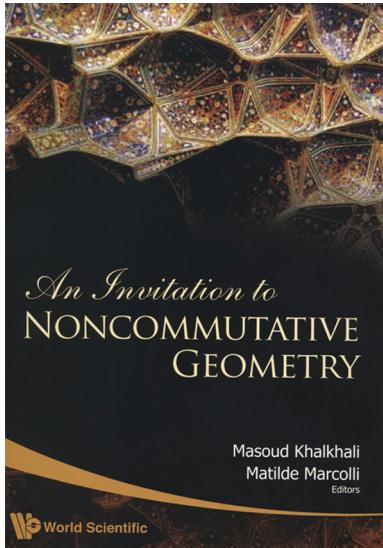




بیستمین سال تاسیس
پژوهشگاه دانش‌های بنیادی
۱۳۸۸-۱۳۶۸

هندسهٔ ناجابه‌جایی در آی‌پی‌ام*

مسعود خلخالی*



ناجابه‌جایی عمیقاً در دل فیزیک کوانتو می‌قرار گرفته است. بنابراین هندسهٔ ناجابه‌جایی ظاهراً مفهوم بسیار مجردی است که در درست آن مستلزم پیش‌زمینه‌های وسیعی از ریاضیات و فیزیک است. یعنی پنج هزار سال ریاضیات دست آخر ما را به مفهومی از فضا رسانده است که تصور هندسهٔ آن بسیار مشکل به نظر می‌رسد! برای شرح مفصل تری از هندسهٔ ناجابه‌جایی می‌توانید به مجله‌ی اخبار شماره‌ی پیاپی ۳۷، تابستان ۱۳۸۴ رجوع کنید.

۲. هندسهٔ ناجابه‌جایی در پژوهشکدهٔ ریاضیات

نقشه‌ی شروع ما کنفرانس بین‌المللی بسیار بزرگ و موفق سال ۲۰۰۵ در پژوهشگاه بود که در آن شماری از محققان درجه‌ی یک این رشته در دنیا — از جمله آلن کان^۱ که بنیانگذار این شاخه است — حضور داشتند. این کنفرانس، به جرأت می‌شد گفت، حادثه‌ای در هندسهٔ ناجابه‌جایی بود. بسیاری از همکاران خارجی من از شکل گرفتن این کنفرانس در ایران و شرکت

در آسمان و بر زمین
بسیار چیزهای است، هوراشیو
بیشتر از آنی که توانی در مخلیه‌ات بگنجانی
(هملت، پرده‌ی اول، صحنه‌ی پنجم)

۱. هندسهٔ ناجابه‌جایی

شاید عنوان هندسهٔ ناجابه‌جایی برای شاخه‌ای از ریاضیات در نگاه نخست کمی عجیب به نظر برسد. هندسه، به مفهوم کلاسیک و رایج‌شونده نظام بررسی شکل‌ها و فرم‌ها و — در کلی ترین حالت — مطالعه و دانش فضاهاست. ناجابه‌جایی پذیر بودن اما وضعیتی کاملاً جبری است که رابطه‌ی $ab \neq ba$ را بیان می‌کند. چه چیزی در هندسه، به مفهومی که ذکر شد، می‌تواند ناجابه‌جایی پذیر باشد؟ جواب این است که هیچ چیز! در واقع هندسهٔ کلاسیک، که حتی امروز هم در نظر اغلب ریاضیدانان تنها مفهوم پذیرفته شده از هندسه را بیان می‌کند، با جبر جابه‌جایی که در آن رابطه‌ی $ab = ba$ همواره صدق می‌کند همسان و معادل است. ریشه‌ی این باور در قضایای هفته است که به موجب آنها می‌توانیم ساختمان یک فضا را از روی جبر توابع جابه‌جایی روی آن فضا بازیابی کنیم. دو نمونه‌ی معروف‌شنس یکی قضیه‌ی صفرگاه هیلبرت و دیگری قضیه‌ی گلفاند-نایمارک است. بنابراین تنها با گسترش نگاهمان به مفهوم فضاست که می‌توانیم به فهمیدن معنای هندسهٔ ناجابه‌جایی تردید کشیم. یک نقطه‌ی شروع خوب مطالعه‌ی جبرهای ناجابه‌جایی از دیدگاه هندسی است. هندسهٔ ناجابه‌جایی علم وجودی خوبی در ریاضیات محض دارد و آن این است که به حل مسائل مشکلی در توبولوژی جبری، مانند حدس نوویکسوف برای «همینه‌های ناهمبند ساده» و یا قضیه‌ی اندیس برای فضاهای تکین کمک می‌کند. خارج از ریاضیات محض، با کشف مکانیک کوانتو می‌علوم شد که فضای فاز سیستم‌های کوانتو می‌یک فضای ناجابه‌جایی است. یعنی هندسهٔ

* برگزته از جنگ آی‌پی‌ام ویرایش محمدرضا بهاری.

