فیزیک روز

فصلنامه‌ی علمی-ترویجی انجمن فیزیک ایران
شماره اول • تابستان ۱۳۹۲• قیمت: ۳۵۰۰ تومان

دیباره‌ها ۲
• تحریم انتشار علم، چرا؟

اخبار ۴
• طرح چشمه‌ی نور ایران • رصدخانه‌ی ملی ایران • تورین
• اتحادیه‌ی انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک ایران
• موزه‌ی علم و فناوری جمهوری اسلامی ایران • انجمن‌های علوم فیزیکی ایران
• جایزه‌ی علیمحمدی ویژه‌ی پایان‌نامه‌های برتر دکتری فیزیک در ایران
• انجمن ترویج علم ایران
• راه‌حل‌های خلاقانه برای مشکل کمبود وقت آموزگاران در نشست سالانه‌ی دانشمندان و مهندسان ارشد انجمن پیشبرد علم امریکا (AAAS) • طرح علم برای همه
• نگاهی تازه به تابع موج هیدروژن • مغز بحرانی • مشاهده‌ی واپاشی بسیار کمیاب در آشکارساز CMS
• دوربری کوانتومی بین دو جسم بزرگ دور از هم • عالم کلاسیک به‌علت گرانش
• بالاخره محاسبه‌ی حالت هویل در کربن • آیا جرم نوترینو بقای عدد لپتونی را نقض می‌کند؟

مقاله‌ها ۱۸
• گزارش از گروه پژوهشی رایانش کوانتومی دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف
• فیزیک به یافتن پاسخ مسائل ریاضی کمک می‌کند
• پژوهش‌های جهانی و پژوهش‌های محلی
• تاریخچه‌ی ظهور نظریه میدان همدیس لگاریتمی در ایران
• انجمن فیزیک سوم

فیزیک در جامعه ۴۲
• ده سال روزنامه‌نگاری علمی، مصاحبه با آقای مهدی صارمی‌فر

معرفی کتاب ۴۶
• بازار شلوغِ کتاب‌های فیزیک پایه
• فیزیک پایه برای دانشجوی ایرانی
• برای عشق به فیزیک

پژوهش‌های روز ۵۰
• توصیف توپوگرافی کلی زمین با استفاده از مدل تراوش
• بررسی اثر جذب هیدروژن بر ویژگی‌های ساختاری، ترمودینامیکی و الکترونیکی ترکیبات دوتاییِ XCr_2 (X= Ti, Zr)
• بررسی ستاره‌های غول قرمز در کهکشان M33: تاریخچه‌ی ستاره‌زایی و تولید غبار

پرسش‌های این شماره ۵۳
• پاسخ پرسش شماره قبل
• پرسش این شماره

اخبار انجمن فیزیک ۵۵
• فعالیت‌های شاخه‌های تخصصی انجمن فیزیک ایران
• دیگر فعالیت‌های انجمن در بهار ۱۳۹۲
• فعالیت‌های انجمن در تابستان و پاییز ۱۳۹۲

صاحب امتیاز: انجمن فیزیک ایران

مدیر مسئول: هادی اکبرزاده (رئیس انجمن فیزیک ایران)
سردبیر: سیما قاسمی
هیئت دبیران: کیوان آقابابایی سامانی، محمدرضا اجتهادی، عبیده جعفری، فرهنگ لران، حمیدرضا مشفق، سعدالله نصیری قیداری

ویراستار: نادر حیدری

مشاوران این شماره:
منصور حقیقت، عباس‌علی صابری (مسئول خبرنامه‌ی انجمن)، ایرج کاظمی‌نژاد، محمد نوری زنوز

طراح جلد و صفحه آرا: روشنک فتحی
مسئول اجرایی: حُسنی مقاری

◆ نسخه‌ی الکترونیک فیزیک روز از طریق وبگاه آن قابل دسترسی برای مشترکین و اعضای انجمن فیزیک ایران است.

◆ استفاده از مطالب «فیزیک روز» بدون کسب اجازه مجاز نیست. برای آگاهی از شرایط به وبگاه مجله مراجعه کنید.

وبگاه «فیزیک روز» **www.psi.ir**

انجمن فیزیک ایران
تهران، میدان توحید، ابتدای خیابان نصرت غربی، شماره ۱۴، طبقه‌ی چهار
وبگاه انجمن فیزیک ایران www.psi.ir

تحریم انتشار علم چرا؟

محمدرضا اجتهادی
دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف

تاریخ به ما نشان داده است که پیشرفت علم دارای دو مؤلفه‌ی اصلی است، کسب علم و تولید علم. کسب دانش دیگران یکی از مهم‌ترین سیاست‌های حاکمان کاردان تاریخ بوده است. تهیه‌ی کتاب‌های علمی و ترجمه و تدریس آن‌ها یا دعوت از اندیشمندان دیگر کشورها، روش‌هایی بوده‌اند که برای کسب علم به‌کار برده می‌شده است. احتمالاً این همه نه برای خود علم، بلکه برای کسب قدرت و ثروت به واسطه‌ی داشتن علم بوده است. حتی وقتی سیاست‌های تولید علم به شدت مورد تأکید قرار می‌گیرند، کسب علم نقش مهمی در زیرساخت این سیاست دارد. به‌قول معروف چرخ را نباید دوباره کشف کرد.

در ماه‌های اخیر خبرهای نگران‌کننده‌ای برای حضور بین‌المللی دانشمندان ایرانی در عرصه‌ی تولید و نشر علم شنیده می‌شود. داستان از آنجا شروع شد که الزویر، یکی از ناشران بزرگ مجلات علمی، به سردبیران و داورانی که با مجلات این مؤسسه همکاری می‌کنند تذکر داد که اگر ملیت امریکایی دارند نسبت به ارائه‌ی خدمات به مقالاتی که در بین نویسندگان آن، نویسنده‌ای در استخدام دولت ایران است، محتاط باشند یا اصلاً از آن صرفنظر کنند. این توصیه به دلیل تحریم‌های جدیدی است که امریکا بر ایران اعمال کرده است. هر چند این انتشارات به همکاران آمریکایی خود یادآوری کرده است که می‌توانند مقالات را برای داوری به همکاران غیرامریکایی خود ارسال کنند، ولی به نظر می‌رسد که توصیه‌ی اول آنقدر نگران‌کننده بوده است که در موارد بسیاری به نکته‌ی دوم توجه نشده است.

حتی اخیراً مطلع شدیم بعضی از مجلات در بدو ارسال مقاله، با استناد به همین توصیه‌ها، مقاله را با پاسخ نه چندان محترمانه‌ای به نویسندگان بازگردانده‌اند.

فکر می‌کنم این اولین بار در تاریخ تمدن بشری است که تولیدات علمی چنین علنی مورد تحریم قرار گرفته است. این رفتار بسیار خارج از منطق به نظر می‌رسد. چرا که اگر محتوای علمی مقاله‌ای صحیح است و دانشی بر دانش بشریت می‌افزاید باید مستقل از آنکه نویسنده کیست از آن استقبال کرد. نمی‌دانم این برخورد جدید را باید به حساب بی‌تدبیری در تصمیمات انتشارات علمی خاصی گذاشت یا ناشی از تغییر نگرش در تولید علم.

اگر فرض کنیم که دلیل وجودی تحریم‌ها فشار بر کشور برای جلوگیری از حرکت در جهتی خاص است، این اقدام آخر چگونه می‌خواهد در این جهت حرکت کند؟ تا کنون تحریم‌ها بسیار بر سرعت پیشرفت علم در ایران تأثیر گذاشته‌اند. در بسیاری از شاخه‌های علمی و به‌خصوص پژوهش‌های تجربی این تحریم‌ها باعث نحیف‌شدن آزمایشگاه‌های ما و عدم دسترسی به مواد مورد نظر در پژوهش شده‌اند. ولی با این‌حال بخشی از پژوهشگران این کشور با وجود تمام این محدودیت‌ها هم‌چنان در تولید دانش فعالند و با تمام توان و بنیه‌ی علمی خود در تلاشند که با کمترین امکانات موجود همچنان پابه‌پای هم‌پیشگان خود در دیگر کشورها به‌پیش بروند. ایشان هر موفقیت خود در این راه را با انتشار علنی و جهانی نتایج خود و نمایش نقش خود و یاران‌شان در پیش‌برد علم جشن می‌گیرند. بدیهی است که جلوگیری از انتشار این نتایج نمی‌تواند تأثیری در روند تولیدی که قبلاً انجام شده بگذارد. زیرا این نوشتارها که برای چاپ ارسال می‌شوند گزارشی از دانش تولیدشده است. پس چرا باید تحریم شوند؟

اگر فرض بی‌تدبیری را کنار بگذارم، تنها پاسخی که به ذهنم می‌رسد این است که اگر در گذشته علم و قدرت با هم مترادف بودند، امروز حضور در عرصه‌ی تولید علم خود نشان از قدرت دارد. آمارهای رشد مقالات شاید در کشور خودمان (در کمال تأسف) به‌شوخی گرفته شوند، ولی در جهان به‌خوبی دیده می‌شوند. شاید در ایران خیلی از مسئولان چاپ مقاله را بردگی مجانی بدانند، ولی دیگران می‌دانند که این حضور، نشانی از پیشرفت و در آغوش گرفتن آینده دارد. آنانی که این نکته را درک می‌کنند، بر سر راهمان سنگ می‌اندازند، و اینانی که آن را باور ندارند، تلاشی برای هموارکردن این راه نمی‌کنند.

دیگران خوب می‌دانند که حضور در این عرصه از حضور در خیلی از عرصه‌های دیگر مانند رقابت‌های ورزشی و حتی سینما مهم‌تر است. نشنیدیم که در هیچ‌یک از قطع‌نامه‌های متعدد تحریم علیه ایران، داوران امریکایی را از داوری مسابقات ورزشی منع کنند. داوران جشنواره‌های فیلم را از داوری فیلم‌های ایرانی برحذر نمی‌دارند. ولی این حضور در صحنه‌ی علم است که سریع‌تر از هر چیز دیگری محدود می‌شود.

آری تحریم‌ها پا را از فشار بر زندگی روزانه‌مان فراتر گذاشته‌اند. آنها آینده را نشانه گرفته‌اند.

پروژه‌های ملی

طرح چشمه‌ی نور ایران

• سومین مدرسه‌ی مباحث پیشرفته در شتابگر سنکروترون و کاربردهای آن

طرح چشمه‌ی نور ایران (شتابگر ملی) سومین مدرسه‌ی آشنایی با سنکروترون و کاربردهای آن را در شهریورماه ۱۳۹۲ برای اعضای هیئت علمی دانشگاه‌ها، مهندسین، پژوهشگران و دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی در رشته‌های علوم پایه، فنی و مهندسی و پزشکی برگزار می‌کند. هدف این مدرسه، آموزش مباحث تخصصی مرتبط با تابش سنکروترون در زمینه‌های شتاب‌دهنده، طراحی شبکه‌ی مغناطیس‌ها، طراحی مغناطیس، سیستم‌های خلأ، مکانیک، منابع تغذیه، مشخصه‌یابی باریکه‌ی الکترونی، چشمه‌های نوری، خطوط باریکه و معرفی کاربردهای آن در حوزه‌های شیمی، مهندسی مواد، پزشکی، زیست‌شناسی و علوم مقیاس نانومتر است. متقاضیان شرکت در مدرسه باید فرم تکمیل‌شده‌ی ثبت‌نام را تا تاریخ ۳۱ مردادماه ۱۳۹۲ به‌نشانی users.ilsf@ipm.ir ارسال کنند.

• کارگاه‌های آموزشی آشنایی با سنکروترون و کاربردهای آن

طرح چشمه‌ی نور ایران برای آشنایی استادان و دانشجویان دانشگاه‌های کشور با سنکروترون و کاربردهای فراوان آن در پژوهش‌های علمی و صنعتی، کارگاه‌هایی آموزشی در شهرهای مختلف ایران برگزار کرده است. در ادامه‌ی این کارگاه‌ها، کارگاه آموزشی آشنایی با تابش سنکروترون و کاربردهای آن در بیستم فروردین ماه ۱۳۹۲ در دانشکده‌ی علوم دانشگاه گیلان برگزار شد. همین کارگاه در روز بیست و یکم در دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان تکرار شد.

• پنجمین همایش دوروزه‌ی کاربران سنکروترون در ۹ و ۱۰ اسفندماه ۱۳۹۱ در سالن همایش‌های پارک علمی و فناوری قزوین برگزار شد.

• در جهت خلق و گسترش ظرفیت‌های کار با چشمه‌ی نور سنکروترونی و افزایش تعداد کاربران، طرح چشمه‌ی نور ایران قصد دارد از کاربران باتجربه و بالقوه حمایت کند.

• پروژه‌های پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری با استفاده از آزمایشگاه‌ها و متخصصان طرح چشمه‌ی نور ایران اجرا می‌شود.

رصدخانه‌ی ملی ایران

احداث رصدخانه‌ی ملی در منطقه‌ی کامو و جوشقان پدیده‌ای مهم در توسعه‌ی منطقه است که تغییراتی اجتماعی نیز به‌همراه خواهد داشت. طرح رصدخانه‌ی ملی ایران به منظور ارتقای فرهنگ نجوم در منطقه‌ی مورد نظر از سال ۱۳۹۱ دوره‌های نجوم مقدماتی برای دانش‌آموزان مدارس در منطقه برگزارکرده است. یکی از اولین اقدام‌ها آموزش نجوم به دانش‌آموزان در نواحی هم‌جوار محل احداث رصدخانه است. در این کلاس‌ها، علاوه بر آموزش علم نجوم، مباحث ویژه‌ای درباره‌ی معضل آلودگی نوری مطرح می‌شود و راه‌کارهای مقابله با این نوع آلودگی هم آموزش داده می‌شود.

آموزش به دانش‌آموزان در مناطق همجوار محل احداث رصدخانه. زمستان ۱۳۹۱، تصویر متعلق به رصدخانه‌ی ملی ایران

تورین

کاربرد محاسبات پرتوان (High-performance Computing) و محاسبات تورین (Grid Computing) در بسیاری از حوزه‌های فیزیک، شیمی، مهندسی و حتی علوم اجتماعی گسترش یافته است. امروزه هر یک از این حوزه‌ها به محاسبه با ارقام و حجم بزرگی از داده‌ها سر و کار دارند و لذا نیاز به توان محاسباتی بالاتری است.

ششمین کارگاه محاسبات سریع (HPC6) با همکاری شاخه‌ی فیزیک محاسباتی انجمن فیزیک ایران در مهرماه ۱۳۹۲ در محل پژوهشگاه دانش‌های بنیادی برگزار خواهد شد. این کارگاه به بررسی کاربرد لینوکس در محاسبات فوق‌سریع (Use of Linux OS in Grid Computing) خواهد پرداخت. آخرین مهلت ثبت نام در این کارگاه نهم شهریورماه ۱۳۹۲ است.

اتحادیه‌ی انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک ایران

• اتحادیه‌ی انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک ایران و دانشگاه فرهنگیان، چهاردهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران و چهارمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه را از ۱۲ تا ۱۵ شهریورماه ۱۳۹۲ در دانشگاه فرهنگیان تهران برگزار می‌کند.

• اتحادیه‌ی انجمن‌های علمی- آموزشی معلمان فیزیک ایران با همکاری انجمن معلمان فیزیک شهر تهران و اداره‌ی آموزش و پرورش منطقه، در فروردین ۱۳۹۲ در تهران، خانه‌ی معلم فرهنگیان همایش نقش دانشمندان ایرانی - اسلامی در پیشبرد علوم تجربی را برگزار کرد. در این همایش بیش از یک‌صد و پنجاه نفر از مسئولین آموزش و پرورش، استادان دانشگاه و عمدتاً دبیران فیزیک و علوم تجربی از سراسر کشور شرکت کرده بودند.

از دفتر اتحادیه‌ی انجمن‌های علمی- آموزشی معلمان فیزیک ایران برای کمک در تهیه‌ی این خبر سپاس‌گزاریم.

موزه‌ی علم و فناوری جمهوری اسلامی ایران

موزه‌ی علم و فناوری در مهرماه گذشته آغاز به کار کرده است. این موزه دارای دو گالری دائمی است: یکی در خیابان سی تیر تهران در کنار مجموعه‌ی موزه‌های ایران باستان و دیگری در بزرگراه حقانی در مجموعه‌ی کتابخانه‌ی ملی ایران. در گالری سی تیر دو بخش علوم کهن (علم نجوم و فناوری‌های بومی) و دیگری فیزیک سیالات و مکانیک وجود دارد. در بخش علوم کهن، ابزارهایی بازسازی شده‌اند و در معرض تماشای عموم هستند، ابزاری مثل: ذات‌الحلق، حلقه اعتدالین و اسطرلاب.

تاکنون بیشترین بازدیدکنندگان این موزه دانش‌آموزان بوده‌اند. موزه در کنار بازدید از گالری‌ها، کارگاه‌هایی هم برای دانش‌آموزان برگزار می‌کند که دانش‌آموزان می‌توانند مانند فیزیک‌سراها خودشان مشغول آزمایش شوند.

این موزه تا به حال چند نمایشگاه سیار هم برگزارکرده است. در بهار امسال، نمایشگاه سیار موزه برای معرفی دستاوردهای دانشمندان ایران و اسلام به شهر آمل رفت.

انجمن های علوم فیزیکی ایران

انجمن خلأ ایران

انجمن خلأ ایران برای توسعه‌ی دانش و فناوری خلأ در کشور دوره‌های آموزشی برگزار می‌کند. از دیگر فعالیت‌های انجمن خلأ ایران برگزاری سمینارها و کنفرانس‌هاست. ششمین کنفرانس ملی خلأ ایران به تاریخ ۱۶ و ۱۷ بهمن‌ماه ۱۳۹۲ در دانشگاه شهید چمران اهواز برگزار خواهد شد.

انجمن نجوم ایران

• همکاری با ماهنامه‌ی نجوم و باشگاه نجوم برج میلاد برای برگزاری روز جهانی نجوم در روز جمعه ۳۰ فروردین ۱۳۹۲.

