

جشنواره پیشگامان اینوتکس یکی از بخش‌های نمایشگاه اینوتکس است که همزمان با نمایشگاه اینوتکس از ۱۲ تا ۱۳ اردیبهشت‌ماه امسال برگزار خواهد شد. این جشنواره شامل برگزاری پاپوین محصولات فناوریانه برتر کل کشور و همچنین رونمایی از تعدادی محصول با فناوری بالا می‌شود. عدم معرفی محصول و یا نوع ارتقایافته آن در نمایشگاه‌ها، جشنواره‌ها و

### اعطای تسهیلات به پیشگامان اینوتکس

رسانه‌های داخلی و خارجی کشور، نبود مشابه داخلی، کامل بودن فرآیند تجاری‌سازی و دارا بودن مجوز و تاییدیه فنی از مراجع ذی‌صلاح از شاخص‌های مؤثر برای انتخاب محصولات در این بخش به‌شمار می‌رود. شرکت‌هایی که محصولات‌شان در اینوتکس ۲۰۲۵ رونمایی شود، علاوه بر بهره‌مندی از فرصت‌ها و مزایای ذاتی برگزاری مراسم رونمایی، از تسهیلاتی چون حضور

در غرفه ویژه پیشگامان، رونمایی از محصول با حضور وزرا و معاونین رئیس‌جمهور، رونمایی از محصول با حضور صاحبین صنایع و مشتریان بالقول محصول، قرارگیری محصول برتر در سامانه فن‌بازار ملی ایران و پوشش خبری و تبلیغاتی از طریق ساخت مستند، انجام مصاحبه و هماهنگی پخش در رسانه‌های دیداری-شنیداری برخوردار خواهند شد.



# شوگ به ریاضیات؛مسأله ۱۲۵ساله ریاضی حل شد؟

## پیشرفت در حل مسأله ششم هیلبرت؛ گام بزرگی در زمینه‌سازی فیزیک در ریاضیات

هنگامی که بزرگ‌ترین ریاضیدان زنده از چشم‌انداز پژوهشی قرن آینده پرده‌برداری می‌کند، دنیای ریاضی متحول می‌شود. این دقیقا همان اتفاقی است که سال ۱۹۰۰ در کنگره بین‌المللی ریاضیدانان در دانشگاه سوربن پاریس پیش آمد. دیوید هیلبرت، ریاضیدان افسانه‌ای، ۱۰ مسأله حل‌نشده را به‌عنوان راهنمایی‌جاءطلبانه برای قرن بیستم ارائه کرد. او بعدها فهرست خود را به ۲۳ مسأله گسترش داد که تاثیر آنها بر تفکر ریاضی در ۱۲۵ سال گذشته غیرقابل انکار است. ششمین مسأله هیلبرت یکی از عالی‌ترین مسائل بود. او در این مسأله خواستار «بدیهی‌سازی» فیزیک شد؛ یعنی یافتن حداقل مفروضات ریاضی که پایه نظریه‌های فیزیکی را تشکیل می‌دهند. اگرچه هدف کلی بدیهی‌سازی کل فیزیک همچنان دشوار است، اما هیلبرت زیرهدف‌های خاصی را مشخص کرد؛ ازجمله یکپارچه‌سازی نظریه‌های دینامیک سیالات در مقیاس‌های مختلف. به‌طورکلی، مشخص نیست که فیزیک‌دانان ریاضی هرگز بتوانند بفهمند که آیا این چالش را حل کرده‌اند یا خیر. با این حال، از آن زمان محققان دیدگاه او را به‌گام‌های مشخصی برای حل مسأله ششم تبدیل کردند. در پیشرفتی شگفت‌انگیز در ماه مارس سال جاری، ریاضیدانان یو‌تنگ از دانشگاه شیکاگو به همراه راه‌راهانی و شیائو‌ها از دانشگاه میشیگان مقاله جدیدی را به سرور پیش چاپ arXiv ارسال کردند که ادعا می‌کند یکی از این اهداف را شکست داده است. اگر مقاله آنها در برابر موشکافی تاییدکنندگان دوام بیاورد، یک گام بزرگ به سمت

پایه‌گذاری فیزیک در ریاضیات خواهد بود و ممکن است دری را برای پیشرفت‌های مشابه در سایر زمینه‌های فیزیک باز کند.

