاضیات حرفه‌ای آنان نیست، اما به طور اتفاقی، قضیه‌هایی را کشف و ثابت می‌کنند. در حال حاضر نه تنها این گونه موارد نادرند، بلکه مهمترین ویژگی آنها این است که نتایج حاصل عموماً حول مسائل بی‌اهمیت و در حاشیه جریان‌های عظیم تحول ریاضیات دور می‌زنند.

خیر اگر امروز کسی مایل باشد به یک ریاضی‌پیشه واقعی تبدیل شود، باید پیش از هر چیز به سالیان دراز تحصیل تن در دهد. حدود ۸ سال پس از دیپلم دبیرستان لازم است تا کارآموز - ریاضیدان به شناخت و توانمندی‌های اساسی برسد و بتواند متکی به نفس و مستقلاً نتایج ریاضی اصیلی را به دست آورد.

**مسیر کلاسیک: دیپلم تحصیلات عمومی دانشگاهی DEUG، کارشناسی<sup>۲</sup>، کارشناسی ارشد<sup>۳</sup>، دیپلم تحصیلات عمیق DEA و رساله دکتری.**

قبول داریم که تحصیلات عالی طولانی لازم است، اما کدام تحصیلات؟ راه سنتی در فرانسه این است که نخست دوره اول دانشگاهی<sup>۴</sup> به مدت ۲ سال سپس دوره دوم<sup>۵</sup> که

<sup>۱</sup> Pierre de Fermat

<sup>۲</sup> licence

<sup>۳</sup> maîtrise

<sup>۴</sup> premier cycle universitaire

<sup>۵</sup> second cycle

مدت آن نیز ۲ سال است و نهایتاً دوره سوم<sup>۱</sup> که حدود ۴ سال طول می‌کشد، سپری شود. دوره اول به DEUG (دیپلم تحصیلات دانشگاهی عمومی) اختصاص دارد. برای ریاضیدانان آینده، راه معمول این است که DEUG علمی را در شاخه «ریاضیات، انفورماتیک و کاربرد در علوم» (MIAS) بگذرانند که آموزش آن بر ریاضیات، انفورماتیک و فیزیک متمرکز است. راه دیگر آن است که DEUG را در شاخه «ریاضیات کاربردی و علوم اجتماعی» (MASS) بگذرانند که از یک سو حول ریاضیات و انفورماتیک و از سوی دیگر در زمینه علوم اقتصادی و انسانی دور می‌زند.

نخستین سال دوره دوم دانشگاهی اختصاص به مدرک کارشناسی (لیسانس) و سال دوم اختصاص به مدرک کارشناسی ارشد (میتریز) دارد، البته این کار را می‌تواند به چند طریق انجام دهد. دانشجویی که هدفش پژوهش اساسی در ریاضیات باشد، لیسانس و متریز را در رشته ریاضی می‌گیرد. اما دانشجویی که علاقه‌مند به ریاضیات کاربردی در علوم اقتصادی و انسانی باشد، سیکل دوم را در MASS<sup>۲</sup> می‌گذراند. هم‌چنین ممکن است دانشجو بخواهد متریز خود را در شاخه مهندسی ریاضی بگیرد و خود را برای کار در کاربردهای صنعتی آماده کند، که در این صورت تکیه‌اش روی آنالیز عددی، مدل‌سازی، انفورماتیک، احتمالات و آمار خواهد بود.