• همکاری با پژوهشکده‌ی نجوم پژوهشگاه دانش‌های بنیادی برای برگزاری کارگاه‌های نجوم رصدی در بهار ۱۳۹۲.

• همکاری در برگزاری هفتمین کارگاه پیشرفته‌ی اخترفیزیک از ۲۷ مرداد تا ۱ شهریورماه ۱۳۹۲ در مراغه برای دانشجویان و فارغ‌التحصیلان دوره‌های تحصیلات تکمیلی فیزیک و نیز دانشجویان کارشناسی که موفق به طی یکی از دوره‌های آموزش مقدماتی مرکز شده‌اند.

انجمن اپتیک و فوتونیک

انجمن اپتیک و فوتونیک ایران هر ساله کنفرانس اپتیک و فوتونیک و همزمان با آن کنفرانس مهندسی فوتونیک ایران را برگزار می‌کند. بیستمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران و ششمین کنفرانس مهندسی فوتونیک ایران در بهمن‌ماه ۱۳۹۲ در دانشگاه صنعتی شیراز برگزار خواهد شد.

برای سفارش آگهی در «فیزیک روز» به وبگاه www.psi.ir مراجعه کنید.

جایزه‌ی علیمحمدی ویژه‌ی پایان‌نامه‌های برتر دکتری فیزیک در ایران

پژوهشگاه دانش‌های بنیادی با همکاری انجمن فیزیک ایران، از سال ۱۳۹۰ جایزه‌ای به نام "جایزه‌ی علیمحمدی" به پایان‌نامه‌های برتر دکتری فیزیک، که در داخل کشور به انجام رسیده باشند اهدا می‌کند. این جایزه به پاس خدمات علمی و دانشگاهی شهید مسعود علیمحمدی استاد فقید دانشگاه تهران و اولین دانش‌آموخته‌ی دکتری فیزیک در داخل کشور نام‌گذاری شده است. دکتر علیمحمدی نقش مؤثری در شکل‌گیری زیر ساخت علمی پژوهشگاه دانش‌های بنیادی و همچنین برپایی دوره‌های تحصیلات تکمیلی در ایران داشته است. ارزش مادی این جایزه ده میلیون تومان است.

این جایزه نخستین بار در خردادماه سال ۱۳۹۰ به یاسر عبدی، دانش‌آموخته‌ی دانشگاه تهران برای پایان نامه‌ی دکتری ایشان با عنوان «بررسی تأثیر هیدروژن‌دهی بر رشد نانولوله‌های کربنی و استفاده از آنها در نانولیتوگرافی و حسگرها» اهدا شد.

دومین جایزه‌ی علیمحمدی در سال ۱۳۹۱ به دو فیزیک‌پیشه‌ی جوان دانش‌آموخته‌ی دانشگاه صنعتی شریف اهدا شد: علی‌اکبر ابوالحسنی، دانش‌آموخته‌ی فیزیک دانشگاه صنعتی شریف با پایان‌نامه‌ی دکتری با عنوان «اثرات ناپایداری تاکیونی و اختلالات غیرگاؤسی در دوران تورم کیهانی و بازگرمایش در جهان اولیه» با راهنمایی حسن فیروزجاهی از پژوهشگاه دانش‌های بنیادی. عبیده جعفری، دانش‌آموخته‌ی دانشگاه صنعتی شریف و دانشگاه آزاد بروکسل بلژیک برای پایان‌نامه‌ی دکتری خود با عنوان «اندازه‌گیری بازده شناسایی جت‌های کوارک b با استفاده از نخستین برخوردهای LHC در آزمایش CMS» با راهنمایی فرهاد اردلان از دانشگاه صنعتی شریف و یورگن دونت از دانشگاه آزاد بروکسل.

سومین دوره‌ی این جایزه در سال ۱۳۹۲ به امین صالحی دانش‌آموخته‌ی دکتری فیزیک دانشگاه گیلان اهدا شد. عنوان پایان‌نامه‌ی دکتری ایشان «اترکتورها، حالت‌های سیستم و اندازه‌گیری مشاهدات کیهانی در مدل‌های مختلف کیهان‌شناسی» بود که با راهنمایی حسین فرج‌اللهی از دانشگاه گیلان انجام شده بود.

هر ساله مراسم اهدای جایزه همزمان با «کنفرانس بهاره‌ی فیزیک» در محل پژوهشگاه دانش‌های بنیادی برگزار می‌شود.

انجمن ترویج علم ایران

• انجمن ترویج علم ایران نشست «ترویج علم، رسانه و فرهنگ» را اسفندماه ۱۳۹۱ با همکاری انجمن ایرانی مطالعات جهان در سالن حنانه دانشکده مطالعات جهان دانشگاه تهران برگزار کرد.

در این نشست سخنرانی‌هایی با موضوع‌های «روزنامه‌نگاری و عمومی‌کردن علم»، «مناسبات علم و فرهنگ در ایران و کارکرد مجله‌های علمی عمومی ارائه شد.

• در تیرماه گذشته، کمیته‌ی خبرنگاران علمیِ انجمن ترویج علم ایران با همکاری رصدخانه‌ی ملی ایران، کارگاه «علم در رسانه» را در محل پژوهشگاه دانش‌های بنیادی برگزار کرد.

هدف از برگزاری این کارگاه ارتقاءِ توان علمی روزنامه نگاران علمی بود. جمعی از اساتید دانشگاه‌ها، روزنامه‌نگاران، برنامه‌سازان رادیو و تلویزیون و فعالان حوزه‌های خبری و ترویج علم در این کارگاه شرکت کردند. بعضی از موضوع‌های سخنرانی‌هایی که در این نشست ارائه شدند از این قرار است:

وظیفه‌ی رسانه در توسعه، علم و فرهنگ، ماهیت علم، ترویج علم از سوادآموزی علمی تا مشارکت همگانی، علم و شبه علم.

• کمیته‌ی جایزه‌ی ترویج علم ایران به منظور قدردانی از کوشش‌های مروجین علم و تشویق عموم به فعالیت و زمینه‌سازی برای ارتقاءِ بینش و تفکر علمی در جامعه، هرساله مراسم جایزه‌ی ترویج علم را به‌منظور تقدیر از افراد یا سازمان‌هایی که برای همگانی کردن علم، گسترش اندیشه و فرهنگ علمی در ایران و کاربرد علم در هریک از سطوح زندگی اجتماعی بهترین و مؤثرترین فعالیت‌ها را انجام داده‌اند، برگزار می‌کند. سیزدهمین جایزه در سال ۱۳۹۱ به دکتر مهدی بهزاد، پدر علم گراف ایران، اهدا شد.

با تشکر از دفتر انجمن ترویج علم ایران برای کمک در تهیه‌ی این خبر

راه‌حل‌های خلاقانه برای مشکل کمبود وقت آموزگاران در نشست سالانه‌ی دانشمندان و مهندسان ارشد انجمن پیشبرد علم امریکا (AAAS)

منبع: http://www.aaas.org/news/releases/2013/0612_retired-scientists.shtml

موریس آیزنمن[1] که سال‌ها دانشگر ارشد مدیریت ریاضیات و علوم فیزیکیِ بنیاد ملی علوم بود با پیچیدگی‌های مرتبط با علم ستاره‌شناسی، اخترفیزیک و علوم زمین‌شناسی به‌خوبی آشناست. اداره‌ی او مسئول تأمین بودجه‌ی تحقیقاتی است که هدف‌شان اکتشافات بنیادین درباره‌ی جهان و قوانین علمی حاکم بر آن است.

اما این روزها برخی از چالش‌انگیزترین سؤالات را کودکان هفت‌ساله‌ی کنجکاو مدرسه‌ی تیلور در آرلینگتون ویرجینیا از او می‌پرسند. آیزنمن وقت خود را در اختیار برنامه‌ای گذاشته است که ابتکار انجمن پیشبرد علم امریکا (AAAS)[2] است و برای کمک به آموزگاران و جلب علاقه‌ی دانش‌آموزان به علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEM)[3] متخصصین و دانشگران باسابقه‌ی شاغل یا بازنشسته را به کلاس‌های مدارس می‌فرستد.

آیزنمن علاوه بر این‌که به فعالیت‌های آزمایشگاه و دیگر فعالیت‌های درسی کمک می‌کند، زمانی را نیز به راهنمایی و آموزش تک‌تک دانش‌آموزان اختصاص می‌دهد. او در نشستِ سالانه‌ی دانشمندان و مهندسان باسابقه (SSE)[4] که در ۳۰ مه برگزار شد گفت «این قسمت از همه جالب‌تر است چون هیچ ایده‌ای ندارم چه سؤالی از من خواهند پرسید، و وقتی جلوی شما می‌نشینند از شما جواب می‌خواهند». دانش‌آموز هفت ساله‌ای از او پرسیده بود « فضا چیست؟»

آیزنمن که در زمینه‌ی فیزیک ستاره‌ها کار کرده است می‌گوید «ضربه‌فنی شدم، این سوالِ بسیار عمیقی است که پاسخ دادنش به فهم زیاد نیاز دارد». دانش‌آموز هفت‌ساله‌ی دیگری از او پرسیده است «سیاه‌چاله چطور تبخیر می‌شود؟»

آیزنمن می‌گوید «سؤالات کودکی هفت یا هشت ساله درک شما از موضوع خاصی را واقعاً محک می‌زند، اینجاست که شما واقعاً درک و فهم خود را درباره‌ی موضوعی زیر سؤال می‌برید». او می‌افزاید که همیشه مطرح‌کردن پرسش‌های این بچه‌ها در جمع «اوقات مسرت‌بخشی» برای او به همراه داشته است.

برنامه‌ی داوطلبان AAAS/SSE STEM، در سال ۲۰۰۵ تحت حمایت‌های دفتر منابع انسانی و تحصیلی (EHR) انجمن پیشبرد علم امریکا شروع به کار کرد و هم اکنون بیش از ۶۵ داوطلب از سوی این برنامه در سه حوزه‌ی مدرسه‌های واشنگتون‌دی‌سی فعالیت دارند. بنا به گفته‌ی شرلی ملکوم[5]، رئیس EHR، اخیراً، برنامه‌ی مشابهی نیز در سیاتل شروع شده و تلاش‌هایی برای گسترش این برنامه به سایر شهرها نیز آغاز شده است. دانشگران داوطلب، تجربه‌های عملی و تخصصی‌شان را هم در اختیار دانش‌آموزان و هم در اختیار معلمان قرار می‌دهند. آنها هم‌چنین به آموزگاران پرمشغله کمک می‌کند تا زمان بیشتری را برای کار انفرادی با تک‌تک دانش‌آموزان داشته باشند.

دکتر گری تمپل[6]، که اخیراً از سمت مدیریت برنامه‌ها در مؤسسه‌ی ملی تحقیقات ژنوم انسان بازنشسته شده، با شور و هیجان از کار داوطلبانه‌ی خود در مدرسه‌ی راهنمایی ارل.بی وود[7] در راک‌ویل مریلند سخن می‌گوید. برای او فرقی ندارد که به دانش‌آموزان در تشریح آناتومی قورباغه‌ها و استخراج دی.ان.ای توت‌فرنگی‌ها کمک کند، رشد جنین مرغ را دنبال کند، یا آزمایشی برای تعیین اثر آلودگی بر روی سخت‌پوستان آبزی به نام دافنیا[8] طراحی کند. تمپل می‌گوید که از کار داواطلبانه در کلاس احساس «رضایت زیاد» می‌کند و هدفش هیجان‌زده کردن دانش‌آموزان درباره‌ی علم است، حتی اگر دانش‌آموز نخواهد دانش را پیشه‌ی خود کند. او می‌گوید مهم است که دانش‌آموزان «ببینند علم چقدر از راه‌های مختلف با زندگی آنها ارتباط دارد».

تمپل می‌گوید «این بخت خوش را داشته که برخی از معلمانی که با آنها کار کرده واقعاً معلم‌های خیلی خوبی بوده‌اند»، و می‌افزاید که متوجه شده است چقدر کار آموزگاری که باید شش کلاس هر کدام با ۲۵ یا ۳۰ دانش‌آموز را مدیریت کند مشکل است و حتی آخر شب هم از معلمان ایمیل دریافت می‌کرده چون تا آن موقع روی موضوعی کار می‌کردند که فردا باید در کلاس درس می‌دادند.

جورج کرالووک[9] تأیید می‌کند که «معلم‌ها فوق‌العاده‌اند». او متخصص در کاربرد روش‌های تداوم‌پذیر و تجدیدپذیر است که مستقلاً کار می‌کند، و در مدرسه‌ی ابتدایی بول ران[10] در سنترویل[11] ویرجینیا کار داوطلبانه‌اش را انجام می‌دهد. جورج می‌افزاید «کار معلم‌ها واقعاً الهام‌بخش است». او می‌گوید دلسردکننده است که می‌بینیم معلمان مدارس همواره باید نگران این باشند که دانش‌آموزان‌شان در آزمون‌های استانداردشده‌ی زبان انگلیسی، ریاضیات، تاریخ، و موضوع‌های دیگر از جمله علوم نمرات لازم برای برآوردن ضوابط یادگیری ایالتی (SOLs) را بیاورند به گفته کرالووک «این ضابطه‌های یادگیری تمام وقت معلمان را می‌گیرد».

آیزنمن نیز به ضابطه‌های یادگیری اشاره کرد و آنها را به «هیولایی» تشبیه کرد «که بالای سر معلم‌ها ایستاده است»، معلم‌هایی که آیزنمن می‌گوید «بیش از حد از آنها کار کشیده می‌شود». به گفته‌ی او معلمان «باید هم‌زمان شش مکان مختلف باشند یعنی برای انجام کارهاشان مجبورند قوانین فیزیک را نقض کنند».

مالکوم از AAAS می‌گوید نظرات خودانگیخته‌ی داوطلبان درباره‌ی ضوابط یادگیری نکته‌های واقعاً مهمی را درباره‌ی استفاده از آزمون‌های استانداردشده مطرح می‌کند از جمله این‌که «آیا این ارزیابی‌ها باعث شده‌اند آموزش فراموش شود؟»

مالکوم به دانشگران داوطلب می‌گوید «همه شما، می‌دانید که چقدر مهم است این انسان‌های جوان رفتارها و مهارت‌ها و نیز روش‌های اندیشیدن مشخصی در ارتباط با علوم و ریاضیات کسب کنند». او از آنها می‌خواهد آن هنگام که می‌بینند وقت باارزشی را که باید صرف آموزش دانش‌آموزان شود فشار این آزمون‌ها به‌هدر می‌دهد «اعتراض کنند و واقعیت‌ها را رساتر بیان کنند».

در نشست مهندسان و دانشگران ارشد (SSE)، هیئتی متشکل از آموزگاران باتجربه‌ی علوم، یکی از راه‌های فراهم‌کردن زمان بیشتر و انعطاف بیشتر (برای این‌که معلم با دانش‌آموزان کار کند) را بررسی کرد. روشی که بررسی شد به "کلاس وارونه"[12]

«فیزیک روز» آماده‌ی دریافت خبرهای جامعه فیزیک از سراسر کشور است.
خبرهای مؤسسه یا دانشگاه خود را به دفتر مجله بفرستید و با **«فیزیک روز»** در تهیه خبر همکاری کنید.

معروف است چون الگوی سنتی آموزش را وارونه می‌کند: دانش‌آموزان ویدئوی درس‌ها را در خانه نگاه می‌کنند و کارهایی را که باید در ارتباط با درس انجام دهند (مشق شب را) در مدرسه انجام می‌دهند، درنتیجه می‌توانند با سرعت دل‌خواه خودشان کار کنند و زمان بیشتری داشته باشند که رودررو از معلم‌شان کمک بگیرند.

شری فیلی[13]، معلم شیمی در دبیرستان هریتیج[14] در لیزبرگ ویرجینیا می‌گوید «زمان و فضا را عوض می‌کنید، خانه، مدرسه می‌شود، و مدرسه، خانه». شری معتقد است که با این روش معلم‌ها درس را در منزل ضبط می‌کنند و از این رو تسلط بیشتری در چگونگی بیان مطلب و محتوای آن خواهند داشت. دانش‌آموز در کلاس براساس درسی که در خانه دیده است بیشتر درگیر کارهایی می‌شود که باید در ارتباط با درس انجام دهد.

فیلی که بیش از یک دهه است که از این رهیافت وارونه استفاده می‌کند، می‌گوید «بچه‌ها نمی‌توانند پنهان شوند، این رهیافت بچه‌ها را مجبور می‌کند که با هم کار کنند. درباره‌ی موضوع درس با هم صحبت کنند، و از تمام مهارت‌ها و روش‌های یادگیری سطح بالایی که می‌خواهیم به‌کار ببرند استفاده کنند». به نظر او «این رهیافت معلم‌ها را نیز آزاد می‌گذارد که در کلاس بین دانش‌آموزان راه بروند و به سؤالات آنها پاسخ دهند، این روش زمان بیشتری برای یادگیری فعال به‌وجود می‌آورد».

مگی وایزمن[15]، معلم شیمی دبیرستان اچ- بی وودلان[16] در آرلینگتون ویرجینیا، می‌گوید در الگوی کلاس وارونه نقش او «کاملاً عوض می‌شود». او این الگو را نخستین بار پاییز سال گذشته به‌کار برد. به‌جای آماده کردن مطالبی که هر روز باید در کلاس بگوید او اکنون می‌تواند به نیازهای تک‌تک دانش‌آموزان که سرعت یادگیری‌شان با هم متفاوت است توجه کند. وایزمن می‌گوید «دانش‌آموز به‌شکلی آموزش می‌بیند که با شخصیتش هم‌خوانی بیشتر دارد» و تنها زمانی توان دانش‌آموز را ارزیابی می‌کند که احساس کند دانش‌آموز آماده است. او می‌گوید بسته به پیشرفت‌شان در درس «دانش‌آموز ممکن است هر روزی در هفته امتحانی داشته باشد».