#### یکپارچه‌سازی سه نظریه فیزیک

در این مقاله، محققان پیشنهاد می‌کنند که چگونه سه نظریه فیزیکی را که حرکت سیالات را توضیح می‌دهند، متحد کنند. این تئوری‌ها طیف وسیعی از کاربردهای مهندسی، از طراحی هواپیما گرفته تا پیش‌بینی آب‌وهوا را کنترل می‌کنند؛ اما این تئوری‌ها تاکنون بر فرضیاتی استوار بود که به‌طور دقیق اثبات نشده بودند. این پیشرفت، خود نظریه‌ها را تغییر نمی‌دهد؛ اما از نظر ریاضی آنها را توجیه و اعتماد جهان را تقویت می‌کند؛ مبنی بر این‌که معادلات به روشی که ما فکر می‌کنیم، کار می‌کنند. مسأله ششم هیلبرت به‌دنبال آن است که نظریه‌های فیزیکی از اصول اولیه مشتق شوند، به‌طوری‌که هر سطح از توصیف به‌طور منطقی از سطح پایین‌تر منتج شود. در دینامیک سیالات، این شامل اتصال نظریه‌ها در سه مقیاس است: میکروسکوپیکی، مزوسکوپیکی و ماکروسکوپیکی. در سطح میکروسکوپیکی، سیالات به‌عنوان ذراتی مدل‌سازی می‌شوند که تحت قوانین حرکت نیوتن رفتار می‌کنند، مانند توپ‌های بیلیارد که به هم برخورد می‌کنند. در سطح مزوسکوپیکی، معادله بولتزمان که در سال ۱۸۷۲ توسط لودویگ بولتزمان توسعه یافت، رفتار آماری تعداد زیادی ذره را توصیف می‌کند و به‌جای مسیرهای فردی، به روند‌هایی مانند تکانه و هدایت گرمایی توجه دارد. در سطح ماکروسکوپیکی، معادلات اوایلر و

ناویر-استوکس سیالات را به‌عنوان ماده‌ای پیوسته توصیف می‌کنند و جریان آنها را بدون ارجاع به ذرات توضیح می‌دهند. این نظریه‌ها همگی به یک پدیده یعنی حرکت سیالات مربوط هستند؛ اما در وضوح‌های متفاوتی عمل می‌کنند. هیلبرت با اشاره صریح به کارهای بولتزمان، خواستار اثبات این بود که معادلات ماکروسکوپیکی از معادلات مزوسکوپیکی و هردو نیز از قوانین میکروسکوپیکی نیوتن منتج شوند تا یک چارچوب ریاضی یکپارچه ایجاد گردد.

#### غلبه بر چالش‌های موجود

یکپارچه‌سازی این سه دیدگاه به دلیل پیچیدگی‌های ریاضی پیوند مقیاس‌ها، دهه‌ها چالش برانگیز بوده است. تلاش‌های قبلی پیشرفت‌هایی داشتند، اما با محدودیت‌هایی مانند کاربرد صرف در بازه‌های زمانی کوتاه یا شرایط ساده شده مانند خلأ مواجه بودند. کار پژوهشی دنگ، هانی و ما این محدودیت‌ها را برطرف کرده و استنتاج جامعی ارائه می‌دهد که در بازه‌های زمانی طولانی و شرایط عمومی معتبر است. اثبات آنها از سه مرحله اصلی تشکیل شده است: استنتاج معادلات اوایلر و ناویر-استوکس (ماکروسکوپیکی) از معادله بولتزمان (مزوسکوپیکی)، استنتاج معادله بولتزمان از قوانین نیوتن (میکروسکوپیکی) و ترکیب اینها برای ارتباط مستقیم ماکروسکوپیکی به میکروسکوپیکی. مرحله اول یعنی پیوند ماکروسکوپیکی به مزوسکوپیکی تا حدی شناخته‌شده بود و خود هیلبرت نیز در آن مشارکت

