

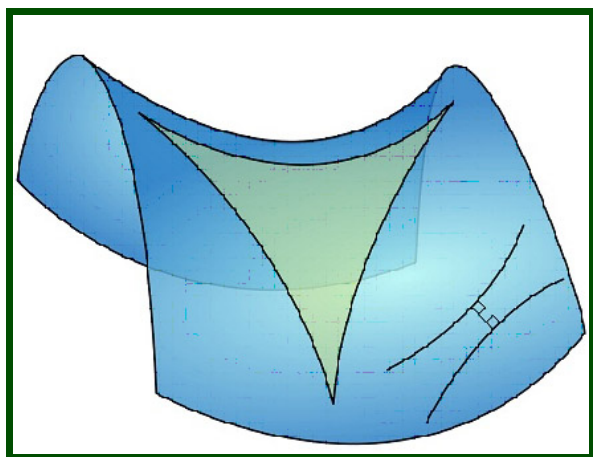
## کاوش‌های زیبای ریاضی مریم میرزاخانی

دستاوردهای علمی مریم میرزاخانی، بهترین یادآور زندگی او، بعد از مرگ ناگهانی‌اش است

برگردان: فرشته ملک\*

و بسیار بزرگوارانه برای شنیدن سخنان مخاطبین خود، زمان صرف می‌کرد. در ورای متانت همراه با آرامش او، یک سرسختی پولادین و ایده‌های ژرف و طبیعتاً یک تعصب و اشتیاق وافر به علم ریاضی و یک تلاش بی‌وقفه برای رسیدن به لحظهٔ "آها" وجود داشت. رسیدن به این لحظه، شاید سال‌ها برای او طول می‌کشید، چرا که او روی ایده‌های عمیق و بنیادی کار می‌کرد.

بعد از یکی از سخنرانی‌های او، باهم در حین گفتگو، قدم می‌زدیم، که ناگهان صدای یک کودک را از یکی از اتاق‌های مجاور شنیدیم و مریم فریاد زد: "آناهیتا!" این صدای دخترش بود. صدای مریم تمام اتاق را فرا گرفت. آهنگ بانگ او با آنچه در هنگام سخنرانی داشت، تفاوت می‌کرد. تمام شخصیت انسانی او در این فریاد نهفته بود. کار و تلاش مریم، خلاقیت‌های ریاضیدانان از سایر نقاط دنیا را به هم مرتبط می‌ساخت. قسمتی از کار او این بود، که منحنی‌های بسته روی رویه‌ها را شمارش می‌کرد. یک رویه‌ی ریاضی، به زبان ساده، لایه بیرونی یک جسم صلب است. در توپولوژی، رویه‌ها با تقریب تغییراتی مانند خم شدن، کشیده شدن یا جمع شدن، ولی نه پاره شدن، بررسی می‌شوند. این لطیفه قدیمی معروف است که یک توپولوژیست نمی‌تواند یک فنجان قهوه را از یک دونات تشخیص دهد. رویه‌ها می‌توانند سوراخ و یا لبه داشته باشند. به این ترتیب یک قرص دایره و یک استوانه هر دو رویه‌اند.



نمونه‌ای از یک منحنی بسته روی سطح ریمان فرضی

این متن ترجمه‌ای از مقاله زیر است:

Moira Chas, The Beautiful Mathematical Explorations of Maryam Mirzakhani, Quanta magazin, July 24, 2017



تأثیر غم و اندوه ناشی از شنیدن خبر مرگ ناگهانی مریم میرزاخانی، مرا برآن داشت که تمام مقالاتی را که درباره او می‌توانستم بیابم، مطالعه کرده و زمانی که مقالات بیشتری نیافتم، مطالعه نظراتی را شروع کردم که توسط خوانندگان مقالات در ذیل هر مقاله نگاشته شده بودند. بسیاری نوشته‌اند، که آنها او را «غیر قابل توصیف و غیر قابل درک» شناخته بودند، که به گفته خود از چالشگران عرصه ریاضیات بودند. برعکس مریم نه تنها غیرقابل درک نبود، بلکه او به وسیله گفتار و کردارش به ما نشان داد که اندیشه‌ها و ایده‌های ریاضی قابل درک‌اند اگر با پشتکار و به اندازه کافی به آنها پرداخته شود. این خود او نبود که در کنفرانس‌ها و سخنرانی‌هایش می‌درخشید، بلکه ایده‌های ریاضی که مطرح می‌کرد، ستاره‌های درخشان بودند. او آرام و واضح سخن می‌گفت و شیوه تحلیلش باعث ایجاد لذتی عمیق می‌شد.

مریم این توانایی را داشت که خیلی سریع منظور مخاطبش را درک کند و در همان راستا صحبت کند، مهارتی که در ریاضیدانان بندرت دیده می‌شود. او به سخنان مخاطب خود با دقت گوش می‌داد

تجسم نمود: تصور کنید که همچنان موجودات بسیار کوچکی هستیم که روی چیزی شبیه به یک مربع زندگی می‌کنیم. «چیزی شبیه به یک مربع» به این معناست که: اگر در یک خط مستقیم حرکت کنیم و به یک ضلع، مثلاً ضلع بالایی برخورد کنیم، برای ادامه‌ی مسیر در همان راستا، باید از ضلع پایین و درست از نقطه‌ی مقابل به همان نقطه‌ای که در بالا به آن رسیده بودیم و در همان جهت، همان راه را ادامه دهیم.