کلاس وارونه، به شدت به فناوری وابسته است، و این نگرانی ابراز شده که تمام دانش‌آموزان در خانه‌شان ابزار لازم برای دیدن ویدئوها را چه به‌صورت دی‌وی‌دی یا پیوندگاه صفحات اینترنتی در اختیار داشته باشند. وایزمن و فیلی می‌گویند که ویدئوهای آموزشی را می‌توان در مدرسه، در ساعت‌های خاص یا پس از پایان کلاس‌ها در اختیار دانش‌آموزانی قرار داد که در خانه به این نوع ابزارها دسترسی ندارند. مالکوم نیز به این نکته اشاره کرد که حتی در خانواده‌های کم‌درآمد نیز تعداد تلفن‌های هوشمندی که با آنها می‌توان به اینترنت دسترسی پیدا کرد روزبه‌روز بیشتر می‌شود.

کریستین کاچ[17]، معلم ریاضی کلاس هفتم در دبیرستان کِن‌مور[18] در آرلینگتون ویرجینیا، به تازگی کار با الگوی کلاس وارونه را شروع کرده است. او اولین ویدئوهای خود را پاییز گذشته به عنوان مطالب کمک‌درسی و در قالب مطالبی درست کرد که دانش‌آموزان باید حتماً برای قبولی در امتحان بدانند. در این اواخر نیز ویدئوهایی برای دانش‌آموزان بااستعداد ضبط کرده است که در کلاس هفتم ریاضیات سال هشتم را یاد می‌گیرند. دانش‌آموزان ویدئوها را در خانه می‌بینند و کاچ در این باره می‌گوید «حالا کلاس تنها این نیست که من پای تخته بایستم و درس را ارائه کنم. تمام مدت درس در کلاس قدم می‌زنم و دانش‌آموزان از من سؤالات‌شان را می‌پرسند چون زمینه‌ی موضوع را می‌دانند».

کاچ با نظر دانشگران داوطلب موافق است که الزام‌های ضوابط یادگیری، وقت زیادی را از معلم‌ها می‌گیرد و می‌گوید در کلاس وارونه «وقت بیشتر دارم».

با این‌که کاچ با اشتیاق از نتایج این رهیافت جدید صحبت می‌کند این را هم می‌گوید که «نمی‌خواهم اینجا بایستم و بگویم این روش راحت‌ترین روش است» این روش نیاز به بسیاری کارهای مقدماتی دارد اما معلم‌هایی که به این الگوی آموزشی نظر دارند باید «گام به گام پیش بیایند. من به این شکل خیلی موفق بوده‌ام».

نویسنده: ارل لین
مترجم: أسما حسینی

1. Morris Aizenman
2. American Association for the Advancement of Science
3. Science, Technology, Engineering and Mathematics
4. Senior Scientists and Engineers
5. Shirley Malcom
6. Gary Temple
7. Earle B. Wood
8. Daphnia
9. George Kralovec
10. Bull Run
11. Centreville
12. flipped classroom
13. Cheri Faley
14. Heritage
15. Maggie Wiseman
16. H-B Woodlawn
17. Kristin Koch
18. Kenmore

طرح علم برای همه

انجمن فیزیک آمریکا (APS) هر ساله اعلام می‌کند که به منظور تشویق اعضای APS به ابداع فعالیت‌های جدید علوم‌گستری، پژوهانه‌هایی اهدا می‌کند. برنامه‌هایی که تحت پوشش این پژوهانه قرار می‌گیرند نه تنها می‌تواند حیطه‌ی سنتی کودکستان تا سال آخر دبیرستان را در بر بگیرد بلکه می‌تواند این هدف را داشته باشند که مردم عادی را با فیزیک درگیر کنند و آنها را از اهمیت فیزیک در زندگی روزمره‌شان آگاه کنند.

این پژوهانه‌ها برای شروع فعالیت‌های جدید است و برنامه‌های جاری را پشتیبانی نمی‌کند. ایده‌های ابتکاری و رهیافت‌های جدید، مخصوصاً طرح‌هایی که می‌توانند به فعالیت‌های دائمی تبدیل شوند و صرفاً به مدت زمان اعتبار پژوهانه محدود نباشند، ترغیب می‌شوند. توجه ویژه‌ای نیز به پیشنهادهایی خواهد شد که به طور ویژه خلاق بوده و/یا اثر زیادی خواهند داشت، برای مثال، طرح‌هایی که به‌نوعی در ارتباط با رسانه‌های عمومی مانند رادیو، تلویزیون، رسانه‌های چاپی و غیره باشند.

انتظار می‌رود که این کمک هزینه‌ها تا سقف ده هزار دلار باشد، اگرچه طرح‌های استثنایی با هزینه‌ی بیش از ده هزار دلار نیز بررسی خواهند شد. این کمک هزینه‌ها در دوره‌ای ۱۸ماهه، از ۱ مه سال ۲۰۱۳ پرداخت خواهد شد؛ اسامی دریافت‌کنندگان پژوهانه در فوریه‌ی ۲۰۱۳ اعلام شده است. چون این برنامه برای اعضای APS تدوین شده، فرد تماس‌گیرنده باید حتماً عضو APS باشد. طرح‌های بین‌المللی نیز در نظر گرفته خواهد شد. APS سازمانی غیرانتفاعی است و قادر به پرداخت هزینه‌های جاری یا غیرمستقیم دانشگاه‌ها نخواهد بود.

از دریافت‌کنندگان پژوهانه انتظار می‌رود که در جلسه‌ی ویژه‌ای که در مارس ۲۰۱۴ در دنور، کلرادو برگزار می‌شود کار خود را ارائه دهند. هر ارائه ۱۰ دقیقه زمان خواهد داشت و ارائه‌دهندگان باید مختصری از روند پیشرفت کار و پی‌آمد برنامه‌ی تأییدشده را ارائه دهند.

تقاضاکنندگان تا ژانویه ۲۰۱۳ در این طرح ثبت‌نام کرده‌اند.

فراخوان‌های سالانه برای ارسال طرح‌های دانش‌آموزی و اختصاص پژوهانه به کارهای برتر

منبع: http://www.aps.org/programs/outreach/grants
http://www.aps.org/programs/outreach/grants/2013grantees.cfm

طرح‌های پذیرفته‌شده‌ی علم برای همه در سال ۲۰۱۳/ ۱۳۹۲

فیزیک برای دانش‌آموزان خوانش‌پریش (دچار دیزلکسیا)

«هدف پروژه، ساختن و آماده‌کردن مجموعه‌های آموزشی فیزیک برای دانش‌آموزان از سطح کودکستان تا کلاس ششم دبستان است. این مجموعه‌ها با چهل دانش‌آموزی که در اردویی تابستانی مخصوص کودکانی که دیزلکسیا در آنها تشخیص داده شده است، آزمایش خواهد شد. محققان بر این باورند که دیزلکسیا توان استدلال علمی و مهندسی دانش‌آموزان را ضعیف نمی‌کند[۱]؛ در واقع، برخی باور دارند دانش‌آموزان مبتلا به دیزلکسیا در زمینه‌های علمی توانایی‌های بیشتری دارند.»[۲]

بازاریابی واگیردار برای علم

«هدف از این پروژه آشناکردن نوجوان‌ها با مفاهیم علمی باظرافت، همراه با سرگرمی و به روشی قابل‌فهم و جذاب و نیز در فعالیت‌هایی است که در جشنواره‌های عمومی قابل اجرا باشد، یا در وبگاه‌های تخصصی بتوان نمایش داد و برای آنها از رسانه‌های اجتماعی نیز استفاده کرد. امیدواریم از این طریق تجربه‌ی مثبتی برای این نوجوانان فراهم آوریم تا هنگام رویارویی با مفاهیم مشابه به‌ویژه در محیط‌هایی مانند کلاس درس که ترس و اضطراب می‌تواند بر علاقه و عمل‌کرد دانش‌آموز اثر منفی بگذارد این تجربه برایشان مفید باشد. می‌خواهیم نوجوان چنان اطمینانی به قدرت درک خود داشته باشد که هیچ‌گاه احساس نکند سردرگم یا خارج از گود است، هدف ما از بین بردن ترس مواجهه با علم است.»

دنیای عجیب عجیب

«نمونه‌ی اول مجموعه‌ی ده‌قسمتی ویدئویی که برای مخاطبان یوتیوب طراحی و تولید شده است: در این مجموعه مفاهیم یادگیری/ ارتباطات درقالب ST[+a]M (علوم، فنآوری، [+ هنر] و ریاضیات) به‌کار برده می‌شود و پدیده‌های غیرعادی و جالب که فیزیک توضیح می‌دهد و کاربردهای این پدیده‌ها در زندگی مدرن به‌شکلی طنزآمیز بررسی می‌شود. این برنامه مجری یا سخنرانی سخندان ندارد و در آن هیچ نظریه‌ی پیچیده‌ای شرح داده نمی‌شود، بلکه شخصیتی کارتونی با ظاهری حیرت‌انگیز و اغلب خل‌وضع به اصل طرد، درهم‌تنیدگی، تونل‌زنی و سایر پدیده‌های جالب فیزیک کوانتومی و کلاسیک و درک ما از این پدیده‌ها و این‌که چگونه این پدیده‌های عجیب را هر روز در زندگی به‌کار می‌بریم نگاهی می‌اندازد. این برنامه در دانشگاه کالیفرنیا در سن‌دیه‌گو با مشارکت خلاق فیزیکدانی شاغل در دانشگاه و تهیه‌کننده‌ی مشهور و موفق برنامه‌های علمی دانشگاه، که کمدی علمی بسیار موفق «وقتی چیزها کوچک می‌شوند» را ساخته است، تولید می‌شود و ده برنامه‌ی اول آن شروع سریالی خواهد بود که با با حمایت یوتیوپ پخش خواهد شد با این هدف که بینندگان جوان را به رسانه‌هایی با محتوای [STE+aM] جلب کند و تبدیل به بیننده‌ی دائمی کند. طوری برنامه‌ریزی شده است که توزیع و بازاریابی این سریال در یوتیوب با مشارکت ویژه‌ی تلویزیون دانشگاه کالیفرنیا، در سال ۲۰۱۳ آغاز شود.

آژانس توریستی بین‌کهکشانی

«آژانس توریستی بین‌کهکشانی، تجربه‌ای است تئاتری برای ترویج علم با امکان مشارکت بیننده که بین دانشمندان، هنرمندان، هنرپیشه‌ها، و مهندسان و مردم عادی ارتباط برقرار می‌کند تا با روشی منحصربه‌فرد، به امکان‌های باورنکردنی‌ای که سفرهای فضایی به وجود می‌آورد نگاهی بیندازند. آژانس توریستی بین‌کهکشانی در آغاز نمایش‌نامه‌ای بود که سازمانی به‌نام علم چریکی ساخت. این سازمان در سال ۲۰۰۸ شروع به کار کرد و یکی از بنیان‌گذارانش متقاضی این پژوهانه است. این سازمان، علم و فناوری را با هنر، موسیقی و تئاتر ترکیب می‌کند و آن را در قالب‌های غیرعادی عرضه می‌کند. علم چریکی[۳] تاکنون با همکاری بیش از ۱۳۰ دانشگر، چندین برنامه را به رایگان در سرتاسر بریتانیا و نیز در برخی مراسم عمومی در ایالات متحده عرضه کرده است. کارکنان این آژانس مسافرتی عبارتند از بازیگران حرفه‌ای که نقش کارمندان آژانس مسافرت فضایی را بازی می‌کنند، و نیز ستاره‌شناسان حرفه‌ای که نقش دانشمندان مقیم را بازی می‌کنند. از عموم مردم در هر سنی دعوت می‌شود تا به آژانس مسافرتی بیایند و برای سفر رؤیایی‌شان -به فضا- برنامه بریزند. زمانی که مشتری تصمیم گرفت که می‌خواهد به چه نوع سفری برود – سفر پرماجرا، رمانتیک، یا برای استراحت و آرامش– کارمند آژانس مسافرتی، بسته‌ای مسافرتی را با همکاری دانشمندان ویژه‌ی مشتری تنظیم می‌کند. بحث‌هایی که مطرح می‌شود به چالش‌های واقعی در سفرهای فضایی مربوط است، چالش‌هایی مانند هزینه‌ی سوخت موشک، هزینه‌ی مواد لازم برای حفظ حیات، و زمان سفر. به این ترتیب این امکان برای شرکت‌کننده پدید می‌آید که نکاتی را بپرسد، در نتیجه فرصت نوعی یادگیری برای شرکت‌کننده فراهم می‌شود که منحصربه‌فرد است. پرسش‌هایی مثل: سفر به مریخ چقدر طول می‌کشد؟ برای دیدن، کدام یک از قمرهای مشتری زیباترین است؟ اصلاً چرا مشتری این همه قمر دارد؟ هر کنش و واکنش متناسب با سن بازدیدکننده و موضوعاتی است که برای او جالب است.»

در دریا، از دریا، دریایی: فیزیکِ قوانین دریاها

«در اغلب جنبه‌های زندگی ما فیزیک نقشی دارد که بیشتر اوقات پنهان است، البته تقریباً هیچ کتاب درسی فیزیک مقدماتی وجود ندارد که به این نکته اشاره نکرده باشد. اما هنوز، بین نقش ضروری‌ای که مطالعه‌ی فیزیک باید در زندگی ما داشته باشد و تخصص آنهایی که اصول فیزیک را در جوامع ما پیاده می‌کنند اغلب، شکاف بزرگی وجود دارد. ما در بخش فیزیک آکادمی گارد ساحلی (CGA) ایالات متحده، برنامه‌ی دوگانه‌ای برای ترویج علم بین مردم به‌وجود آورده‌ایم که برخی از این ویژگی‌ها را در چارچوب موضوعات جالب حول‌وحوش «فیزیک دریا» برای مردم ساکن شهر محل آکادمی و خود گارد ساحلی شرح می‌دهد. برنامه‌ی ترویج علم

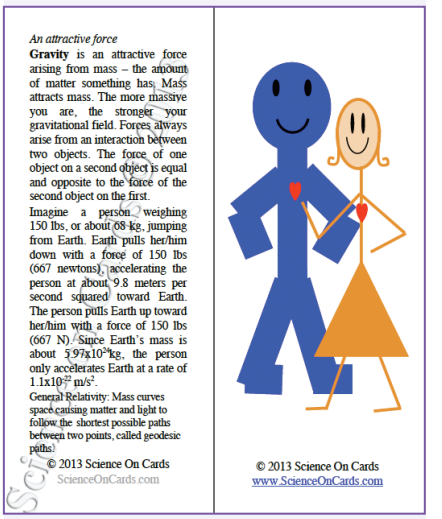
پیشـنهاد شـده با ۱۱ مأموریت گارد ساحلی به خوبی هم‌خوانی دارد و می‌توان آن را به سه مقوله تقسـیم کرد: «ایمنی در دریـا (در دریا)، امنیت دریایی (از دریا) و مدیریت دریایی (دریایی).»

تیم جت- لحیم‌کاری دانشگاه ویسکانسین

«برنامه‌ی ما برگزاری کلاسـی شـش تا هشت هفته‌ای است، که هر هفته یک‌بار در مرکز فرهنگ و جامعه‌ی جنوب مدیسـون برگزار می‌شـود. ما فکر می‌کنیم که مهم اسـت مـا ترویج‌گران علم نـزد دانش‌آموزانی برویم کـه می‌خواهیم علم را بین‌شـان ترویج کنیم تا این‌کـه از دانش‌آموزان بخواهیم نزد ما بیایند. وقت کلاس، صرف ساختن ابزارهای الکترونیکی خواهد شد که قطعات‌شان از پیش بسته‌بندی شده است (مثلاً رادیوهایی که با بلور کار می‌کنند). انتخاب بسته‌های از پیش‌آماده بر این اساس است که اندازه‌گیری دقیق، شالوده‌ی همه‌ی علوم است، از این رو ارجحیت با بسته‌های ازپیش آماده‌ای اسـت که اندازه‌گیری پدیده‌های روزمـره را ممکن می‌کند. هدف ما این اسـت که در پایان جلسـه، دانش‌آمـوزان لحیم‌کاری را یاد بگیرنـد و هم‌چنین بیاموزند که دانشـگر چه‌طور می‌تواند از ابزارهای الکترونیکی در کار هر روزش استفاده کند.»

مترجم: أسما حسینی

1. Carnine, 2003
2. Davis & Braun, 2010 ؛Eide & Eide, 2011
3. Guerilla Science



علم روی کارت‌ها. یکی از طرح‌های پذیرفته‌شـده‌ی APS در سال ۱۳۹۱/۱۲۰۱۲ در «فیزیک برای همه»

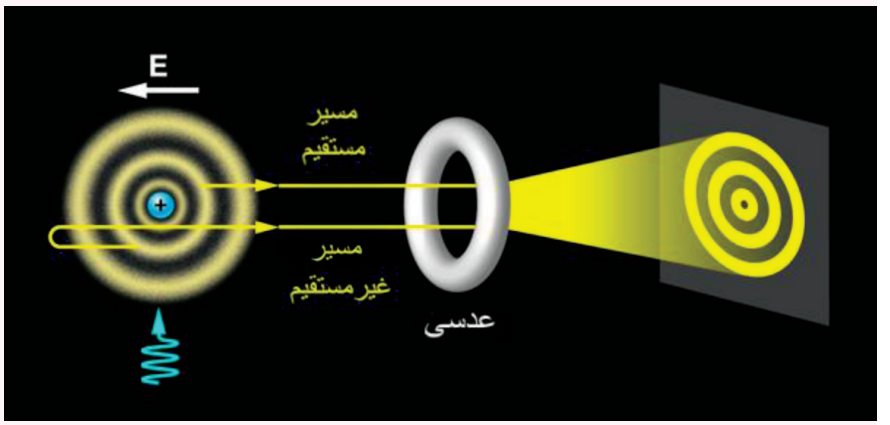
نگاهی تازه به تابع موج هیدروژن

با اسـتفاده از فوتویونش و عدسـی الکترواستاتی بزرگ‌نما «میکروسـکوپ کوانتومی» تازه‌ای ساخته شـده و با آن اوربیتال‌های الکترون اتم برانگیخته‌ی هیدروژن مسـتقیماً مشاهده شده است. در مکانیک کوانتومی، تابع‌موج نقشـی بنیادی دارد. مشاهده‌ی خواصـی مثل مکان اتم یا تکانـه‌ی الکترون متناظر با تصویرکردن تابع موج بر ویژه‌حالت‌هاسـت. اما در هر عملِ تصویرکردن، تنها بخشی از تابع‌موج آشکار می‌شـود و اغلب خصوصیت‌هایی مانند برهم‌نهش[1] یا درهم‌تافتگی[2] که مختص مکانیک کوانتومی‌اند از بین می‌رود. برای یافتن شکل کامل حالت کوانتومی تنها می‌توان از نتایج شمار زیادی اندازه‌گیری میانگین آماری گرفت. با دست‌یابی به ابزاری که بتواند مستقیماً حالـت میکروسـکوپی ذره‌ی کوانتومـی را در ابعاد آزمایشگاهی به نمایش درآورد شاید بتوان برخی از این خصوصیت‌های کوانتومی را مستقیماً به ادراک درآورد. استفاده‌های عملی‌تر در فناوری مقیاس مولکول و اتم را نیز می‌توان برای چنین ابزاری تصور کرد.