سال اول سیکل سوم به DEA (دیپلم تحصیلات عمیق) اختصاص دارد که بسیار متنوع است (فقط در ریاضیات، بالغ بر ۵۰ عنوان متمایز در فرانسه وجود دارد). در دوره DEA ممکن است بحث بر سر دیپلم تحصیلات عمیقی باشد که هنوز عمومی‌اند و طیف وسیعی از ریاضیات را در بر می‌گیرند، یا صحبت از DEAهای اختصاصی‌تری مانند DEAی الگوریتمیک، یا DEAی بیوماتماتیک (ریاضیات زیستی) باشد. انتخاب DEA تعیین‌کننده است: معمولاً در طول همین سال تحصیلی، دانشجو وارد مرحله آشنایی با پژوهش ریاضی می‌شود، با زمینه‌های مطرح روز رو به رو می‌گردد و ناچار به مطالعه عمیق مقالات تحقیقی می‌شود که برخی از آنها به‌تازگی انتشار یافته‌اند.

دیپلم تحصیلات عمیق بر دوره بعدی یعنی دکتری، که معمولاً در ۳ سال تهیه می‌شود، به‌طور وسیعی تأثیرگذار است. دانشجو زمینه تحقیقاتی خود را تعیین می‌کند، برای راهنمایی رساله خود یک استاد راهنما و هم‌چنین یک لابراتوار که او را بپذیرد دست و پا می‌کند، سپس آن قدر روی زمینه انتخاب شده کار می‌کند تا بتواند شخصاً به نتایج اصیلی

<sup>۱</sup> troisième cycle

<sup>۲</sup> ریاضی کار بسته و علوم اجتماعی

دست یابد که حاصل آن به شکل یک یا چند مقاله در مجلات حرفه‌ای منتشر خواهند شد. مدرک دکتری پس از نگارش و دفاع از رساله که در جلسه‌ای علنی و با حضور هیأت داوران متخصص برگزار شده باشد، اعطا می‌شود.

### ماژیستر و مدارس بزرگ، سکوهایی به سوی پژوهش بنیادی

لیسانس، متریز، DEA و رساله: به طور خلاصه مسیر تحصیلات رسمی در فرانسه برای تبدیل شدن به یک پژوهشگر ریاضیات هستند؛ غالباً چند سال پژوهش پسا-دکتری به این مسیر اضافه می‌شود، که البته توأم با دریافت پول به شکل بورس یا بر مبنای قراردادهایی برای یک دوره معین است که گاهی خارج از کشور انجام می‌گیرد. این دوره پیش از آن است که ریاضیدان جوان به عنوان پژوهشگر یا به عنوان آموزشی-پژوهشی به احراز شغل پایداری دست یابد: در اغلب کشورهای دیگر نیز کمابیش از همین مدل پیروی می‌شود. اشخاصی مانند آندرو وایلز<sup>۱</sup> ریاضیدان بریتانیایی که در ۱۹۹۴ نقطه ختم بر پنداره فرما نهاد، همین مسیر تحصیل و تحقیق را طی کرده‌اند.

در عمل مسیری که هم اکنون تشریح کردیم، با روایت‌های متعدد و یا استثناهای مهمی همراه است. نخست آن که در فرانسه، مدارس بزرگی نظیر دانشسراهای عالی (اکول نورمال سوپریور) و مدرسه پلی‌تکنیک گرایش به جذب درخشان‌ترین دانشجویان ریاضی دارند. داوطلبان شرکت در آزمون ورودی این مؤسسات که خیلی نخبه‌پرور هستند، به جای آن که دوره DEUG را بگذرانند، «کلاس‌های آمادگی» در برخی دبیرستان‌ها را به مدت ۲ (و گاهی ۳) سال می‌گذرانند؛ از مشخصات کلاس‌های آمادگی آن است که در آن آمادگی شدیدتر و مستلزم جدیت شخصی بیشتری از سوی داوطلبان است. پس از آزمون ورودی، دانشجویان دانشسرای جذب سیکل دوم و سپس سیکل سوم دانشگاه‌ها می‌شوند، و دانشجویان پلی‌تکنیکی در خود مدرسه پلی‌تکنیک ۲ سال آموزش می‌بینند، سپس اگر تمایل داشته باشند به تحصیل دانشگاهی در سطح DEA مشغول می‌شوند. برای کسی که بخواهد ریاضیدان شود، طی مسیر دانشسرای عالی یا مدرسه پلی‌تکنیک الزامی نیست، با وجود این می‌توان تأیید کرد که در فرانسه، بیشترین پست‌های پژوهشی در ریاضیات بنیادی را شاگردان سابق دانشسرای عالی یا مدرسه پلی‌تکنیک اشغال کرده‌اند. به هر تقدیر، بسیاری از دانشگاه‌ها دوره‌های ماژیستر<sup>۲</sup> هم ارائه می‌کنند. دانشجویان