## گل‌های وحشی؛ انتقال دهنده فلزات سنگین به زنبورها



گل‌دار و بذرشان که در میان گرده‌افشان‌ها محبوب هستند و در سراسر شهر رشد می‌کنند، استخراج و آزمایش کردند. سرب به‌طور مداوم در بالاترین غلظت یافت شد. اما گونه‌های مختلف گیاه مقادیر و انواع مختلفی از فلزات را انباشته می‌کردند. گیاه کاسنی بیشترین غلظت را به خود اختصاص داد و به دنبال آن شبدر سفید و هویج وحشی قرار گرفتند.
باین حال نویسندگان گزارش گفتند مردم نباید از کاشت گل‌های وحشی برای زنبورها دلسرد شوند.

شهرها در سراسر جهان با آلودگی فلزات در خاک مواجه هستند و سطح آلودگی معمولاً با افزایش سن شهر افزایش می‌یابد. منابع آلودگی شامل گرد و غبار سیمان و معدن است. یک مطالعه نشان می‌دهد که گل‌های وحشی می‌توانند فلزات سمی را از خاک در مناطق شهری جذب کرده و سموم را به گرده‌افشان‌ها منتقل کنند.

محققان دانشگاه کمبریج دریافتند گیاهان معمولی ازجمله شبدر سفید و علف هرز که منابع حیاتی برای گرده‌افشان‌ها در شهرها محسوب می‌شوند، می‌توانند آرسنیک، کادمیوم، کروم و سرب را از خاک‌های آلوده جمع کنند. در مطالعات قبلی مشخص شده است که این فلزات به سلامت زنبورها و سایر گرده‌افشان‌ها که از شهد آلوده تغذیه می‌کنند، آسیب می‌رسانند. این موضوع به مرگ و کاهش جمعیت منجر می‌شود، حتی وجود سطوح پایین فلز در شهد نیز می‌تواند مانع یادگیری و حافظه زنبورها شود که توانایی‌های جست‌وجوی آنها را کاهش می‌دهد. خاک‌های آلوده معمولاً در زمین‌هایی هستند که قبلاً برای ساختمان‌ها و کارخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفتند و این آلاینده‌ها را به زمین ریخته‌اند. دانشمندانی که این مطالعه را انجام دادند، اکنون توصیه می‌کنند که مناطق شهری از نظر آلاینده‌ها آزمایش شوند و به‌طور بالقوه پیش

## چرا شهاب‌سنگ‌های غنی از کربن به ندرت به زمین می‌رسند؟



در نزدیکی خورشید متلاشی شده یا هنگام ورود به جو ناپود می‌شوند. این مطالعه که داده‌هایی از ۱۹ شبکه رصد در ۳۹ کشور را مورد بررسی قرار داد، مشخص کرد که حدود نیمی از شهاب‌سنگ‌های ورودی کربنی هستند، اما تنها ۴ درصد بازبایی می‌شوند. شهاب‌سنگ‌های ناشی از اختلالات جزر و مدی نیز بسیار شکننده‌اند و تقریباً هیچ‌گاه از جو جان سالم به در نمی‌برند. این یافته‌ها درک ما از چگونگی رسیدن بلوک‌های سازنده حیات به زمین را تغییر می‌دهد و بر ماموریت‌های آینده

سیارکی و نظریه‌های منشأ حیات تاثیر می‌گذارد. دکتر پاتریک شوبر از رصدخانه پاریس گفت که این یافته‌ها نحوه تفسیر دانشمندان از شهاب‌سنگ‌های جمع‌آوری‌شده تاکنون را تغییر می‌دهد. با وجود کمیابی، این شهاب‌سنگ‌ها به‌دلیل حفظ مواد اولیه منظومه شمسی، ازجمله آب، مولکول‌های آلی و اسیدهای آمینه ارزشمندند. تحقیقات آینده با ماموریت‌های بازگشت نمونه و تکنیک‌های پیشرفته رصدی به کشف اسرار این اجرام ادامه خواهد داد.