آنِتا اسـتودولنا و همکارانش از مؤسسه‌ی FOM برای فیزیک اتمی و مولکولی در هلند در گزارشی در فیزیکال ریویو لترز نشان داده‌اند که چگونه ریزنمایی فوتویونشی نگاشت سـاختار گره‌های اوربیتال‌های هیدروژن در میدان الکتریکی دی‌سـی را مستقیماً به‌دسـت می‌دهد[۱]. این آزمایش را نخسـتین بار سی سال پیش پیشـنهاد کرده بودند و با انجام آن از یکی از معدود سیسـتم‌هایی که تابع‌موج‌شان را می‌توان به‌شـکل آنالیتیک محاسـبه کرد می‌توان تصویـری منحصربه‌فرد سـاخت. پژوهشـگران در این آزمایش، تصویر سـاختار اوربیتال را مستقیماً با اسـتفاده از عدسـی‌های الکترواسـتا می‌سازند و بی آن‌که هم‌دوسـی کوانتومی‌مـوج الکترون را از بین ببرند [هم‌چـون امواج اپتیکی] تصویری را که با موج بیرون‌رونده ساخته می‌شود بزرگ می‌کنند. نویسندگان مقاله نشـان داده‌اند که الگوی تداخلی مشاهده‌شـده بـا ویژگی‌هـای گره‌هـای تابع‌موج هیدروژن که به‌صورت آنالیتیک محاسـبه می‌شود هم‌خوانـی دارد. ایـن آزمایش، درسـتی این روش ریزنمایی را اثبات می‌کند و معیاری برای سـنجش سیستم‌های پیچیده‌تر فراهم می‌کند.

روش‌هایی که برای تصویرسازی از تابع‌موج به‌کار می‌روند اغلب غیرمستقیم‌اند. یک روش این است که شمار زیادی اندازه‌گیری‌های «ضعیف» انجام می‌شود تا از رمبش (فروپاشـی) تابع‌موج پرهیز شـود [۲]. گزینه‌ی دیگر این است که شمار زیادی سیستم به شکل یکسان آماده کرده و اندازه‌گیری‌های قوی روی این سیستم‌ها را تکرار کرد. برای نمونه، پژوهشگران توانسـته‌اند با اسـتفاده از روش‌هـای توموگرافی، حالت‌هـای پایـه‌ی مختلـف را اندازه بگیرنـد و از وارون‌کردن این نتایج، نگاشت کامل حالت کوانتومی فوتون‌هـا و میدان‌های دیگر را به‌دسـت آورند[۳]. نگاشت وارونه با استفاده از روش‌های توموگرافی که معمولاً بازسازی یک تصویر از شماری تصویر دیگر است در آزمایش‌های دیگر هم به‌کار برده شده است. بـرای نمونه با اسـتفاده از طیف‌های هماهنگ‌های بـالای فرابنفش پرانـرژی[3]، یک گروه پژوهشـی از تابع موج الکترون ظرفیتیِ مولکول نیتروژن تصویر سـاخته اسـت[۴] و با تفکیک‌دهی زاویه‌ی گسیل فوتوالکترون[4] گروهی دیگر از اوربیتال‌های مولکولی روی لایه‌ی نازک، تصویر سـاخته‌اند[۵]. در همه‌ی این آزمایش‌ها تصویرهای جزئی سیستم کوانتومی با هم ترکیب می‌شوند تا تابع‌موج بازساخته شود.

روش‌های مسـتقیم‌تری نیـز وجـود دارند که



شکل ۱ – میکروسکوپ فوتویونشی: اتم در میدان الکتریکی E قرار دارد و با تپ لیزر (که با رنگ آبی نمایش داده شده است) برانگیخته می‌شود. الکترون یونیده می‌تواند مستقیماً به‌سوی آشکارگر (سمت راست تصویر) برود یا نخست در جهت مخالف از اتم بیرون بیاید و سپس به‌سوی آشکارگر برود. اختلاف فاز تابع‌موج الکترون در این دو مسیر الگوی تداخلی به‌دست می‌دهد.

منبع: Physics 6 (2013) 58

جزئیاتی از تابع‌موج را در یک اندازه‌گیری به‌دست می‌دهند. برای مثال ریزنمایی روبشی با استفاده از تونل‌زنی[۵]، تصاویری از ساختار گره‌های اوربیتال‌های مولکولی به‌دست داده است[۶]. در آزمایشی جدیدتر اندازه‌گیری الکترون‌های بیرون‌رونده در اثر یونش چندفوتونی گواهی‌ست بر وجود صفحه‌های گره در اوربیتال‌های مولکولی[۷]. در این آزمایش‌هایی که با فوتویونش انجام می‌شوند پژوهشگران می‌توانند میدان‌های ایستا یا روش‌های لیزری برای کنترل یا القای دوقطبی را به کار ببرند و مولکول خاصی را انتخاب و دست‌کاری کنند. اما اندازه‌گرفتن ساختار گره‌ها در اوربیتال‌های اتمی مشکل‌تر است زیرا اتم‌ها گشتاور دوقطبی یا درجه‌های آزادی بیرونی ندارند. استودولنا و همکارانش این مشکل را با میدان الکتریکی جریان مستقیم (دی‌سی) حل کردند که در هیدروژن محور کوانتش تعریف می‌کند و اوربیتال‌ها را پیش از اندازه‌گیری هم‌خط می‌کند. این کار امکان می‌دهد که حالت اوربیتالی را در جهت عمود بر میدان (یعنی تصویر اوربیتال در صفحات عمود بر میدان را) مستقیماً مشاهده کرد.

استودولنا و همکارانش در آزمایش زیبایشان با اندازه‌گرفتنِ فقط یک الگوی تداخل در آشکارگر دوبُعدی‌شان، چگالی اوربیتال اتم هیدروژن را مستقیماً مشاهده کردند (شکل ۱). در این اندازه‌گیری از مشکلات پیچیده‌ی بازساختِ تصویر در روش‌های غیرمستقیم خبری نیست. آزمایش با باریکه‌ی اتم‌های هیدروژن شروع می‌شود که تپ لیزر در جهت عمود بر باریکه بر آنها تابانده می‌شود. بیشتر اتم‌ها در اثر تپ لیزر و برانگیختگی دوفوتونی از حالت پایه به ترازهای ۲s و ۲p می‌روند. الکترون را لیزر قابل کوک[۶] دوم به‌حالت‌های بسیار برانگیخته‌ی ریدبرگ می‌برد که در آنها معمولاً اوربیتال‌های الکترون بسیار دور از هسته‌ی مرکزی متمرکز است. آزمایشگرها می‌توانند با کوک‌کردن طول‌موجِ تپِ برانگیزنده دقیقاً عدد کوانتومی ترازی را که جمعیتش را افزایش می‌دهند کنترل کنند. به‌این ترتیب آزمایشگرها می‌توانند شمار گره‌ها در تابع‌موج را دست‌کاری کنند. تپ‌های لیزر طوری کوک شده است که حالت‌هایی با عدد اصلی کوانتومی $n\approx 30$ را برانگیزند.

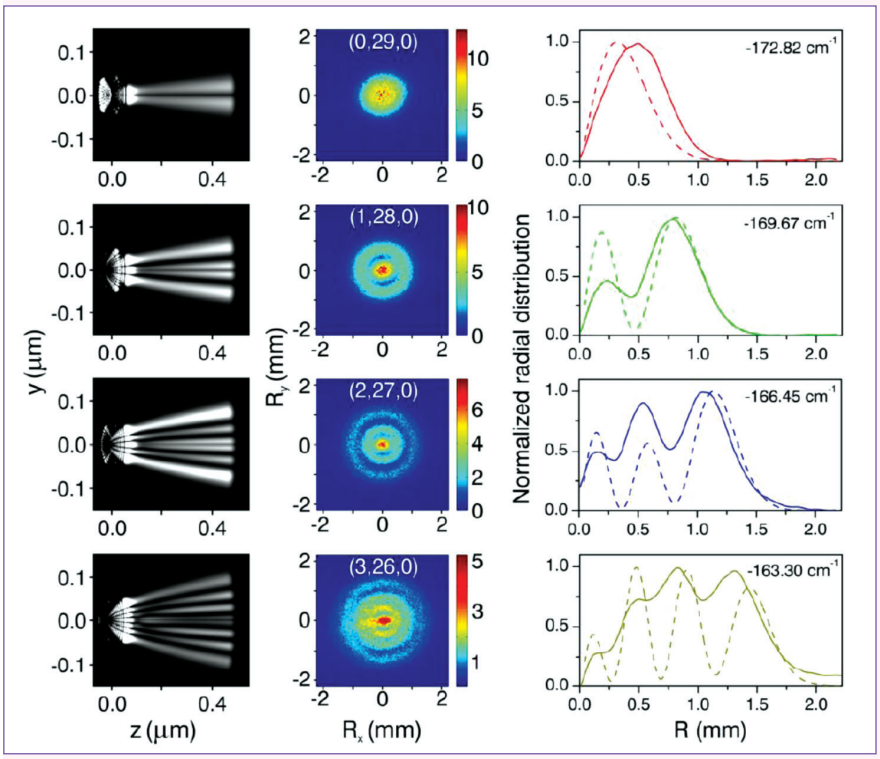
الکترون ریدبرگ را میدان الکتریکی دی‌سی فراسوی آستانه‌ی یونش کلاسیک قرار می‌دهد اما انرژی آن هم‌چنان از انرژی یونش در نبودِ میدان کم‌تر است. الکترون نمی‌تواند در راستای میدان از اتم بیرون بیاید اما در بسیاری از جهت‌ها مانند ذره‌ی آزاد است. بسته به‌جهت سرعت اولیه‌ی الکترون، فاز تابع‌موج الکترونِ بیرون‌رونده متفاوت خواهد بود و در نتیجه، بخشی از موج الکترون که در آغاز رو به آشکارگر دارد (مسیر مستقیم) با بخش دیگر که از آشکارگر دور می‌شود (مسیر غیرمستقیم) تداخل می‌کند. استودولنا و همکارانش شواهد قانع‌کننده‌ای ارائه می‌دهند که الگوی تداخلی، ساختار گره‌های اوربیتالی را که با تپ انگیزش پرجمعیت کرده‌اند به‌دقت بازمی‌سازد. به‌این ترتیب است که میکروسکوپ فوتویونشی، مستقیماً با ابزارهای ماکروسکوپی از ویژگی‌های اوربیتال کوانتومی تصویر می‌سازد.

آزمایشگرها کوک تپ لیزر انگیزش را تغییر دادند تا درستی این تعبیر را بیازمایند: در این وضعیت الکترون برانگیخته هنوز ذره‌ی آزاد است اما ساختار مشخصه‌ی گره‌های اوربیتال شبه‌مقید ریدبرگ را کسب نمی‌کند؛ تحت شرایط کوک غیرتشدیدی الگوی تداخل ناپدید می‌شود و جای آن را پس‌زمینه‌ای هم‌سان گرد می‌گیرد. این‌که الگوی تداخل تنها آن هنگام ظاهر می‌شود که تپ انگیزش روی تشدید کوک شده باشد این تعبیر را که الگوی تداخل را حالت کوانتومی‌ای به‌وجود می‌آورد که به انتخاب آزمایشگر، پرجمعیت شده است تقویت می‌کند.

این کار تجربی به‌روشنی نشان می‌دهد که میکروسکوپ فوتویونشی چگونه از اوربیتال الکترون تصویر می‌سازد. کارهای پیشین این گروه نشان داده بود که اثرهای چندالکترونی اطلاعات مربوط به اوربیتال را محو می‌کند[۸]. در پژوهش‌های بعدی نمودِ برهم‌کنش بین الکترون‌ها در ریزنمایی فوتویونشی بررسی خواهد شد. می‌توان با اضافه‌کردن میدان مغناطیسی و ایجاد اختلال در تابع‌موج الکترون بیرون‌رونده ظرافت‌های بیشتری به آزمایش افزود. در این زمینه تاکنون طرح‌هایی برای کاربرد ریزنمایی فوتویونشی در بررسی حرکت آشوبی در سیستم‌های کوانتومی[۹] و اثر آهارانوف-بُوم[۸] پیشنهاد شده است. به شکل کلی‌تر، ساختن میکروسکوپ کوانتومی که با آن بتوان از ویژگی‌های اوربیتال‌ها تصویر ساخت با روشن‌کردن سرشت پیوند شیمیایی مفتول‌های مولکولی به فناوری‌هایی که با مقیاس مولکول و اتم سروکار دارند فایده خواهد رساند[۱۰].

Viewpoint: A New Look at the Hydrogen Wave Function
Christopher T. L. Smeenk

مترجم: نادر حیدری



شکل ۲ – نقش‌های تداخل: تصاویر میانی نتایج اندازه‌گیری‌ها را برای چهار حالت شبه‌مقید اشتارک در اتم هیدروژن نشان می‌دهد که با عددهای کوانتومی (m,n_ρ,n_1) مشخص می‌شوند. شمار گره‌ها برابر با n_1 است. تصاویر سمت چپ محاسبات انتشار برای معادله‌ی شرودینگر وابسته به‌زمان را نشان می‌دهد که نمودارهای انتگرال زمانی چگالی دوبُعدی الکترون‌ها از لحظه‌ی انگیزش تا ۶۰۰ پیکوثانیه بعد هستند. در تصاویر سمت راست، نتایج تجربی (خط‌های پیوسته) با محاسبات توزیع احتمال شعاعی (خط‌چین‌ها) مقایسه شده‌اند. عددهای درون این نمودارها نماینده‌ی اختلاف انرژیِ حالت با انرژیِ یونش، در غیاب میدان است [برگرفته از مقاله‌ی استودولنا و همکاران].

این متن درباره‌ی مقاله‌ی زیر نوشته شده است:
Hydrogen Atoms under Magnification: Direct Observation of the Nodal Structure of Stark States
A. S. Stodolna, A. Rouzée, F. Lépine, S. Cohen, F. Robicheaux, A. Gijsbertsen, J. H. Jungmann, C. Bordas, M. J. J. Vrakking
Phys. Rev. Lett.110 (2013) 213001.

مراجع:

1. A. S. Stodolna, A. Rouzée, F. Lépine, S. Cohen, F. Robicheaux, A. Gijsbertsen, J. H. Jungmann, C. Bordas, and M. J. J. Vrakking, "Hydrogen Atoms under Magnification: Direct Observation of the Nodal Structure of Stark States," Phys. Rev. Lett.110 (2013) 213001.
2. J. S. Lundeen, B. Sutherland, A. Patel, C. Stewart, and C. Bamber, "Direct Measurement of the Quantum Wavefunction," Nature474 (2011) 188.
3. A. I. Lvovsky and M. G. Raymer, "Continuous-Variable Optical Quantum-State Tomography," Rev. Mod. Phys.81 (2009) 299.
4. J. Itatani, J. Levesque, D. Zeidler, H. Niikura, H. Pepin, J. C. Kieffer, P. B. Corkum, and D. M. Villeneuve, "Tomographic Imaging of Molecular Orbitals," Nature432 (2004) 867.
5. P. Puschnig, S. Berkebile, A. J. Fleming, G. Koller, K. Emtsev, T. Seyller, J. D. Riley, C. Ambrosch-Draxl, F. P. Netzer, and M. G. Ramsey, "Reconstruction of Molecular Orbital Densities from Photoemission Data," Science326 (2009) 702.
6. J. Repp, G. Meyer, S. M. Stojković, A. Gourdon, and C. Joachim, "Molecules on Insulating Films: Scanning-Tunneling Microscopy Imaging of Individual Molecular Orbitals," Phys. Rev. Lett.94, (2005) 026803
7. L. Holmegaardet al., "Photoelectron Angular Distributions from Strong-Field Ionization of Oriented Molecules," Nature Phys.6 (2010) 428.
8. F. Lépine, Ch. Bordas, C. Nicole, and M. J. J. Vrakking, "Atomic Photoionization Processes under Magnification," Phys. Rev. A70 (2004) 033417.
9. L. Wang, H. F. Yang, X. J. Liu, H. P. Liu, M. S. Zhan, and J. B. Delos, "Photoionization Microscopy of the Hydrogen Atom in Parallel Electric and Magnetic Fields," Phys. Rev. A82 (2010) 022514.
10. L. Grill, M. Dyer, L. Lafferentz, M. Persson, M. V. Peters, and S. Hecht, "Nano-Architectures by Covalent Assembly of Molecular Building Blocks," Nature Nanotech.2 (2007) 687.

زیرنویس:
1. superposition
2. entanglement
3.high-harmonic XUV spectra
4. angle-resolved photoelectron emission
5.scanning tunneling microscopy
6. tunable

مغز بحرانی

منبع: http://physics.aps.org/articles/v6/47

مدلی که مغز را به عنوان سیستمی نزدیک به حالت گذار فاز توصیف می‌کند، می‌تواند دینامیک سرتاسری فعالیت‌های مغزی را، که در آزمایش‌های fMRI مشاهده شده است، توضیح دهد.