<sup>۱</sup> Andrew Wiles

<sup>۲</sup> magistère

این دوره، که اکثراً دانشجویان دانشسرای هیستند، بر اساس پرونده تحصیلی بعد از DEUG و یا بعد از یک کلاس آمادگی، بر مبنای پرونده تحصیلی درخواست‌کنندگان انتخاب می‌شوند. به سود پژوهشگران آینده است که به جای ادامه شرایط عادی داوطلب گذراندن یک دورهٔ مازیستر شوند.

هم‌چنین اشاره کنیم که گذرگاه‌های متعددی بین مدارس مهندسی و دانشگاه‌ها وجود دارد. مثلاً شاگردان مدارس مهندسی می‌توانند بسته به علاقه و سطح معلومات خود برای گرفتن DEA یا تهیهٔ رسالهٔ دکترا به خط دانشگاهی بپیوندند. برعکس دانشجویان دانشگاه‌ها نیز می‌توانند به محض اتمام DEUG تحت شرایطی خاص به مدارس مهندسی راه یابند، و حتی پس از آن به یک مدرسهٔ عالی وارد شوند.

### مقطع مهندسی: دورهٔ تحصیل کوتاه‌تر و توجه کمتر به اهداف پژوهشی

چند کلمه هم دربارهٔ مدارس مهندسی صحبت کنیم که معمولاً شاگردانشان را پس از گذراندن کلاس‌های آمادگی با آزمون ورودی انتخاب می‌کنند. با آن که پیشاپیش هدف این مدارس بیشتر تربیت مهندس است تا محقق، معمولاً در آنجا آموزش ریاضیات از سطح خوبی برخوردار است. برخی از این مدارس به ویژه مناسب برای تحصیل افرادی است که خواهان برقراری ارتباط میان ریاضیات و یک زمینهٔ مهندسی یا فناوری از قبیل مکانیک، آکوستیک، انفورماتیک و غیره هستند. تعدادی مدرسهٔ عالی تخصصی نیز وجود دارد، مثلاً می‌توان از ENSAE (مدرسهٔ دولتی آمار و مدیریت اقتصادی) یا ENSAI (مدرسهٔ دولتی آمار و تحلیل اطلاعات) که آماردان تربیت می‌کنند یا EURIA را که بیمه‌گر تربیت می‌کند و غیره نام برد.

پس از چهار یا پنج سال تحصیلات عالی در مدارس مهندسی ورود نسبتاً سریع به زندگی فعال امکان‌پذیر خواهد بود. آشکارا، نوع فعالیت یک مهندس ریاضیدان که در مؤسسه‌ای کار می‌کند با زندگی پژوهشگری که در یک آزمایشگاه تحقیقاتی کار می‌کند متفاوت است: فعالیت مهندس بیشتر شامل کاربرد ریاضیات شناخته شده در مسائل ملموس است و کمتر به آفرینش ریاضیات جدید می‌پردازد. با وجود این، بین این دو نوع فعالیت، انواع زمینه‌های تلاش بینابین وجود دارد که میزان گرایش آن به مؤسسهٔ صنعتی، سازمان، آزمایشگاه و یا شخص مهندس مورد بحث وابسته است. مثلاً مهندسی که در جریان گذراندن رسالهٔ دکتری خود با پژوهش آشنا شده و در شرکت بزرگی با فناوری بالا کار می‌کند، می‌تواند کارهای پژوهشی بنیادی انجام دهد.