جامعه

دانش

SCIENCE

۱۵

پنجشنبه ۲۸ فروردین ۱۴۰۴ ۱۴۰۴ شماره ۲۰۲۱

#### برش

## مسأله ششم هیلبرت

در سال ۱۹۰۰ میلادی دیوید هیلبرت (۱۸۶۲ – ۱۹۴۳) دومین کنگره بین‌المللی ریاضیدانان در پاریس، در یک سخنرانی از مسائل ریاضیات سخن گفت و پس از آن هرمن ویل (Herman Weyl) درباره آن مسائل چنین گفت: «هرکس این مسائل را حل کند، به کلاس افتخاری ریاضیدانان وارد می‌شود.» در همین سال هیلبرت به یک ریاضیدان برجسته در آلمان تبدیل شد. او به خاطر حل مسائل اساسی در نظریه پایایی و گزارش مهم در نظریه اعداد که در سال ۱۸۹۶ به چاپ رسید، مشهور شد. مسائل هیلبرت شامل ۲۳ سؤال ریاضی است که هیچ‌کدام در آن زمان حل نشده بودند و بعضی از آنها هنوز هم حل نشده‌اند. این مسائل تاثیر بسیاری بر ریاضیات قرن بیستم گذاشتند. مسائل ششم و چهارم نه‌تنها هنوز حل نشده‌اند، بلکه با توجه به استانداردهای جدید، غیر قابل حل اعلام شدند. مسأله ششم، با‌عنوان «ارائه ساختار اصل موضوعی ریاضیات برای فیزیک» ساختاری اصول‌مند برای فیزیک می‌خواست، که با توجه به پیشرفت‌های قرن بیستم و این‌که فیزیک به‌عنوان شاخه‌ای مستقل از ریاضی شناخته شد، به نظر می‌رسید در حوزه ریاضیات دیگر اهمیت زمان هیلبرت را ندارد. هیلبرت در طول سالیان متوالی، بسیاری از تحقیقاتش را به مسأله ششم اختصاص داد و به همراه‌امی نوتر به‌طور گسترده با آلبرت انیشتین در مورد فرمول‌بندی این نظریه مکاتبه کرد.

چون طراحی هواپیما و پیش‌بینی آب‌وهوا تقویت می‌کند.

#### اهمیت موضوع

اهمیت این دست‌و‌دراست‌یاد این است که سه دیدگاه دینامیک سیالات (میکروسکوپیکی، مزوسکوپیکی و ماکروسکوپیکی) به توصیفی واحد از طریق علم ریاضیات می‌رسند و سازگار با واقعیت، همگرا می‌شوند. این امر پایه دینامیک سیالات را تقویت کرده و با خواست هیلبرت برای بدیهی‌سازی همخوانی دارد؛ جایی که نظریه‌های سطح بالاتر به‌طور منطقی از نظریه‌های سطح پایین‌تر منتج می‌شوند. اگر این اثبات بررسی‌های همتایان را با موفقیت پشت سر بگذارد، نقطه عطفی در فیزیک ریاضی خواهد بود و ممکن است الهام‌بخش پیشرفت‌های مشابه در زمینه‌هایی مانند مکانیک کوانتومی یا الکترومغناطیس شود.

علاوه‌براین، چنین پیشرفتی قدرت تکنیک‌های ریاضی‌مدرن را در حل مسائل دیرپا نشان می‌دهد. با رفع مانع بازه‌زمانی، این ریاضیدانان محدودیتی عمده را از استنتاج‌های قبلی حذف کردند و چارچوبی قوی ارائه دادند که به‌طور گسترده کاربرد دارد. کار آنها اهمیت مسائل هیلبرت را به‌عنوان محرک‌های پیشرفت، حتی پس از ۱۲۵ سال برجسته می‌کند. درحالی‌که هدف کامل بدیهی‌سازی فیزیک همچنان باز است، این پیشرفت نشان می‌دهد که با رویکردهای نوآورانه، چالش‌های دیگر مسائل هیلبرت نیز ممکن است حل شوند و شکاف بین فیزیک و ریاضیات را بیشتر پر کنند.