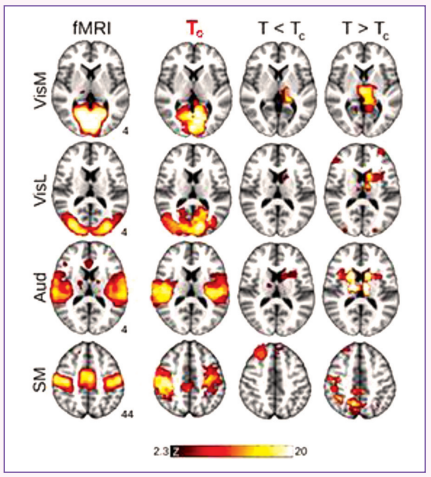
علم اعصاب[1] در آستانه‌ی پیشرفتی بی‌سابقه در ساختن تصویرهای دقیق و آنی از فعالیت عصب‌های مغز، هنگام فعالیت‌های سطح بالا مثل تشخیص اشیا و تصمیم‌گیری قرار دارد. تصور می‌شود ساخت این تصویرها که در نتیجه‌ی کاربرد سریع نتایج یک شاخه‌ی علم در شاخه‌های دیگر (زیست‌شناسی مولکولی، اپتیک، تصویربرداری، فرایندهای ریزساختی و نانوفناوری) ممکن شده است، در فهم فعالیت‌های پیچیده‌ی مغز نقشی حیاتی خواهند داشت: فعالیت‌هایی که از دل میلیاردها عصب مغز و هزاران میلیارد اتصال بین آنها بیرون می‌آید. در این زمینه‌ها پروژه‌های تحقیقاتی بین‌المللی با مقیاس‌های بزرگی در حال انجام یا در دست طرح ریزی است: پروژه‌ی کانکتوم انسانی[2] و برین (BRAIN)[3] در ایالات متحده و پروژه‌ی مغز بشر[4] در اروپا و پروژه‌ی برینتوم[5] در چین. هدف فراگیر این پروژه‌های بزرگ، جمع‌آوری و ادغام اطلاعات مفصل در مورد ساختار مغز و رفتارهای دینامیکی آن است تا بتوان گفت که مغز چگونه کار می‌کند. اما آیا این تلاش‌ها به ثمر می‌نشینند؟ اگر نتوان به‌درستی صورت رفتارهای جمعی برآمده از این فعالیت‌های جزئی در مغز را تشخیص داد، دانستن ریزه‌کاری‌های ساختارهای ظریف مغز و هم‌چنین مشاهده‌ی فعالیت‌های اعصاب، کافی نخواهد بود. در این راستا، آریل هایموویچی از دانشگاه بوینوس‌آیرس و همکارانش[۱] با استفاده از مدلی خاص، به شکل زیبایی نشان داده‌اند که چگونه پدیده‌های جمعی[6]، نقشی کلیدی در تعیین دینامیک مغز بازی می‌کند به‌این معنی که نشان داده‌اند که مغز در حالت استراحت (یعنی وقتی که هیچ وظیفه‌ی مشخصی را انجام نمی‌دهد) سیستمی در حالت بحرانی است.

سیستم‌های بحرانی سیستم‌هایی هستند که به نقطه‌ای بحرانی نزدیک‌اند، نقاطی که عمدتاً به صورت مرز گذار از حالت منظم به حالت بی‌نظم شناخته می‌شوند. برای بیشتر سیستم‌های پیچیده‌ای که از حالت تعادل دورند و از تعداد زیادی عنصرهای برهم‌کنش‌دار تشکیل شده‌اند مدل‌های سیستم بحرانی ساخته شده است که به‌خوبی رفتار این سیستم‌های پیچیده را توصیف می‌کند؛ مثال‌های شاخص این سیستم‌ها، گستره‌ی پهناوری را در بر می‌گیرد: از شبکه‌های برهمکنشی ژنی گرفته تا بازارهای مالی. در حالت بحرانی، این سیستم‌ها نه در محدوده‌ی بی‌نظم گیر می‌افتند (محدوده‌ای که برهم‌کنش‌ها بسیار ضعیفند و نوفه بر رفتار سیستم حاکم است) و نه در محدوده‌ی نظم سرتاسری می‌افتند که تمام عناصر سیستم قفل شده باشند (محدوده‌ای که برهم‌کنش‌ها بسیار قوی هستند و سیستم کاملاً ایستاست.) هیچ‌کدام از این حالت‌ها آن دوگانگی‌ای را ندارد که سیستم پیچیده‌ای مانند مغز برای کارکرد درست به آن نیازی اساسی دارد: چنین سیستمی باید مقداری نظم داشته باشد تا بتواند فعالیت‌های هماهنگ انجام دهد (یعنی در پاسخ به تحریک‌های خاص، رفتاری بازتولیدپذیر نشان دهد) و در عین حال مقدار مشخصی هم بی‌نظمی داشته باشد تا انعطاف‌پذیر باشد (یعنی خود را با تغییر شرایط بیرونی تطبیق دهد). چنین دوگانگیِ رفتاری در حالت بحرانی وجود دارد.

با این که گذار نظم-بی‌نظمی، درجات متعدد دارد، اما این تعادل ظریف بین نظم و بی‌نظمی در نقطه‌ی بحرانی، به‌طور عام ویژگی‌های آماری خاصی بروز می‌دهد: سیستم‌های بحرانی همبستگی‌های مکانی و زمانی بلندبرد بروز می‌دهند (بلند برد یعنی در مقیاس‌هایی که بسیار بزرگتر از مقیاس برهمکنش‌های دو به دو)؛ هم‌چنین، این هم‌بستگی‌ها توزیع توانی دارند. در دهه‌ی گذشته مطالعه‌های متعدد نشان داده است که مغز در حالت استراحت خصیصه‌های متعددی بروز می‌دهد که معمولاً در حالت بحرانی دیده می‌شود، مانند مقیاس‌بندی توانی بهمن‌های شلیک‌های عصبی[7] (فوران‌های گاه‌گاه فعالیت‌های الکتریکی‌ای که در کورتکس مغز مشاهده می‌شود) [۲و۳]، بستگی‌های زمانی و مکانی بلندبرد و غیربدیهی فعالیت‌های عصب‌ها[۴]، و تغییر مقیاس بی‌هنجار[8] افت‌وخیز فعالیت‌ها با تغییر ابعاد شبکه[۵]. پژوهش‌هایی که در گروه من انجام شده است نشان داده است که شبکه‌های مغز، با بودن در حالت بحرانی، پاسخ به ورودی‌ها را بهینه می‌کند و توانایی پردازش اطلاعات خود را بیشینه می‌کند[۶].

اکنون، هایموویچی و همکاران، مدلی ساده برای مغز ارائه کرده‌اند که اگر پارامترهایش برای قرارگرفتن در حالت بحرانی تنظیم شود، با بازسازی یافته‌های اصلی به‌دست‌آمده از «تصویربرداریِ

کارکردیِ تشـدیدِ مغناطیسـی» (fMRI)[۹] حجم وسـیع مشاهدات فعالیت‌های مغز در آزمایشگاه را توضیح می‌دهد. در fMRI، که روشی جدید برای تصویربرداری از مغز اسـت، فعالیت‌های عصبی با آشکارسـازی تغییرات در شـارش خون مشاهده می‌شـود. به این منظـور کمیتی با نام سـیگنال وابسـته بـه میزان اکسـیژن خـون (BOLD)[۱۰] اندازه‌گیری می‌شـود. دقت اندازه‌گیری این کمیت $1mm^3$ و توان تفکیک زمانی آن در حد چند ثانیه اسـت. اگرچه فعالیت‌های عصبـی چند مرتبه‌ی بزرگی سریع‌تر هستند و جزئیات فضایی ظریف‌تر از ایـن دارنـد (تا حـد میکرون) بـا پژوهش‌های fMRI نکته‌ی مهمی مشـاهده شـده است: مغز انسـان در حالت استراحت، سازمان‌یافتگی زمانی-مکانی بزرگ‌مقیاسـی از خود بروز می‌دهد به این صـورت که مغز به شـبکه‌های کارکـردی متمایز تقسـیم می‌شـود. این شـبکه‌ها که به شبکه‌های حالت اسـتراحت (RSN)[۱۱][۷] معروف شـده‌اند و در مغز کسـانی مشاهده می‌شـوند که هیچ کار شناختی یا زبانی یا حرکتی انجام نمی‌دهند، به‌این شکل مشخص می‌شوند که افت‌وخیزهای فعالیت نورون‌ها در هر شـبکه هم‌بسته است. این نکته را هم‌زمان‌بـودن افت‌و خیزهای سـیگنال BOLD آشکار می‌کند. هر RSN را می‌توان به مجموعه‌ای خاص از محدوده‌های قشـر مغـز (کورتکس)[۱۲] با وظایف خاص نسبت داد: مثلاً RSNهای شناختی، حسی (دیداری، شـنیداری) و RSNهای حرکتی در مغز مشخص شده‌اند (شکل یک را ببینید).



شـکل ۱: (سـتون چـپ) تصویربـرداری کارکردی با تشـدید مغناطیسـی (fMRI) نشـان می‌دهد که مغز در حالت استراحت سازمان می‌یابد و به ناحیه‌های متعددی تقسیم می‌شود که در آنها افت‌وخیز فعالیت‌های مغز هم‌بسته است. این ناحیه‌ها شبکه‌های حالت استراحت نامیده می‌شـوند (RSN). از بالا به پایین: RSN های بینایی میانی (VisM)، بینایی جانبی (VisL)، شنوایی (Aud) و حسی- حرکتی (SM).

(ستون‌های سـمت راست) نتایج کار هامیوویچی و همکاران [۱] که نشان می‌دهد اگر پارامترهای مدلی ساده را طوری تنظیم کرد که مدل (در T_c) در حالت بحرانی قرار گیرد می‌توان ویژگی‌های آماری RSN را بازساخت.

هامیوویچی و همکاران برای سـاختن مدلی از فعالیت‌هـای RSN از داده‌هایی اسـتفاده کردند که نشـان می‌دهد چگونه شـبکه‌ی زیر قشر مغز متشکل از آن‌چه به دسته تارهای عصبی[۱۳] معروف است ناحیه‌های مختلف قشـر مغز را به هم وصل می‌کند. آنها مدل جذاب و سـاده‌ی سه‌حالته‌ای را بـه‌کار بردند که توانایـی آن در توصیف دینامیک سیستم‌هایی متنوع، از فعالیت تک عصب تا شیوع بیماری در بین جمعیت‌های مختلف، شناخته شده است. هر منطقه‌ی قشر مغز در مدل این گروه، که در واقعیـت صدها هزار عصب دارد، می‌تواند سـه حالت داشته باشـد: خاموش[۱۴](تحریک‌نشده ولی تحریک‌پذیر)، برانگیخته[۱۵]، و در حال بازگشـت[۱۶] (به‌تازگی تحریک شـده است و تا مدتی تحریک نمی‌پذیـرد). گـذار از حالـت خاموش بـه حالت برانگیخته می‌تواند خودبه‌خود یا در اثر بیشترشدن مجموع سیگنال‌ها از ناحیه‌های برانگیخته‌ی دیگر از آسـتانه‌ای معین رخ دهد. ناحیـه‌ی برانگیخته پیش از آنکه دوباره تحریک‌پذیر شود مدت کوتاهی در حالت بازگشت قرار می‌گیرد.

چیزی که نویسـندگان این مقاله دریافتند این اسـت که این مدل می‌تواند منجر به خوشـه‌های فعال مشابه با خوشه‌هایی شود که در فعالیت‌های RSNها مشـاهده شـده اسـت. ولـی همان‌طور که شـکل ۱ نشـان می‌دهد، بـرای این‌که مدل با داده‌های آزمایشی منطبق شود، آستانه‌ی تحریک باید درسـت روی مقداری تنظیم شود که مدل را در حالـت بحرانی قرار می‌دهد. مدل آنها در حالت بحرانی تعدادی از ویژگی‌های آماری سیسـتم را پیش‌بینی می‌کند که با آزمایش در توافق اسـت: یکی شکل‌گیری خوشه‌های فعال با توزیع ابعادی که از قانون توانی با شـیب منهای سه دوم تبعیت می‌کند و نشانه‌ی بهمن‌های عصبی [۲] متناظر با دومین قله در توزیع اندازه‌های خوشـه‌های بزرگ در مدل تراوش[۱۷] است [۸]؛ دیگر، طول هم‌بستگی (فاصله‌ی دو نقطه‌ی سیسـتم که به شکل مستقل رفتـار می‌کنند) و واگرایـی افت‌وخیزهایش که با داده‌های مشاهده‌شـده در مغز تطابـق دارد. این نتایج حتی با شـواهد بسیار گسـترده‌تر درباره‌ی بهمن‌های عصبـی که از اندازه‌گیری‌های مغناطو-انسفالوگرافی[۱۸] [۴و۹] و از مطالعات درون موجود زنده[۱۹] و درون لوله‌ی آزمایشـگاه[۲۰] به دست آمده است [۳] هم‌خوانی دارد.

یکـی از جنبه‌هـای مهـم این کار اسـتفاده از جزئیـات سـاختار دسـته تارها بـرای پیش‌بینی دینامیک سرتاسـری مغز اسـت. با این‌حال خوب است اشاره شود که داده‌های مربوط به اتصال‌های دسته تارهای عصبی که نویسندگان به کار برده‌اند از روش‌های آزمایشـگاهی‌ای به دسـت آورده‌اند کـه محدودیت‌هـای آشـکار دارد [تصویربرداری طیف پخش یا تانسـور پخـش (DSI/DTI)[۲۱]]. در ایـن روش‌ها طـول اتصال‌هـای بلندبرد کم‌تر از مقـدار واقعی تخمین زده می‌شـود و نمی‌تواند جهت‌داربودن دسـته تارهای عصبی را تشـخیص دهد؛ این وضعیت با آناتومی مغز سـازگار نیست. بی‌تردید در مطالعات بعدی، مدل‌های بهتری برای دسته تارهای عصبی سـاخته خواهد شد که باید در آینده به حساب آورد. جدا از این محدودیت‌ها، توزیـع وزن اتصال‌هـا که از این روش‌ها به‌دسـت می‌آیـد، به نظـر «فیزیولوژیکی» می‌رسـد، چون ویژگی‌های مشـترک با تعدادی از سیسـتم‌های پیچیده دارد که به تازگی بررسی شده‌اند [۱۰].

یافته‌ی اصلی نویسـندگان این اسـت که برای توضیـح فعالیت مغز بایـد اطلاعات سـاختاری و دینامیک موضعی عصب‌ها را در چارچوب بحرانیت[۲۲] ادغام کـرد. از آنجا کـه ناوردایی مقیـاس یکی از نمودهـای اصلی بحرانی‌بودن اسـت (این خاصیت که ویژگی‌ها و دینامیک مشابهی در تمام مقیاس‌ها دیده می‌شـود)، رهیافت آنهـا می‌تواند به رده‌های مختلف سـازمان‌یابی مغز مربوط شود و گستره‌ی ریزمدارهای قشـر مغز تا سـتون‌های قشر مغز و تا کل مغز را در بر بگیرد. به‌این ترتیب چارچوبی واحد برای تفسـیر اطلاعات روزافزون در باره‌ی ساختار و دینامیک عصب‌ها به‌دسـت خواهد آمد. اگرچه در این پژوهش، نویسـندگان باید پارامتر مدل را برای آستانه‌ای خاص تنظیم ظریف می‌کردند تا به حالت بحرانی برسـند، چالشـی بزرگ این خواهد بود که بفهمیم مغز دقیقاً با کدام سـازوکارهای فیزیکی و زیست‌شناختی به حالت بحرانی می‌رود و این حالت را طی یادگیری و رشد حفظ می‌کند.

Viewpoint: The Critical Brain

Dietmar Plenz

مترجم: سامان مقیمی عراقی

مراجع:
1. A. Haimovici, E. Tagliazucchi, P. Balenzuela, and D. R. Chialvo, "Brain Organization into Resting State Networks Emerges at Criticality on a Model of the Human Connectome," Phys. Rev. Lett. 110, 178101 (2013).
2. J. M. Beggs and D. Plenz, "Neuronal Avalanches in Neocortical Circuits," J. Neurosci. 23, 11167 (2003).
3. D. Plenz, "Neuronal Avalanches and Coherence Potentials," Eur. Phys. J. Special Topics 205, 259 (2012).
4. J. M. Palva, A. Zhigalov, J. Hirvonen, O. Korhonen, K. Linkenkaer-Hansen, and S. Palva, "Neuronal Long-Range Temporal Correlations and Avalanche Dynamics are Correlated with Behavioral Scaling Laws," Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 110, 3585 (2013).
5. E. Tagliazucchi, P. Balenzuela, D. Fraiman, and D. R. Chialvo, "Criticality in Large-Scale Brain fMRI Dynamics Unveiled by a Novel Point Process Analysis," Front. Physiol. 3, (2012).
6. W. L. Shew and D. Plenz, "The Functional Benefits of Criticality in the Cortex," Neuroscientist 19, 88 (2013).
7. M. D. Fox and M. E. Raichle, "Spontaneous Fluctuations in Brain Activity Observed with Functional Magnetic Resonance Imaging," Nature Rev. Neurosci. 8, 700 (2007).
8. A. Margolina, H.J. Herrmann, and D. Stauffer, "Size of Largest and Second Largest Cluster in Random Percolation," Phys. Lett. A 93, 73 (1982).
9. O. Shriki, J. Alstott, F. Carver, T. Holroyd, R. N. A. Henson, J. Smith, R. Coppola, E. Bullmore, and D. Plenz "Neuronal Avalanches in the Resting MEG of the Human Brain," J. Neurosci. 33, 7079 (2013).
10. S. Pajevic and D. Plenz, "The Organization of Strong Links in Complex Networks," Nature Phys. 8, 429 (2012).