سرانجام باید دانست که آموزش‌های نوع مهندسی را دانشگاه‌ها نیز بر عهده می‌گیرند و این کار را در انستیتوهای دانشگاهی حرفه‌ای<sup>۱</sup> (IUP) یا در برخی متریزهای حرفه‌ای مانند متریز MIAGE (روش‌های انفورماتیک با کاربرد در مدیریت صنایع<sup>۲</sup>) و MST (متریز علوم و فنون<sup>۳</sup>) انجام می‌دهند. این نوع آموزش‌های «دیپلم متوسطه به اضافه<sup>۴</sup> ۴ سال» نیز مانند مدارس مهندسی به طور ویژه و انحصاری بر ریاضیات متمرکز نیستند. اما یک DESS (دیپلم تحصیلات عالی اختصاصی<sup>۴</sup>) که شبیه DEA اما با هدفی حرفه‌ای است، می‌تواند این نوع آموزش‌ها را تکمیل کند و او را به سمت ریاضیات مشخص‌تری هدایت نماید. به این ترتیب DESS‌هایی در «حساب علمی و انفورماتیک»، یا در «مهندسی ریاضی» و یا «ریاضیات، انفورماتیک و ایمنی اطلاعات»، و یا «مدل‌سازی تصادفی و پژوهش عملی» و غیره به وجود آمده‌اند: به حدّ وفور انتخاب وجود دارد.



در ریاضیات، بیش از سایر رشته‌های علمی، نقش کتابخانه به عنوان یک ابزار اساسی در کار دانشجویان و پژوهشگران مشهود است. (کلیشه انستیتوی ریاضیات، دانشگاه بردو<sup>۱</sup>)

---

<sup>۱</sup> Institut Universitaire Professionnalisé

<sup>۲</sup> Méthodes Informatiques Appliquées à la Gestion des Entreprises

<sup>۳</sup> Maîtrise de Sciences et Techniques

<sup>۴</sup> Diplôme d' Etudes Supérieures Spéualisées

تخصص میان رشته‌ای، کلیدی برای آینده است.