در بعضی از بازی‌های رایانه‌ای، مانند پک-من، وقایع روی سیاره‌ای به شکل همین «چیزی شبیه به یک مربع» اتفاق می‌افتد. برای آنکه باور کنیم که این سیاره مانند یک چنبره است، نیاز داریم در این مورد قدری تفکر و اندیشه‌نمائیم. متر در این حالت آن متری نیست که وقتی روی سطح بیرونی دونات زندگی می‌کردیم دیدیم، بلکه ایده‌ی «چیزی شبیه به یک مربع» نشان می‌دهد که متر چگونه باید توصیف شود.

مشخصه جالب متر پک-من، این است که در هر نقطه از سیاره که ایستاده باشیم، منظره‌ای یکسان با منظره‌ی رؤیت شده از نقطه قبلی خواهیم دید. آنجا کاملاً تخت است.

اگر توپولوژی یک رویه به قدر کافی پیچیده باشد (یعنی اگر آن شیء به شکل کره، چنبره، یک قرص، یا یک استوانه نباشد)، آن رویه می‌تواند مجهز به متری به نام متر هذلولی گردد، با چنین متری مناظر در هر نقطه مانند راه کوهستانی و یا چپس سبب زمینی پرینگلس<sup>۲</sup> به نظر می‌رسند.

این مترها، دیگر تعبیری شبیه متر پک-من روی سطح دونات، که برای اندازه‌گیری فاصله بود را ندارند. اما همانگونه که ما از مرحوم ویلیام ترستن<sup>۳</sup> آموخته‌ایم، می‌توانیم بعد از تمرین‌های ذهنی، عادت کنیم که آنها را با عینک ریاضی ببینیم.

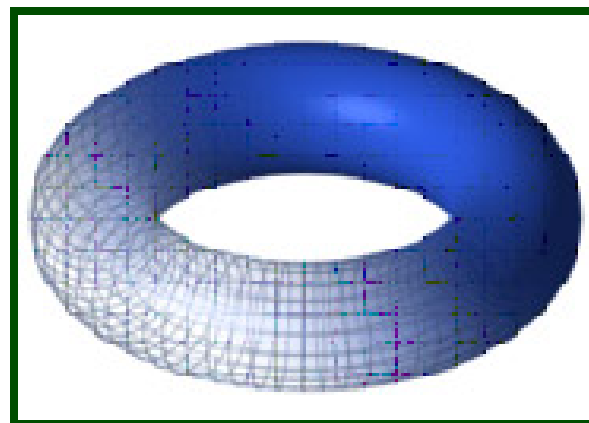
مجموعه همه منحنی‌های روی یک رویه که می‌تواند تغییر شکل دهند و به یک منحنی مفروض تبدیل شوند، یک کلاس تغییر شکل نامیده می‌شود.

یکی از مشخصه‌های جالب توجه هندسه هذلولوی این است، که در هر یک از کلاس‌های تغییر شکل، فقط یک منحنی بسته، کمترین طول ممکن را در کلاس خود دارد. این منحنی را منحنی ژئودزیک<sup>۴</sup> نامیدند.

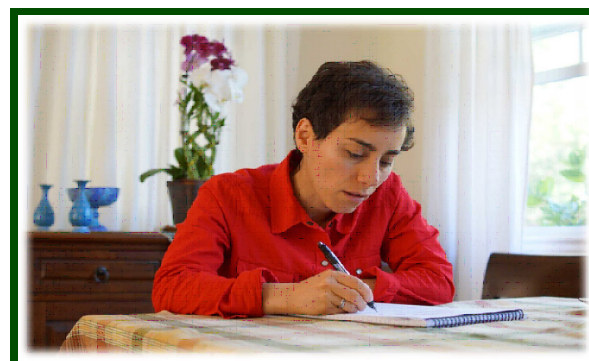
قسمتی از کار مریم، این بود، که این منحنی‌های ژئودزیک را روی رویه‌های با متر هذلولوی شمارش نماید. قبل از او ریاضیدانان می‌دانستند، که یک رویه، تعداد متناهی ژئودزیک با یک طول مشخص را دارا می‌باشد. علاوه بر آن، ریاضیدانان می‌دانستند که

منحنی‌های بسته روی یک رویه، مانند نوارهای بسیار باریک پلاستیکی هستند که به دور آن پیچیده شده‌اند. منحنی‌ها نیز با تقریب تغییر شکل روی رویه‌ها بررسی می‌شوند. برای مثال روی یک استوانه، هر منحنی بسته‌ای می‌تواند تغییر شکل دهد به یک منحنی دیگری که یک، دو، سه بار یا بیشتر دور استوانه پیچیده، و یا هیچ بار دور استوانه پیچیده، یعنی تغییر شکل دهد به یک نقطه.