زیرنویس:
1. neuroscience
2. Human Connectum Project
3. Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies
4. Human Brain Project
5. Brainnetome
6. collective phenomena
7. neuronal avalanche
8. anomalous
9. functional Magnetic Resonance Imaging
10. blood-oxygenation-level dependent signal
11. Resting State Network
12. cortex
13. fiber tracts
14. quiescent
15. excited
16. refractory
17. percolation
18. magneto-ancephalography
19. in vivo
20. in vitro
21. Diffusion Spectrum Imaging/Diffusion Tensor Imaging
22. criticality

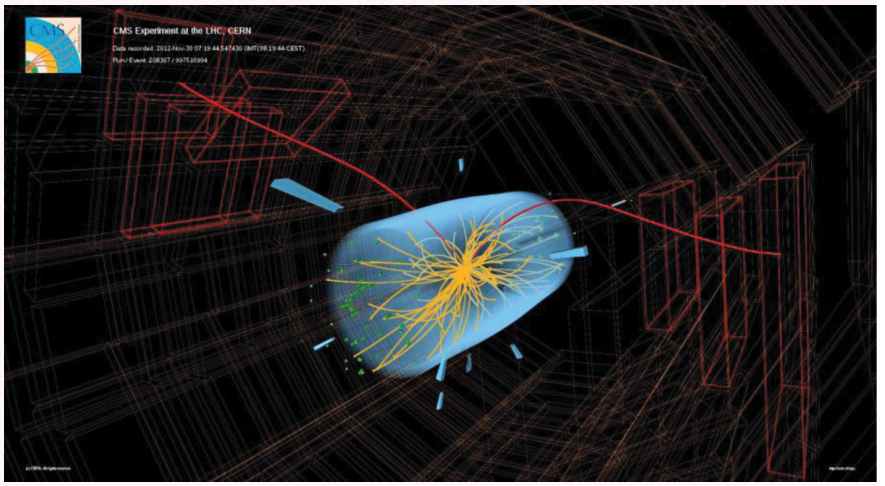
مشاهده‌ی واپاشی بسیار کمیاب در آشکارساز CMS
آزمایش CMS، CERN

پس از انتظاری ۲۵ساله واپاشی مزون B_s به زوج میوئون در آشکارساز CMS مشاهده شد. این خبر روز جمعه ۱۹ ژوئیه ۲۰۱۳ در کنفرانس دوسالانه‌ی EPS-HEP در استکهلم، سوئد اعلام شد. از هر یک میلیارد مزون B_s که در اثر برخورد پروتون‌های LHC ساخته می‌شود تنها واپاشی سه مزون انتظار می‌رود. هر مزون به دو میوئون وامی‌پاشد که ذره‌ای مشابه الکترون اما سنگین‌تر است.

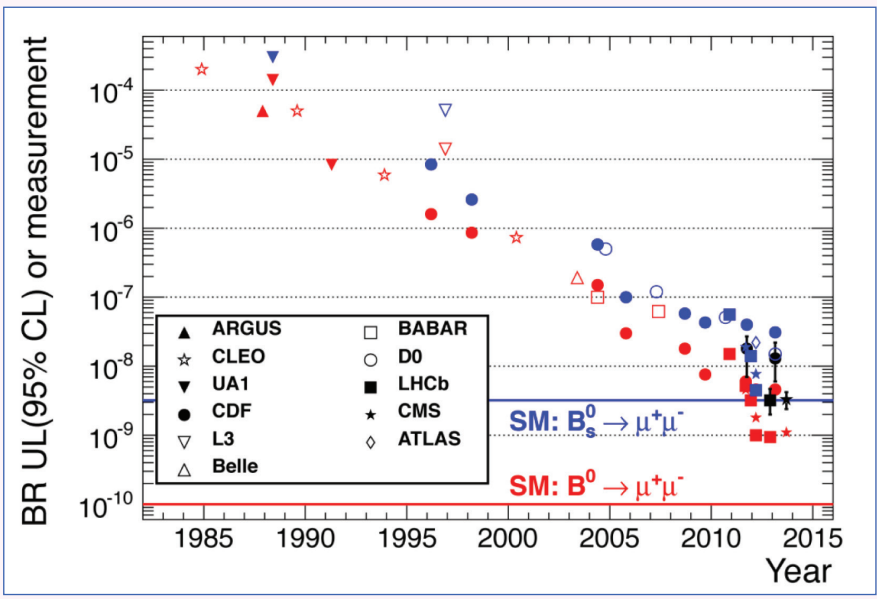
آهنگ واپاشی این مزون بر اساس مشاهدات CMS، با قدر آماری ۴٫۳ انحراف معیار برابر است با $۳٫۰^{+۱٫۰}_{-۰٫۹} \times ۱۰^{-۹}$ [۱]. پیش‌بینی مدل استاندارد برای آهنگ این واپاشی $(۳٫۶\pm۰٫۳)\times۱۰^{-۹}$ است در نتیجه آن چه مشاهده شده مدل استاندارد را تأیید می‌کند.بر اساس این قدر آماری احتمال این که آن چه مشاهده شده برخاسته از افت‌وخیزهای کاتوره‌ای پس‌زمینه باشد حدود ۱ در ۱۰۰۰۰۰ است.

در جستجوی پدیده‌ای نو

با وجود پیش‌بینی‌های دقیق می‌دانیم که مدل استاندارد فیزیک ذرات کامل نیست: ماده تاریک (که در مشاهدات نجومی وجودش به‌اثبات رسیده) و فزونی ماده بر پادماده در عالم را توضیح نمی‌دهد.



شکل ۱:رویداد نامزد واپاشی $B_s \to \mu\mu$ در آشکارساز CMS که در سال ۲۰۱۲ در برخوردهای پروتون با پروتون با انرژی ۸ ترا الکترون ولت ثبت شده است.

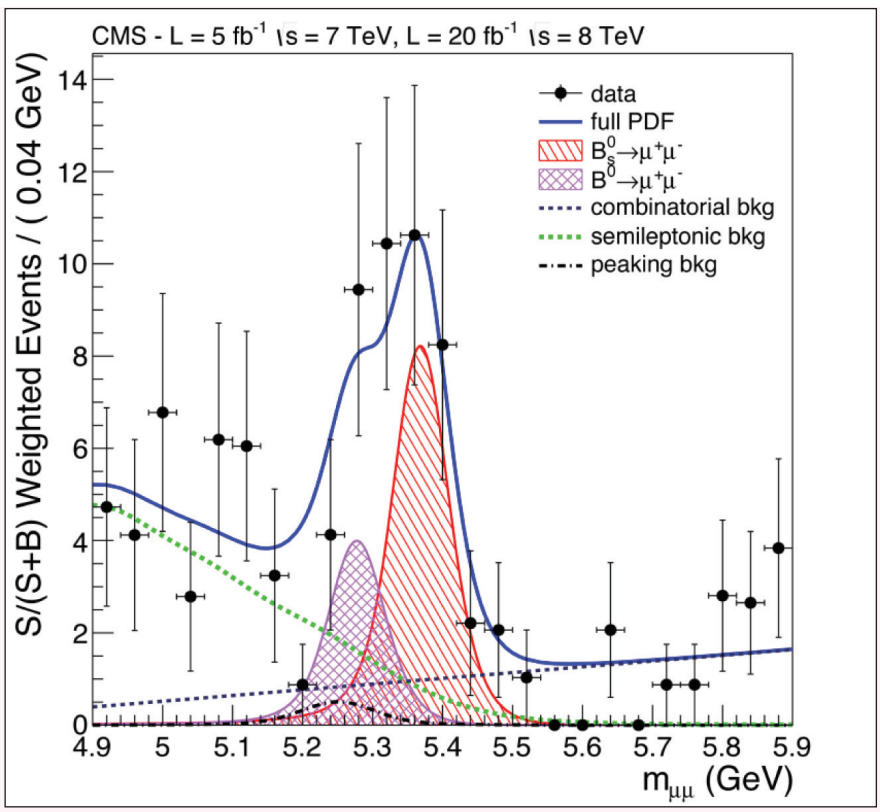


شکل ۲: تاریخچه‌ی جستجو برای B_s و B^0 در برخورددهنده‌های کنونی و گذشته که نشان‌دهنده‌ی چهار مرتبه‌ی بزرگی بهبود در دقت اندازه‌گیری است.

این خبر از وبگاه CMS برداشته شده است. متن اصلی به فارسی بود و همان متن با ویرایش و تغییراتی جزیی در اینجا آمده است.

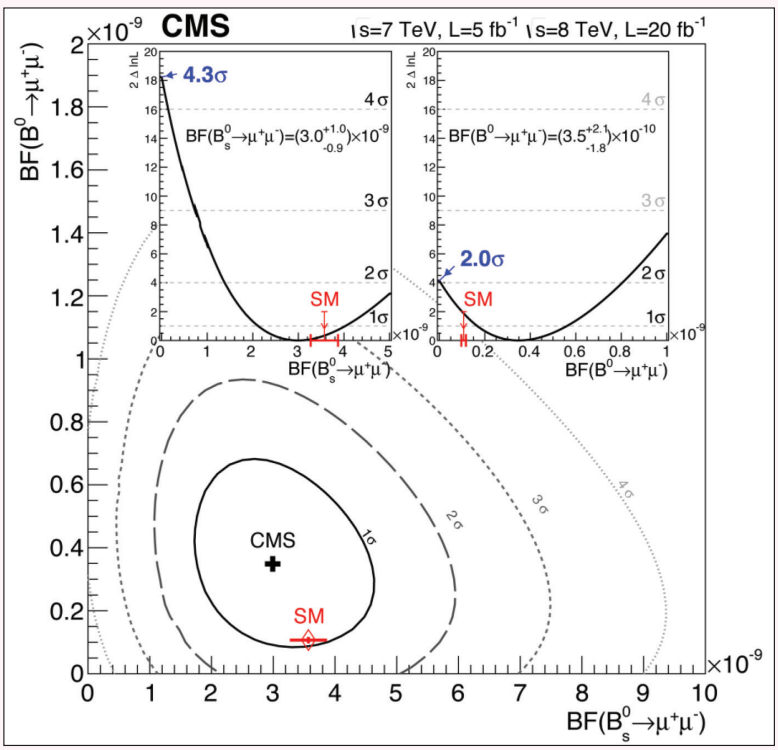
منبع: https://cms-docdb.cern.ch/cgi-bin/PublicDocDB/RetrieveFile?docid=11970&filename=Bs_Statement_EPS-13_FA.pdf

جستجوی فرآیندهای کمیاب در آزمایشگاه نیاز به آن دارد که سیگنال تعداد اندکی رویداد را از میان انبوه رویدادهای پس‌زمینه بیرون کشید: انتظار می‌رود از یک میلیارد مزون B_s تنها سه مزون به دو میوئون واپاشیده شوند و این آهنگ برای B^0 از این هم پایین‌تر است. نخستین مشکل در یافتن سیگنال رویداد کمیاب، شناختن نامزدهای بالقوه در برخورد پروتون‌ها در آشکارساز CMS است. در هر ثانیه حدود ۴۰۰ برخورد از جذاب‌ترین برخوردهایی که در CMS ثبت شده است انتخاب می‌شود و از این تعداد حدود ۱۰ رویداد برای جستجوی $B_s \to \mu\mu$ مناسب هستند. این رویدادها بر اساس ویژگی‌های هر دو میوئون دسته‌بندی می‌شوند تا ضمن حفظ سیگنال رویدادها، رویدادهای پس‌زمینه هر چه بیشتر حذف شود. علاوه بر این جستجوی CMS باید با دقت نسبتاً خوبی تعداد کل مزون‌های B تولیدشده را بداند. این عدد از شمارش سایر واپاشی‌های مزون B^0، که به خوبی بررسی شده‌اند محاسبه می‌شود.



شکل ۳:توزیع جرم زوج میوئون. منحنی‌های بنفش و قرمز به ترتیب نماینده‌ی سیگنال B^0 و B_s هستند. در حالی که خط‌چین، منحنی سبز و منحنی سیاه، سه نوع مختلف پس‌زمینه را نشان می‌دهند. منحنی خط پر نیز جمع مؤلفه‌های برازش است.

در جستوجوی فیزیک فرای مدل استاندارد، واپاشی مزون‌های B (حاوی یک کوارک ته و یک کوارک سبک‌تر) به دو میوئون (μ) حیطه‌ای ایده‌آل است. واپاشی دو نوع مزون B – مزون B^0 (متشکل از یک کوارک ته و یک کوارک پایین) و مزون B_s (متشکل از یک کوارک ته و یک کوارک شگفت)– به زوج میوئون در مدل استاندارد بسیار ضعیف و محدود است. اگر آهنگی که برای هر یک از این واپاشی‌ها اندازه گرفته می‌شود با پیش‌بینی مدل استاندارد نخواند، نشانه‌ای روشن بر فیزیک فرای مدل استاندارد خواهد بود. نزدیک به ۲۵ سال است که در آزمایش‌های پرشمار در برخوردهنده‌های مختلف، این واپاشی‌های نادر بررسی شده است و حدهایی که برای آهنگ این واپاشی‌ها می‌توان تعیین کرد چهار مرتبه‌ی بزرگی بهتر شده‌اند و حساسیت اندازه‌گیری به مقادیری که مدل استاندارد پیش‌بینی می‌کند نزدیک شده است. نخستین بار در نوامبر ۲۰۱۲ در آزمایش LHCb گواهی روشن بر وجود واپاشی $B_s \to \mu\mu$ با قدر آماری ۳٫۵σ به دست آمد.



شکل ۴: منحنی‌های بسته‌ی دو بعدی نمایانگر قدر آماری در اندازه‌گیری $B_s \to \mu\mu$ و $B^0 \to \mu\mu$ هستند. در منحنی‌های یک‌بعدی کمینه‌ی منحنی بهترین برازش برای آهنگ واپاشی را به‌دست می‌دهد و محل تقاطع منحنی‌ها با x=0 قدر آماری را نشان می‌دهد.

نخستین دیدار

داده‌های CMS در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲، به ترتیب متناظر با درخشندگی کل ۴٫۹ بر فمتوبارن و ۲۰٫۴ بر فمتوبارن (fb^{-1}) [۲] است. توزیع جرم زوج میوئون حاصل، فزونی‌ای بر مقدار چشم‌داشتی رویدادهای $B_s \rightarrow \mu\mu$ از پس‌زمینه نشان می‌دهد که متناظر است با آهنگ واپاشی $(3.0^{+1.0}_{-0.9}) \times 10^{-9}$ خطای اندازه‌گیری هر دو خطای آماری و سیستماتیک را در بر دارد.قدر آماری این اندازه‌گیری ۴٫۳ انحراف معیار است. کران بالای 1.1×10^{-9} نیز برای آهنگ واپاشی $B^0 \rightarrow \mu\mu$ با تراز اطمینان ۹۵٪ محاسبه شده است [۳] که با پیش‌بینی مدل استاندارد در توافق است.

به کجا می‌رویم؟

نتایج این اندازه‌گیری با قدری ناامیدی نیز همراه شده است. با این حال، هنوز تا پایان داستان راه درازی در پیش است. از آنجا که داده‌های بیشتری از LHC در راه است، دقت اندازه‌گیری CMS و دیگر آزمایش‌ها برای این واپاشی‌ها هم‌چنان افزایش خواهد یافت. دقت بیشتر، قیدهای بیشتری بر تعمیم‌های مدل استاندارد خواهد گذاشت و راه فیزیک فراتر از افق امروزین فیزیک انرژی‌های بالا را روشن‌تر خواهد کرد. در دور بعدی کار LHC در سال ۲۰۱۵ حساسیت اندازه‌گیری بیشتر خواهد شد و به میزانی خواهد رسید که آشکارساز CMS برای اندازه‌گیری آهنگ واپاشی $B^0 \rightarrow \mu\mu$ در حد پیش‌بینی مدل استاندارد نیاز دارد.

مشاهده‌ی چنین واپاشی کمیابی از B_s دستاورد بزرگی از یک سفر ۲۵ ساله است، اما قلمروهای نامکشوف بسیاری در دنیای فیزیک ذرات در برابر ما گسترده است.

توضیحات

[۱] انحراف معیار نشان میدهد که تا چه حد رفتار مجموعه داده‌های خاصی با فرض درستی نظریه ناسازگار است. فیزیک‌دان‌ها این انحراف معیار را با نماد σ نشان می‌دهند. هر چقدر که انحراف معیار از یک بزرگتر باشد، ناسازگاری داده‌ها با نظریه بیشتر است و معمولاً هر قدر کشف پدیده‌ای غیر محتمل‌تر باشد شمار بیشتری انحراف معیار برای متقاعد کردن فیزیک‌دان‌ها لازم است.

[2]http://news.stanford.edu/news/2004/july21/femtobarn-721.html

[۳]سطح اطمینان نشان می‌دهد که چه درصدی از نتایج در محدوده‌ای است که انتظار می‌رود. به عنوان مثال، سطح اطمینان ۹۵٪ به معنای آن است که نتیجه‌ی آزمون آماری در ۹۵٪ موارد با آنچه انتظار می‌رود همخوانی دارد.

دوربری کوانتومی بین دو جسم بزرگ دور از هم

منبع: physicsworld.com, Jun 11, 2013

چارلز بنت[1] از مرکز تحقیقاتی توماس جی واتسون آی‌بی‌ام[2] در نیویورک و همکارانش، اولین بار در سال ۱۹۹۳ دوربَری کوانتومی[3] را مطرح کردند. با این روش شخصی (معمولا آلیس) می‌تواند با تبادل اطلاعات کلاسیک محض، اطلاعات حالت کوانتومی ناشناخته‌ای را به فرد دیگری (معمولاً باب) بفرستد. آلیس نیمی از حالت درهم‌تافته[4]ای را در اختیار دارد که نیمه‌ی دیگرش در اختیار باب است (مثلاً یکی از دو ذره‌ای که هنوز درهم‌تافته‌اند). آلیس برهم‌کنش حالت کوانتومی ناشناخته را با نیمه‌ی حالت درهم‌تافته‌اش اندازه می‌گیرد و نتیجه‌ی اندازه‌گیری را از یک کانال کلاسیک به باب می‌فرستد. عمل اندازه‌گیری، حالت نیمه‌ی دیگر زوج درهم‌تافته را که نزد باب است تغییر می‌دهد و باب با استفاده از نتیجه‌ی اندازه‌گیری آلیس می‌تواند حالت کوانتومی ناشناخته را بازسازی کند.