شمار فراوانی از افراد معتقدند که باید ریاضیات با وسعت بیشتری به سوی رشته‌های دیگر راه یابد. در حوزه‌های بیشماری، سودمندی و نیاز به ریاضیات بیشتر از احساس می‌شود. برعکس، مسائل ملموسی که در این حوزه‌ها مطرح می‌شوند، می‌توانند الهام‌بخش تحقیقات بنیادی پربراری باشند و موجبات پیشرفت دانش ریاضی را نیز فراهم کنند. در درونمایه نهادهای آموزشی و پژوهشی، اراده سیاسی در روند گسترش میان رشته‌ای مشهود است، اما پیاده کردن این فکر هنوز خالی از اشکال نیست. یکی از زمینه‌های اصلی فعالیت در جهت تحقق فکر میان - رشته‌ای زمینه آموزش عالی است. هرچند در سطح DEA و DESS رشته ریاضی می‌بینیم که در بجه‌هایی به سوی حوزه‌های دیگر گشوده شده است، اما در مقطع سیکل دوم دانشگاهی (لیسانس و متریز) موقعیت نگران کننده‌تر به نظر می‌رسد: به گفته ژان پیر بورگینیون<sup>۱</sup> رئیس IHÉS (انستیتوی تحقیقات عالی علمی<sup>۲</sup>) «آموزش ریاضیات در این مقطع به گونه تقریباً کاملی تک پارچه است». باید به بازنگری و بازاندیشی برنامه‌ها پرداخت، چرا که در طول دهه‌های اخیر تحول ناچیزی داشته‌اند. «مثلاً مواجهه بین ریاضیات و زیست‌شناسی یا پزشکی وجود خارجی ندارد و ریاضیات گسسته نیز به همین منوال است». با این وصف، می‌توان به تحول‌هایی مانند امتحان مدل‌سازی در آزمون کنکور آگرگاسیون اشاره کرد. یک زمینه دیگر فعالیت در جهت میان - رشته‌ای مربوط به استخدام پژوهشگران و آموزشگر - پژوهشگران و هم چنین پیشرفت‌هایی در وضعیت شغلی آنان است. همان گونه که ژان - مارک دزویه<sup>۳</sup>، رئیس بخش ریاضیات در اداره علمی دانشگاهی (وزارت تحقیقات<sup>۴</sup>) خاطرنشان می‌کند: «می‌توان به مبادلات متخصصین میان رشته‌ای در کمیسیون‌های استخدامی کمک کرد»، مثلاً امکان استخدام آماردانان را در آزمایشگاه‌های بیولوژی فراهم نمود. هم چنین می‌توان آزمایشگاه‌هایی تأسیس کرد که به زمینه‌های چند رشته‌ای اختصاص داشته باشند، و یا سعی کرد برخی از آزمایشگاه‌های موجود، با ایجاد تحولاتی در آن به این سو سوق داده شوند. نهادهایی مانند CNRS (مرکز ملی تحقیقات علمی) و وزارت تحقیقات هم‌اکنون این کار را انجام می‌دهند. اما مشکلات عدیده‌ای بر سر راه میان رشته‌ای شدن وجود دارد: باید برخی عادت‌ها را ترک کرد، مانع‌های اداری یا اساسنامه‌ای را باید دور زد، بر مشکل ناشی از آن که پژوهشگران رشته‌های مختلف همدیگر را درک نمی‌کنند فائق آمد، و سرانجام باید سرمایه‌گذاری‌های مناسبی هم از حیث نیروی انسانی و هم از حیث پول به عمل آید، و غیره. هنوز اول کار است. کریستیان پسکین<sup>۵</sup>، رئیس علمی وابسته به ریاضیات در CNRS می‌گوید: «رقابت و تخصص‌گرایی علمی، نظام‌های ارزشیابی و استخدام، غالباً گرایش به آن دارند که دیدگاه‌های سنتی و کم تحرک از تسهیلات برخوردار شوند». برای اشخاصی که از آموزش و توانمندی اصیلی برخوردار گشته باشند و سپس بخواهند خطرات (علمی) زمینه‌های جدید را بپذیرند، در نظام موجود به اندازه کافی موجبات تشویق فراهم نیست. اما شاید کسانی که در حال حاضر به نقش و جایگاه مهمی در زمینه‌های چندرشته‌ای دست یافته‌اند، بتوانند با همراهی و تشویق، عده‌ای از همکاران و دانشجویان را به تقلید از خود وادارند.

Jean-pierre Bourguignon ۱

Institut des Hautes Etudes Scientifiques ۲

Jean-Marc Deshouillers ۳

Minister de la Recherche ۴

Christian Peskine ۵

اشتغالات متعدد در انتظار تحصیل کرده‌های ریاضی است: به نسبت امکاناتی که آموزش در اختیار سایر زمینه‌های علمی قرار می‌دهد به همان اندازه اشتغال وجود دارد.