^۱ دانشگاه وسترن اونتاریو (کانادا) و پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

وقت پژوهشکده، دست به دست هم داد و برگزاری این کنفرانس را ممکن کرد. (گزارش مشروحی از آن کنفرانس در شماره‌ی تابستان ۱۳۸۴ مجله‌ی اخبار آمده است). پس از چهار سال، اکنون خوشحالیم که دومین کنفرانس و مدرسه‌ی هندسه‌ی ناجابه‌جایی در آی‌پی‌ام در بهار ۲۰۰۹ برگزار می‌شود. قرار—اگرچه غیررسمی—برگزارکنندگان کنفرانس اول این بود که کنفرانس‌های دو سالانه‌ای در آی‌پی‌ام داشته باشیم که متأسفانه پایبندی به این قرار در سال ۲۰۰۷ ممکن نشد. امیدوارم با برنامه‌هایی که آی‌پی‌ام برای هندسه‌ی ناجابه‌جایی دارد بتوانیم در راه ایجاد یک هسته‌ی قوی تحقیقاتی در این رشته در ایران و تشکیل دوره‌ی دکتری آن قدم برداریم و این کنفرانس‌ها را در بطن یک پروژه‌ی بزرگ تربیت محقق به طور سالانه در آی‌پی‌ام برگزار کنیم.

۲. زمینه‌های رشد هندسه‌ی ناجابه‌جایی در ایران

چه چیز ما را به توسعه‌ی این رشته در ایران امیدوار می‌گرداند؟ به نظر من زمینه‌های مادی و فکری جوانه زدن این رشته در ایران موجود است و به جرأت می‌شود گفت که ما می‌توانیم در مدت نسبتاً کوتاهی به یکی از مراکز مهم تحقیقاتی در این رشته در دنیا تبدیل شویم. در سال‌های اخیر درامر آموزش عالی سرمایه‌گذاری خوبی در ایران شده است. دروس دوره‌ی کارشناسی و کارشناسی ارشد ریاضی در ایران، در اکثر شاخه‌های ریاضی، عموماً در سطح خوبی ارائه می‌شود. در سالیان اخیر علاقه به هندسه‌ی ناجابه‌جایی در میان فیزیکدانان ایرانی، چه در آی‌پی‌ام و چه خارج از آن، به وضوح به چشم می‌خورد. همه‌ی اینها در کنار دانشجویان مستعد و مشتاق برای آموختن و تحقیق دست به دست هم می‌دهند تا پیش زمینه‌ی مناسبی برای گسترش سریع این رشته در ایران فراهم کنند.



از راست: ماتیله مارکولی، مسعود خالخالی، آلن کان، و غلامرضا خسروشاهی.

نام آوران این شاخه در آن به وضوح اظهار تعجب می‌کردند. مؤسسه‌ی انتشاراتی World Scientific سخنرانی‌های این نخستین کنفرانس بزرگ هندسه‌ی ناجابه‌جایی در ایران را در کتابی با بیش از ۵۰۰ صفحه چاپ کرده است. یکی از وقایع مهم این کنفرانس سلسله سخنرانی‌های الن کان (برنده‌ی مدال فیلیز ۱۹۸۲) و جلسه‌ی اختصاصی او برای دانشجویان بود که با استقبال وسیع رو به رو شد. من جزو برگزارکنندگان کنفرانس‌های متعددی بوده‌ام که هر یک از آنها به نوعی جالب بوده‌اند ولی تردید ندارم که هیچ یک از آنها به پای کنفرانس ۲۰۰۵ در پژوهشگاه نمی‌رسیده‌اند. تنها می‌توانم بگویم که یک رشته رویدادهای مساعد، بخت خوش، و تلاش مجدانه‌ی چند نفر از همکاران و بخصوص حمایت صمیمانه‌ی غلامرضا خسروشاهی و رئیس