برای آن‌که آلیس و باب بتوانند اطلاعات را با استفاده از دوربری کوانتومی منتقل کنند بایستی زوج ذرات درهم‌تافته (معمولاً دو فوتون) داشته باشند. در تبادل فوتون‌های درهم‌تافته برخی از فوتون‌ها از دست می‌رود که در بازسازی حالت ناشناخته تأثیر خواهد داشت. اگر اطلاعاتی که مبادله می‌شود به یک حالت گسسته مربوط باشد یک فوتون درهم‌تافته با فوتون آلیس این اطلاعات را در بر خواهد داشت که ممکن است به باب برسد یا نرسد و در نتیجه باب یا خواهد توانست حالت ناشناخته را کاملاً بازسازی کند و یا اصلاً نخواهد توانست. این حالت را دوربری احتمالی[5] می‌گویند. اگر اطلاعاتی که مبادله می‌شود به حالتی پیوسته مربوط باشد، این اطلاعات درتپی نوری است (که شمار زیادی فوتون دارد) که برخی به باب خواهد رسید و برخی نخواهد رسید. بنابراین باب همیشه می‌تواند حالت ناشناخته را بازسازی کند، اما اگر تلفات زیاد باشند حالت ناشناخته، کاملاً بازسازی نخواهد شد. به این نوع انتقال اطلاعات، دوربری کوانتومی قطعیت‌پذیر[6] می‌گویند.

یکی از سؤالات اصلی‌ای که مطرح می‌شود این است که باب تا چه حد می‌تواند حالت کوانتومی ناشناخته‌ی آلیس را با دقت بازسازی کند و آیا این حد از بیشترین میزان دقتی که براساس اصل عدم قطعیت هایزنبرگ با انتقال صرفاً کلاسیک اندازه‌گیری‌های آلیس ممکن می‌شود بیشتر است یا نه. پاسخ این سؤال تنها به میزان اتلاف فوتون‌ها بستگی ندارد، بلکه پارامترهای دیگر آزمایشگاهی هم باید در نظر گرفته شود مثلاً این‌که برای برهم‌کنش بین حالت کوانتومی ناشناخته و ذره‌های درهم تنیده تا چه مدتی می‌توان حالت‌های کوانتومی را حفظ کرد.

این دوربری قطعیت‌پذیر متغیر پیوسته[7] را اویگنه پولزیک[8] و همکارانش در مؤسسه‌ی نیلز بور کپنهاگ به همراه پژوهشگرانی از مؤسسه‌ی علوم فوتونیک (ICFO)[9] بارسلونا و دانشگاه ناتینگهام مطرح کردند و در آزمایشگاه تحقق بخشیدند. در آزمایش آنها دو نمونه گاز سزیم۱۳۳ در دمای اتاق در محفظه‌های شیشه‌ای به‌فاصله‌ی ۵۰ سانتی‌متر از هم قرار دارند. هدف آزمایش انتقال اطلاعات حالت اسپینی کوانتومی جمعی[10] 10^{12} اتم از یک محفظه به محفظه‌ی دیگر است. برای افزایش عمر حالت اسپینی درون محفظه‌ها با ماده‌ای ویژه پوشانده شده بود که تکانه‌ی زاویه‌ای اتم‌ها را جذب نمی‌کند.

حالت‌های اسپینی این سیستم با میدان‌های مغناطیسی متناوب و ثابت به دقت کنترل می‌شود. با همکاری کریستین موشیک[11] از ICFO و ایگنیاتسیو سیراک[12] از مؤسسه‌ی اپتیک کوانتومی ماکس پلانک در نزدیکی مونیخ نیز مدل جدیدی برای برهم‌کنش بین اتم‌ها و نور به‌بار آورده شد. به‌کمک این پیشرفت‌های تجربی و نظری گروه پژوهشی چندین حالت اسپینی جمعی را از یک محفظه به محفظه‌ی دیگر منتقل کرد و انحراف معیار اندازه‌گیری‌ها را محاسبه کرد. این انحراف معیار از کمینه انحراف معیار نظری که با ارسال اطلاعات حالت اسپینی به‌شکل کاملاً کلاسیک به‌دست می‌آید کم‌تر بود و پولزیک نتیجه می‌گیرد: «ما نخستین عمل دوربری قطعیت‌پذیر اتم‌به‌اتم را برای فاصله‌ای ماکروسکوپی به‌انجام رسانده‌ایم.» این تحقیق در مجله‌ی فیزیک نیچر منتشر شده است [۱].

Quantum teleportation done between distant large objects
Tim Wogan

مترجم: نادر حیدری

با تشکر از فرناز روشنی (گروه فیزیک دانشگاه الزهرا) برای آماده‌سازی خبر

مرجع:

[1] H. Krauter, D. Salart, C. A. Muschik, J. M. Petersen, HengShen, T. Fernholz, E. S. Polzik, "Deterministic quatum teleportation between distant atomic objects", Nature Physics 9, 400–404 (2013) doi:10.1038/nphys2631

زیرنویس:

1. Charles Bennett
2. IBM Thomas J. Watson Research Center
3. quantum teleportation
4. entangled
5. probabilistic teleportation
6. deterministic quantum teleportation
7. deterministic continuous-variable teleportation
8. Eugene Polzik
9. Institut de CiènciesFOtòniques
10. collective
11. Christine Muschik
12. IgancioCirac

عالم کلاسیک به‌علت گرانش

منبع: Physics 6 (2013) 78

امواج ضعیف گرانشی که عالم را فرا گرفته‌اند برای برهم‌زدن برهم‌نهش‌های کوانتومی و واداشتن اشیاء بزرگ به رفتار کلاسیک کفایت می‌کنند.

شاید آغاز عالم رخدادی کوانتومی بوده است اما امروزه پدیده‌های اخترفیزیکی و زمینی همه به‌وضوح سرشت کلاسیک دارند و هیچ نشانی از قطعیت‌ناپذیری کوانتومی به‌دست نمی‌دهند. مقاله‌ای که در فیزیکال ریویو لترز به‌تازگی منتشر شده، این اندیشه را مطرح می‌کند که علت غایی می‌تواند امواج گرانشی ضعیف اما فراگیری باشد که در پس‌زمینه‌ی کیهان از زمان مه‌بانگ به‌جا مانده‌است. همه‌جا این امواج به‌شکل تصادفی حالت‌های کوانتومی را آن‌قدر مختل می‌کنند که هیچ‌گاه گربه‌ی شرودینگر واقعیت نیابد.

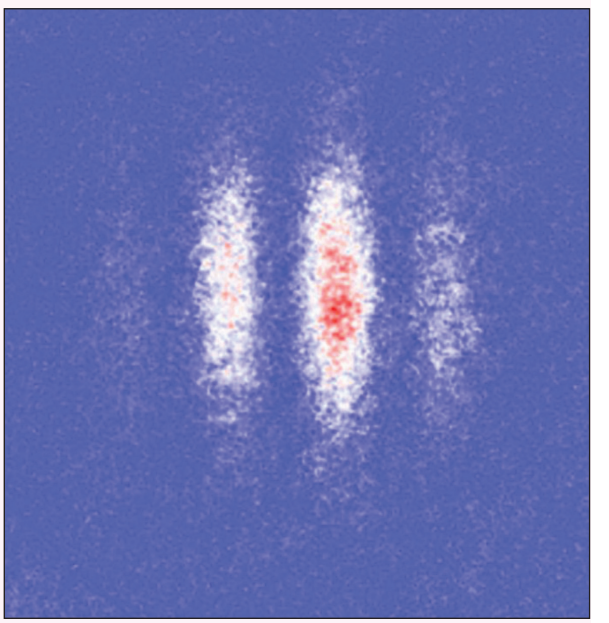
در مکانیک کوانتومی می‌توان حالت‌های شگفت‌انگیزی داشت که برهم‌نهش خوانده می‌شوند و مثلاً اسپین الکترونی که در برهم‌نهش باشد می‌تواند هم‌زمان روبه‌بالا و روبه‌پایین باشد. گرچه چنین برهم‌نهش‌هایی برای تک‌ذره‌ها می‌تواند بسیار پایدار بماند نظریه‌پردازها مدت‌هاست به این می‌اندیشند که چرا اشیاء بزرگ‌تر هرگز در چنین حالت‌هایی ظاهر نمی‌شوند. نمونه‌ی معروف چنین شیء بزرگی، گربه‌ی نیم‌مرده و نیم‌زنده‌ی شرودینگر است. این روزها بسیاری از نظریه‌پردازها گمان می‌کنند که برهم‌نهش‌های ماکروسکوپی را که در آن اجزای پرشمار کوانتومی باید نسبت به یک‌دیگر رابطه‌ای دقیق را حفظ کنند تأثیر محیط مرتباً بر هم می‌زند و این اختلال‌های محیطی که بر هر جزءِ برهم‌نهش تأثیر متفاوت دارد باعث واهم‌دوسی برهم‌نهش می‌شود و آن را تبدیل به حالت کلاسیک می‌کند: گربه‌ی شرودینگر یا زنده است یا مرده و نمی‌تواند در هر دو حالت باشد. حتی برای سیستمی به کوچکی اتم در آزمایشگاه نیاز است که از آن در برابر میدان‌های الکترومغناطیسی هرز محافظت شود تا برهم‌نهش حالت‌های خود را حفظ کند.

از آنجا که میدان گرانشی همه جا هست و از آن گریزی نیست، پژوهشگران این اندیشه را مطرح کرده‌اند که این میدان در شکل‌گیری رفتار کلاسیک سیستم‌های ماکروسکوپی نقشی بنیادی دارد. اینک مایلز بلن‌کوؤ از دارتموت‌کالج در هانوور نیوهمپشر واهم‌دوسی برخاسته از تابش گرانشی پس‌زمینه‌ی کیهانی یعنی موجک‌های کوچک در فضازمان را که نماینده‌ی «پژواک‌ها»ی مه‌بانگ‌اند محاسبه کرده است. این پس‌زمینه خویشاوند تابش میکروموجی پس‌زمینه است که گمان می‌رود در دمای یک درجه‌ی کلوین باشد. با آن‌که این امواج گرانشی به‌ندرت ممکن است بزرگ‌ترین تأثیری باشند که شیء از محیط می‌پذیرد بلن‌کوؤ می‌خواست بداند آیا آن‌ها به‌تنهایی برای تضمین این نکته کافی هستند که برهم‌نهش کوانتومی هیچ جا بدون تمهیدات آزمایشگاهی مشاهده نشود.

موج گرانشی اختلالی در فضا و زمان است که منتشر می‌شود و در گذر از حالتی که برهم‌نهش چند حالت است می‌تواند هم‌آهنگی کوانتومی اجزای آن را بر هم بزند. برای تخمین اندازه‌ی چنین اثری بلن‌کوؤ مدل ساده‌ی جسمی را در نظر گرفت که می‌توان در برهم‌نهش چند حالت قرار داد. او کپه‌ی بی‌شکل جرم و انرژی را که از آراست خاص میدانی خیالی حاصل می‌شود در نظر گرفت و فرض کرد این کپه در برهم‌نهش حالت پایه و حالت انگیخته‌ای با یک الکترون‌ولت انرژی بیش از حالت پایه قرار دارد. او سپس تخمین زد که تابش گرانشی پس‌زمینه با چه سرعتی این برهم‌نهش را برهم خواهد زد. پاسخی که یافت 10^{45} ثانیه بود یعنی 10^{28} برابر عمر عالم که اصلاً تند نیست!

البته چنین نتیجه‌ای جای تعجب ندارد زیرا برهم‌کنش میدان ضعیف گرانشی با شیئی کوچک مانند اتم ناچیز است. اما بلن‌کوؤ نشان داد که آهنگ واهم‌دوسی متناسب با مربع اختلاف انرژی بین دو حالتِ برهم‌نهاده است. برای اشیاءِ بزرگ‌تر که به شمار عدد آووگادرو اتم در حالت‌های برهم‌نهاده داشته باشند این اختلاف انرژی به 6×10^{23} الکترون‌ولت و زمان واهم‌دوسی به یک‌صدم ثانیه خواهد رسید.

کلاؤس کیفر از دانشگاه کلن آلمان می‌گوید که در مدل‌های تورمی کیهان‌شناسی پس‌زمینه‌ی گرانشی ضعیف شکل پیچیده‌تری از شکل ساده‌ای دارند که بلن‌کوؤ فرض کرده است اما هر نوع تابش گرانشی که وجود داشته باشد به‌همان صورتی که بلن‌کوؤ توصیف کرده است باعث واهم‌دوسی می‌شود. و نتیجه‌ای که بلن‌کوؤ گرفته است مسلماً نتیجه‌ی جالبی‌ست زیرا تأثیر فراگیر واهم‌دوسی را نشان می‌دهد.



تصویر از NIST

شگفتی کوانتومی در مقیاس بزرگ: هنگامی که به هزاران اتم روبیدیوم که در برهم‌نهش قرار داده شوند (در این مورد خاص هم‌زمان در دو جا بودن) امکان داده شود که از هم جدا شوند تداخل دو مؤلفه‌ی کوانتومی این الگوی نواری را می‌سازد. براساس محاسبه‌ای جدید تابش گرانشی کیهان‌شناختی هر نوع برهم‌نهش در مقیاس بزرگ را که خودبه‌خود در گوشه‌ای از عالم شکل گرفته باشد از بین خواهد برد.

نویسنده: دیوید لیندلی
دیوید لیندلی مستقلاً در الکساندریا ویرجینیا نویسندگی می‌کند و مؤلف کتاب عدم‌قطعیت: اینشتین، هایزنبرگ، بور و مبارزه برای روح علم (انتشارات دابل‌دی، ۲۰۰۷)[1] است.

این متن درباره‌ی مقاله‌ی زیر نوشته شده است:
Effective Field Theory Approach to Gravitationally Induced Decoherence
M.P.Blencowe
Phys. Rev. Lett. 111 (2013) 021302.

Gravity Makes the Universe Classical
David Lindley

مترجم: نادر حیدری

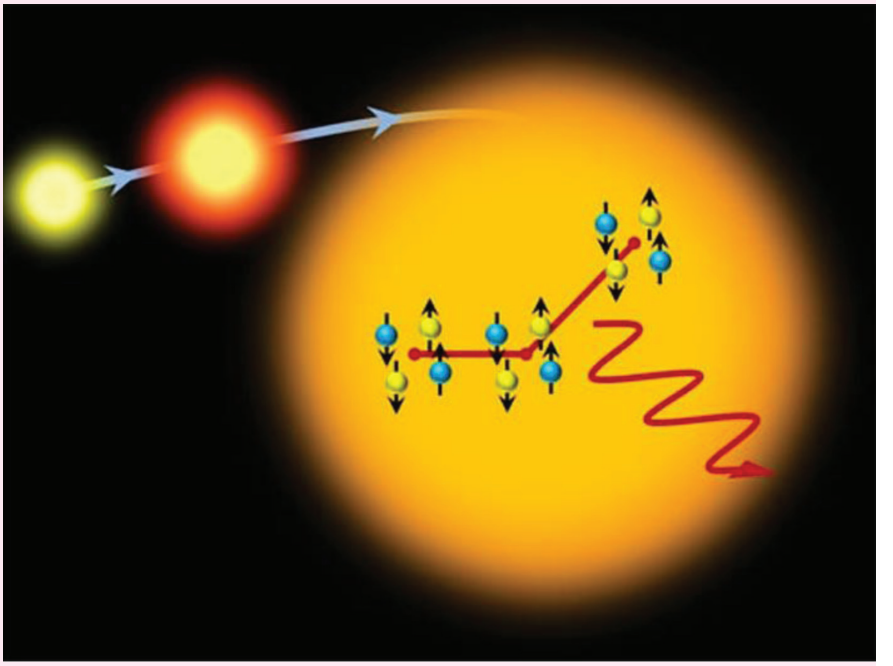
زیرنویس:
1. Uncertainty: Einstein, Heisenberg, Bohr, and the Struggle for the Soul of Science (Doubleday, 2007)

بالاخره محاسبه‌ی حالت هویل در کربن

منبع: Physicsworld.com, 3 Jan 2013

محاسبه‌ی رفتار پروتون‌ها و نوترون‌های درون هسته‌ی کربن: فیزیک‌پیشه‌های آلمان و ایالات متحده، شکل حالت هویل در کربن را محاسبه کرده‌اند. این حالت در زایش عناصر سنگین درون ستاره‌ها اهمیت دارد. این پژوهشگران دریافته‌اند که این حالت، ساختار غیرعادی خمیده‌ای دارد و این نکته باید به شناخت نیروهایی که در زایش کربن نقش دارند کمک کند.

ستاره‌شناس انگلیسی، فرد هویل، در سال ۱۹۵۴ برای رفع این تناقض این اندیشه را پیش‌نهاد که کربن۱۲، حالت برانگیخته‌ی تا آن زمان مشاهده‌نشده‌ای دارد که آسان ساخته می‌شود و به حالت پایه فرومی‌افتد و در این فرایند مقدار مشخص ۷/۶ مگاالکترون‌ولت انرژی آزاد می‌شود. سه سال بعد، پژوهشگران مؤسسه‌ی فناوری کالیفرنیا (کل‌تک) این حالت



هسته‌های هلیم ۴ در کربن ۱۲ بازویی خمیده می‌سازند.

چنین گفت هویل

شکل‌گرفتنِ هسته‌ی کربن۱۲ که شش پروتون و شش نوترون دارد، در فرآیند هسته‌زایی یعنی زایش عناصر سنگین‌تر (از هیدروژن و هلیم) درون ستاره‌ها، یکی از مراحل مهم است. فیزیک‌پیشه‌هایی که در سال‌های دهه‌ی ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ هم‌جوشی در ستاره‌ها را بررسی می‌کردند بر آن بودند که هسته‌ی کربن در اثر هم‌جوشی دو هسته‌ی هلیم۴ و تولید بریلیم۸ و سپس هم‌جوشی بریلیم ۸ با هسته‌ی هلیم۴ دیگر ساخته می‌شود. این فرضیه مشکلی داشت: انرژی ذراتِ به‌هم‌جوش‌خورده از انرژی حالت پایه‌ی کربن۱۲ بسیار بیشتر است و در نتیجه احتمال این‌که ذره‌ی جدید به این شکل ساخته شود بسیار کم است در حالی‌که کربن، در عالم فراوان است و با این احتمالِ کم نمی‌توان فراوانی کربن۱۲ را به‌حساب آورد.