چه مشاغلی به دارندگان مدارک ریاضی عرضه می‌شود؟ برای اشخاصی که دارای مدرک دکتری هستند و یا فراتر از آن هم رفته‌اند، راه طبیعی، تحقیق و آموزش عالی است: سازمان‌های پژوهشی دولتی مانند CNRS، INRIA، CEA، ONERA و غیره... اما در شرکت‌های بزرگی مانند RATP یا EDF-GDF، محققین و در دانشگاه‌ها افراد مدرس - محقق استخدام می‌شوند. به همین ترتیب مدارس عالی یا مدارس مهندسی، مدرس استخدام می‌کنند و در مواردی که دارای آزمایشگاه پژوهشی باشند، محققین را نیز جذب می‌کنند. با این وصف، تعداد محل‌های استخدامی در پژوهش و آموزش عالی خیلی زیاد نیست، و در نتیجه استخدام از این طریق بسیار گزینشی است. با ارائه ارقام زیر مطلب روشن می‌شود: مرکز ملی تحقیقات علمی (CNRS) حدود پانزده ریاضیدان جوان را با عنوان «متصدی پژوهشی<sup>۱</sup>» در سال استخدام می‌کند (۲۰ نفر در سال ۱۹۹۵ و ۱۳ نفر در سال ۱۹۹۷) و دانشگاه‌ها هم حدود ۱۰۰ نفر را با عنوان «استادیار» (۱۱۶ نفر در ۱۹۹۵ و ۱۱۱ نفر در ۱۹۹۷) جذب می‌کنند؛ این ارقام را باید با تعداد مدارک دکترایی که هر سال اعطا می‌شود مقایسه کرد، یعنی تقریباً با ۳۵۰ تا ۴۰۰ نفر سالانه در فرانسه.

مؤسسات خصوصی به طور سنتی مهندسین را استخدام می‌کنند و محل اندکی برای جذب ریاضیدانان (به معنی پژوهشگر) دارند. با وجود این لزوم پژوهش‌های ریاضی دقیق، در حوزه‌های مانند بازرگانی، بیمه، انفورماتیک، مخابرات عددی، رباتیک، صنعت هوا - فضا، تحقیقات نفتی و غیره که تعدادشان رو به ازدیاد است احساس می‌شود. هم‌چنین، حضور ریاضیدانان در مؤسسات صنعتی در حال افزایش است؛ جذب بیشتر ریاضیدانان در این بخش زمانی ساده‌تر انجام می‌پذیرد که دوره آموزشی و پژوهشی ریاضیدان داوطلب شامل گرایش‌هایی در سایر رشته‌ها باشد (داخل کادر ضمیمه را ملاحظه نمایید).

تحصیلات ریاضی در سطح پایین‌تر از دکترا به مشاغل بیشتری دسترسی دارد، اما حرفه‌های متناظر آنها از حرفه ریاضیدان به معنی کلمه دور می‌شود. یکی از راه‌ها که از حیث تعداد حائز اهمیت است، آموزش متوسطه است: اشتغال به تدریس در دبیرستان‌ها

<sup>۱</sup> chargé de recherche

هم می‌تواند پس از لیسانس و هم پس از متریز باشد، سپس یک سال دوره تکمیلی (پس از لیسانس) برای شرکت در آزمون کنکور CAPES و یا یک سال دوره تکمیلی (پس از متریز) برای شرکت در آزمون آگراسیون<sup>۱</sup> امکان پذیر است. اما یک سلسله امکانات شغلی هم وجود دارد که نیازمند خبرگی داوطلب در ریاضیات است، مثلاً در بانک‌ها، در شرکت‌های بیمه، در انفورماتیک، در بخش‌های «پژوهش و توسعه» کارخانه‌ها و صنایع، و غیره. خطر بیکاری برای افرادی که دوره تحصیلات آنان علاوه بر ریاضیات، یک یا چند زمینه تخصصی دیگر را نیز در بر گرفته باشد، خیلی ضعیف است.

موریس ماشال  
روزنامه‌نگار علمی

### چند مرجع

- *Infosup n° 189*, janvier-février 2001 (Dossier de l'ONISEP sur les études universitaires de mathématiques et leurs débouchés).
- Site Internet de l'ONISEP (Office national d'information sur les enseignements et les professions): <http://www.onisep.fr>.
- *Mathématiques à venir-où en est-on à la veille de l'an 2000?* supplément au n° 75 de la *Gazette des mathématiciens*, publié par la SMF et la SMAI (1997).

Maurice Mashaal  
Journaliste scientifique