رویه‌ها همچنین می‌توانند از دیدگاه هندسی مورد مطالعه قرار گیرند. در این حالت، رویه‌ها مجهز به یک متر می‌شوند که به واسطه آن می‌توان فاصله و زوایا را اندازه‌گیری کرد. ریاضیدانان، لایه بیرونی دونات را چنبره<sup>۱</sup> نامیده‌اند.



یکی از راه‌های تعریف یک متر روی یک چنبره به این ترتیب است که تصور کنیم موجودات بسیار ریزی هستیم که روی چنبره زندگی می‌کنیم، جایی که می‌توانیم فاصله‌ها و زوایا را اندازه‌گیری کنیم. منظره‌ای که در اطراف مشاهده می‌کنیم، با تغییر مکان از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر ممکن است تغییر کند.



امکان دیگری نیز وجود دارد که بتوان با آن یک متر روی چنبره را

آنوعی چپس سبب زمینی دارای برش‌های نازک تاب دار، که مانند یک سطح، که از منحنی‌های بسته تشکیل شده، می‌باشد

<sup>1</sup>Torus <sup>3</sup>William Thurson <sup>4</sup>Geodesic

نظریه‌ی «ریسمان» گردید.

کمی بیش از یک دهه پیش، وقتی که دنیای ریاضیات، تازه در مورد مریم میرزاخانی می‌شنید، به سختی می‌توانست نام او را تلفظ کند. قدرت و زیبایی کارهای او، ما را وادار کرد که تلفظ صحیح نام او را بیاموزیم. نبودن او در میان ما، بسیار دردناک است و باور آن بسیار سخت است. تأثیر کارهای او در من این آرزو را ایجاد کرد، که کاش او در مقابل مرگ بیمه شده بود.

شاید بهترین راه برای ریاضیدانان، برای گرامیداشت یاد و خاطره‌ی او، ادامه و توسعه کارها و نتایج پژوهش‌های ناب او باشد. خانم مویرا چاس یکی از ریاضیدانان دانشگاه استونی بروک است.

• مترجم از آقای دکتر حسن حقیقی برای زحمت ویرایش متن سپاسگزار است.

\* دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

تعداد ژئودزیک‌های کوتاه‌تر از یک طول مشخص، برای رسیدن به این طول، به طور نمایی رشد می‌کنند این رشد نمایی، توان ما را برای محاسبات تمام عیار و کامل کاهش می‌دهد.

یکی از مسائلی که مریم موفق به حل آن شد، چگونگی رشد تعداد ژئودزیک‌های بدون تقاطع بود. او مجموعه ژئودزیک‌های بدون تقاطع را به انواعی تقسیم کرد. دو ژئودزیک بدون تقاطع را از یک نوع نامید هرگاه به تعبیری هر دو به صورتی معادل روی رویه‌ی نشسته باشند.

او ثابت کرد، که روی یک رویه‌ی هذلولوی، تعداد ژئودزیک‌های بدون تقاطع از یک نوع مورد نظر، وقتی که طول افزایش می‌یابد، مانند یک چندجمله‌ای (و نه نمایی) رشد می‌کنند. این کشف به محاسبات دقیق و کامل، کمک شایانی می‌کند. مریم فرمول‌های واضح و دقیقی برای تعیین ضرایب این چندجمله‌ای‌ها ارائه داد. (خواننده می‌تواند با رسم یک منحنی بسته روی تکه‌ای از کاغذ با سه سوراخ روی آن، به پیچیدگی‌های این منحنی‌ها پی برد) علاوه بر آن، این کار منجر به اولین اثبات یکی از مشهورترین حدس‌های ادوارد ویتن<sup>۵</sup> مربوط به

## آگهی

ده سری پوستر رنگی: پنج سری به قطع  $۵۸ \times ۸۸$  سانتی‌متر به نام‌های ابوریحان بیرونی، ابوالوفا بوزجانی، ابوعماد محمدبن موسی خوارزمی، غیاث‌الدین ابوالفتح عمر خیام و غیاث‌الدین جمشید کاشانی و پنج سری پوستر به قطع  $۴۸ \times ۶۸$  سانتی‌متر به نام‌های تمدن اسلامی، دوران طلایی یونان، دوران‌های اولیه، عصر نوین و نوزائی (رنسانس)، از انتشارات ستاد ملی سال جهانی ریاضیات در دبیرخانه انجمن موجود است. بهای این ده پوستر  $۱/۵۰۰/۰۰۰$  ریال و هزینه ارسال آن‌ها  $۳۰۰/۰۰۰$  تعیین شده است. این مجموعه زیبا و پرمحتوا می‌تواند زینت‌بخش کتابخانه‌ها، سالن‌ها، کلاس‌ها، اتاق‌ها و راهروهای دانشگاه‌ها، دبیرستان‌ها و مجامعی نظیر فرهنگ‌سراها و خانه‌های ریاضیات باشد. از علاقه‌مندان، به‌ویژه مسئولان و مدیران محترم تقاضا می‌شود جهت خرید این مجموعه نفیس با دبیرخانه انجمن تماس بگیرند.

<sup>5</sup>Edward Witten's string theory