برانگیخته را در آزمایش‌های مربوط به واپاشی بتای بور۱۲ مشاهده کردند. شصت سال است که فیزیک‌پیشه‌های هسته‌ای تلاش می‌کنند سرشت «حالت هویل» را بشناسند زیرا مدل‌های استاندارد هسته چنین حالتی را پیش‌بینی نمی‌کنند. در این مدل‌ها هسته به‌صورت مجموعه‌ی پروتون‌ها و نوترون‌های منفرد انگاشته می‌شود و به‌نظر می‌رسید که بهترین شکل برای توصیف حالت هویل مجموعه‌ی سه خوشه‌ی هلیم۴ است.

اینک به‌کمک توان محاسباتی ابرکامپیوتر یوگنه[1] در یولیش (در ایالت راین-وست‌فالیای شمالی آلمان) و شکل تازه‌ی «نظریه‌ی میدان مؤثر» استیون واینبرگ که در آن می‌توان پروتون و نوکلئون را به‌صورت موجودات منفرد و نه حالت مقید سه کوارک در نظر گرفت، اولف مایسنر[2] از دانشگاه بن و همکارانش توانسته‌اند این خوشه‌ها را ببینند. نظریه‌ی واینبرگ، شمار ذرات را به‌میزان یک ضریب سه کاهش می‌دهد یعنی به‌جای محاسبه با ۳۶ ذره می‌توان با ۱۲ ذره کار کرد اما ۱۲ ذره هم برای رسیدن به توصیف تحلیلی هسته، باز زیاد است. گروه مایسنر کار نظری را با روش‌های عددی‌ای که معمولاً برای توصیف برهم‌کنش قوی بین کوارک‌های منفرد به‌کار می‌روند ترکیب کرده است. فضا و زمان در این رهیافت به فواصل گسسته تجزیه می‌شود و ذرات تنها می‌توانند در رأس‌های این شبکه‌ی فضا-زمان قرار بگیرند. به‌این ترتیب شکل تحول سیستم بس‌ذره‌ای ساده‌تر می‌شود.

شبکه‌ی فضا-زمان و بازوی خمیده

در مقاله‌ای که مایسنر و همکاران در سال ۲۰۱۱ منتشر کردند چگونگی کاربرد این رهیافت اختلاطی را برای تشخیص حالت هویل توصیف کردند. برای این کار آن‌ها نخست حالت پایه‌ی کربن۱۲ را برمی‌گزینند و پیکربندی‌های پرشمار با پروتون‌ها و نوترون‌های مجازی درون یوگنه می‌سازند و بعد تحول این پیکربندی‌ها را دنبال می‌کنند. پیکربندی‌ای که بیش از همه دوام می‌آورد حالت پایه‌ی کربن۱۲ است زیرا از همه حالت‌ها پایدارتر است. اما تشخیص حالت هویل به ترفندهای بیشتر نیاز دارد زیرا باید شبیه‌سازی را در زمانی خاص متوقف کرد و حالت‌های مختلفی را که تا آن زمان دوام آورده‌اند شناسایی کرد. علی‌رغم مشکلات درجه‌گذاری (کالیبراسیون) شبیه‌سازی با داده‌های آزمایش‌های پراکندگی و داده‌های دیگر مقدارهایی که برای انرژی حالت پایه‌ی کربن۱۲ و حالت هویل محاسبه شد با آزمایش توافق نزدیک داشت.

اینک در این کار آخرشان، تیم پژوهشی با به‌کاربردنِ نمایشی پیچیده‌تر برای تابع‌موج هسته، ساختار این حالت‌ها را نیز محاسبه کرده است. مایسنر نوکلئون‌ها و گروه‌های نوکلئونی را به آجرهای لگو تشبیه می‌کند و می‌گوید: «پیش از این تنها با یک اندازه‌ی آجر سروکار داشتیم ولی حالا آجرهایی به‌اندازه‌های مختلف داریم که می‌توانیم با آن‌ها ساختارهای پیچیده‌تر بسازیم.» با این ساختارهای جدید پژوهشگران دریافتند که در حالت پایه‌ی کربن۱۲ سه خوشه‌ی هلیم۴ به شکل مثلث متساوی‌الاضلاع در می‌آیند اما در حالت هویل آراست آن‌ها به صورت «بازوی خمیده» با زاویه‌ی باز است. این حالتِ بازتر، از

انرژی بیشترِ موجود در سیستم برمی‌آید.

موروتون هیورت-ینسن[3] از دانشگاه اسلو نروژ می‌گوید یک جنبه‌ی هیجان‌انگیز این پژوهش تازه آن است که امکان می‌دهد بفهمیم کدام بخش نیروی قوی در واپاشی کربن ۱۲ نقش اصلی را دارد. چون در واقع نیرو چند جزء دارد از جمله جزءهایی که هسته را ناشکل می‌کنند: «هویل وجود این حالت را براساس اصل انسان‌مداری پیش‌بینی کرد یعنی برهان آورد که اگر این حالت وجود نمی‌داشت ما هم وجود نداشتیم. اما حالا می‌خواهیم این حالت را بر اساس اجزای اصلی آن و نیروهای آن‌ها بشناسیم.»

آزمون‌های تجربی

دیوید جنکینز از دانشگاه یورک انگلستان اشاره می‌کند که این کار چند پیش‌بینی آشکار دارد که می‌توان با تجربه آزمود؛ از جمله وجود گذارهای الکترومغناطیسی که با حالت هویل سروکار دارند. اما این گذارها بسیار ضعیف هستند و در نتیجه اندازه‌گرفتن آنها مشکل است: «انجام این آزمایش‌ها تقریباً به همان اندازه‌ی این کار نظری مشکل است اما انجام آنها به درگیری با این مشکلات می‌ارزد زیرا موضوع بسیار مهم است.» مایسنر می‌گوید که هنوز کار نظری بیشتر باید انجام شود: یکی کاستن فاصله‌ها در شبکه‌ی مجازی فضا-زمان است زیرا باید محاسبات را دقیق‌تر کرد؛ دیگر بررسی هسته‌های بزرگ‌تر مانند اکسیژن۱۶ و هم‌چنین بررسی واکنش‌هایی‌ست که این هسته‌ها را می‌سازند (در مورد اکسیژن۱۶ این واکنش ترکیب کربن۱۲ با یک هسته‌ی هلیم۴ است). این واکنش در دنباله‌ی واکنش‌هایی که مولکول‌های حیات را می‌سازند بسیار مهم است.

کار آخر این گروه در فیزیکال ریویو لترز منتشر شده است.

درباره‌ی نویسنده: ادوین کارتلج در رم زندگی می‌کند و در باره‌ی علم می‌نویسد.

Carbon's Hoyle state calculated at long last

Edwin Cartlidge

مترجم: نادر حیدری

زیرنویس:

1. JUGENE
2. Ulf Meissner
3. Morton Hjorth-Jensen

آیا جرم نوترینو بقای عدد لپتونی را نقض می کند؟

یاسمن فرزان/ پژوهشکده فیزیک، پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

نوترینوها ذراتی بنیادی هستند که برهم‌کنش آنها تنها از نوع ضعیف است. در چارچوب مدل استاندارد ذرات بنیادی، نوترینوها جرم ندارند اما مشاهدات ۳۰ سال اخیر نشان می‌دهد که نوترینوها جرمی بسیار کوچک دارند. ارائه‌ی مدلی برای توضیح جرم نوترینوها از مسائل باز پیش روی فیزیک‌پیشه‌هاست. سؤال اساسی در ساختن مدل برای جرم نوترینوها آن است که آیا جرم‌داربودن نوترینو، بقای عدد لپتونی را نقض می‌کند یا نه. تاکنون پدیده‌ای که نشان دهنده‌ی نقض عدد لپتونی باشد مشاهده نشده است. درچارچوب مدل استاندارد ذرات بنیادی، عدد لپتونی بقا دارد اما اگر جمله‌ی جرم نوترینوها پایستگی عدد لپتونی را نقض کند انتظار داریم فرایندهایی نظیر «واپاشی دو بتای بدون نوترینو» رخ بدهد. در این فرایند، هسته به هسته‌ای دیگر واپاشی می‌کند و در این واپاشی دو الکترون نیز گسیل می‌شود اما نوترینویی به‌وجود نمی‌آید. آزمایش‌های متعددی به جست‌وجوی چنین فرایندی پرداخته‌اند. توجه کنید که برای مشاهده‌ی این فرایند باید ایزوتوپی انتخاب شودکه فرایند واپاشی بتای معمولی (واپاشی هسته به هسته‌ای سبک‌تر به اضافه‌ی یک الکترون و یک پادنوترینو) نداشته باشد. به عبارت دیگر، باید ایزوتوپی انتخاب شود که از ایزوتوپ متناظر با همان عدد جرمی اما عدد اتمی یکی بیشتر از خود هسته سنگین‌تر باشد تا واپاشی بتای معمولی صورت نگیرد. اما، ایزوتوپی نیز داشته باشد با همان عدد جرمی و با عدد اتمی دو واحد بیشتر، که از خود هسته سبک‌تر باشد. در این صورت واپاشی دوبتا، واپاشی غالب خواهد بود. در طبیعت تنها ۱۱ ایزوتوپ با این ویژگی‌ها می‌شناسیم. در چارچوب مدل استاندارد ذرات بنیادی، چنین ایزوتوپی می‌تواند به ایزوتوپ سبک‌تر و دو الکترون به همراه دو پادنوترینو واپاشی شود. چنین واپاشی‌هایی بسیارنادرند و با آهنگی بسیار کند (با نیمه عمری از مرتبه‌ی 10^{21} سال یا بیشتر) رخ می‌دهند. با این حال این نوع واپاشی مشاهده شده است و برای «واپاشی به دو-بتای بدون نوترینو» پس‌زمینه تلقی می‌شود.

اگر فرض کنیم جمله‌ی جرم نوترینوها پایستگی عدد لپتونی را نقض می‌کند درصورت عدم مشاهده‌ی این واپاشی می‌توان برای ترکیبی از جرم نوترینوها حد بالا تعیین کرد. در تیرماه امسال آزمایش آرایه‌ی آشکارگرهای ژرمانیوم برای یافتن واپاشی دو-بتا بدون نوترینو (GERDA)[1] واقع در ایتالیا نتایج مقدماتی خود را منتشر کرد و نشان داد که نیمه عمر این نوع واپاشی از 3×10^{25} سال بیشتر است.

برای اطلاعات بیشتر مراجعه کنید به

Agostini et al, arXiv:1307.4720

زیرنویس:

1. GERmanium Detector Array for the search of neutrinoless double beta decay

منبع تصویر: http://www.mpi-hd.mpg.de/gerda

آزمایش GERDA در سال ۲۰۰۴ به عنوان آزمایش جدیدی برای واپاشی دو-بتای ^{76}Ge راه‌اندازی شد.

گزارش از گروه‌های پژوهشی-آموزشی

گزارش از گروه پژوهشی رایانش کوانتومی

دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف

تهیه گزارش: سیما قاسمی
زمان تهیه‌ی گزارش: بهمن‌ماه ۱۳۹۰
اطلاعات آمده در متن، در زمان نوشتن گزارش (تیرماه ۱۳۹۲) به روز شده است.

گروه رایانش کوانتومی دانشگاه صنعتی شریف. دکتر کریمی‌پور، دکتر معمارزاده و دکتر رضاخانی به همراه دانشجویان تحصیلات تکمیلی گروه-۱۳۹۱

گروه رایانش کوانتومی دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف در سال ۱۳۸۰ با شروع کار پژوهشی دکتر وحید کریمی‌پور در زمینه‌ی رایانش کوانتومی، شکل گرفت. اکنون بعد از دوازده سال، سه عضو هیئت علمی (دو استادیار و یک استاد)، هشت دانشجوی دکتری و شش دانشجوی کارشناسی ارشد عضو این گروه هستند.

در مدت نسبتاً کوتاهی که از آغاز به کار این گروه می‌گذرد فعالیت‌های زیر همگی از ویژگی‌های خاص گروه رایانش کوانتومی دانشگاه صنعتی شریف شده اند:

برگزاری سمینارهای منظم هفتگی به مدت دوازده سال، ارتباط‌های بین‌المللی و مستمر با جامعه‌ی جهانی رایانش کوانتومی، برگزاری کنفرانسهای بین‌المللی دو سالانه‌ی رایانش کوانتومی در کشور، کیفیت و کمیت بالای کارهای پژوهشی انجام شده در این گروه، تعداد زیاد فارغ‌التحصیلان دکتری و کارشناسی ارشد این گروه و موفقیت آنها در پذیرفته شدن در دوره‌های پسادکتری و دکتری، جذب عضو هیئت علمی جدید در گروه، ارائه‌ی سالانه‌ی درس‌های مرتبط با رایانش کوانتومی به طور مرتب و سالانه.

اعضای هیئت علمی

۱. سرپرست گروه، استاد دکتر وحید کریمی‌پور از اولین فارغ‌التحصیلان دکتری فیزیک در کشور (در دانشگاه صنعتی شریف) است. او در سال ۱۳۷۱ فارغ‌التحصیل شده است و از همان سال عضو هیئت علمی دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف بوده است.

عنوان رساله‌ی دکتری او **«کوانتش چند پارامتره گروه‌های لی و کوانتش غیراستاندارد (SL(n»** زیر نظر استاد شاهین روحانی بوده است. او پس از فارغ‌التحصیلی به تدریج زمینه‌ی پژوهشی‌اش را از گروه‌های کوانتومی به مدل‌های حل‌پذیر تغییر داد. پس از مدت کوتاهی به شاخه‌ی دیگر پژوهشی رو آورد: مدل‌های آماری گسسته و مدل دنیای کوچک. در این سال‌ها چند دانشجوی دکتری و کارشناسی ارشد هم در این زمینه‌ها با او کار کردند و فارغ‌التحصیل شدند. از سال ۱۳۸۰ او با رایانش کوانتومی آشنا شد و پژوهش جدی در این زمینه را آغاز کرد.

زمینه‌ی پژوهشی (در رایانش کوانتومی)

رمزنگاری، درهم‌تنیدگی، رایانش کوانتومی توپولوژیک، نگاشت‌ها و کانال‌های کوانتومی.

۲. دکتر علی رضاخانی: استادیار دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف (۱۳۸۹-)

• اولین فارغ‌التحصیل دکتری گروه در زمینه رایانش کوانتومی.

• فارغ التحصیل دکتری در سال ۱۳۸۳. عنوان پایان نامه دکتری: «نظریه‌ی اطلاعات کوانتومی: هم‌سان‌سازی» زیر نظر دکتر کریمی‌پور.

• سه دوره‌ی پسادکتری به مدت شش سال در: مؤسسه‌ی تبادل علمی تورین ایتالیا، مؤسسه‌ی رایانش کوانتومی در دانشگاه کلگری کانادا، مؤسسه‌ی علم و فناوری اطلاعات کوانتومی در دانشگاه کالیفرنیای جنوبی در ایالات متحد امریکا.

زمینه‌ی پژوهشی:

اطلاعات کوانتومی، رایانش کوانتومی (بی‌دررو)، گذار فازهای کوانتومی، نظریه‌ی کنترل کوانتومی، دینامیک سیستم‌های باز کوانتومی، مکانیک آماری (کوانتومی).

۳. دکتر لاله معمارزاده اصفهانی: استادیار دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف (۱۳۸۹-)

• فارغ التحصیل دکتری در سال ۱۳۸۷. عنوان پایان‌نامه دکتری: «درهم‌تنیدگی و ظرفیت کلاسیک کانال‌های کوانتومی» زیر نظر دکتر کریمی‌پور.

• دو دوره‌ی پسادکتری در دانشگاه کمرینو ایتالیا و دانشگاه امپریال کالج لندن.

زمینه‌ی پژوهشی:

اطلاعات کوانتومی، کانال‌های کوانتومی، همبستگی کوانتومی، سیستم‌های بس ذره‌ای کوانتومی، گذار فاز کوانتومی و توپولوژیک، سیستم‌های کوانتومی باز.

دانشجویان تحصیلات تکمیلی

انتخاب دانشجوی دکتری در این گروه طبق روال دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف است. دانشکده تعدادی دانشجو می‌پذیرد، دانشجو در سال‌های اول درس‌های مختلف می‌گیرد و در سمینارهای مختلفی شرکت می‌کند و پیش از امتحان جامع می‌تواند انتخاب کند که در چه زمینه‌ای و با چه کسی کار کند. در این مرحله، یکی از استادهای گروه، کار کوچکی به او می‌سپارد و اگر کار خوبی ارائه کرد جذب گروه می‌شود و به تدریج وارد کارهای پژوهشی گروه می‌شود. تاکنون هفت دانشجوی دکتری و یازده دانشجوی کارشناسی ارشد از این گروه فارغ‌التحصیل شده‌اند.

این گروه هر ساله دو درس را در دانشکده‌ی فیزیک ارائه کرده است: رایانش کوانتومی و اطلاعات کوانتومی. دکتر کریمی‌پور درسنامه‌هایی برای این درس‌ها نوشته‌اند که به سادگی از طریق وبگاه ایشان (http://sharif.edu/~vahid) برای همه در دسترس است. این درسنامه‌ها در شکل‌گیری این شاخه و آموزش به دانشجوها در این شاخه در ایران مؤثر بوده است. البته درس‌هایی هم هستند که همکاران جوان گروه برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی گروه ارائه می‌کنند و این درس‌ها بیشتر رنگ‌وبوی پژوهشی دارند.

دکتر کریمی‌پور به تربیت دانشجوی دکتری و چگونگی وارد کردن او به کار پژوهشی بسیار حساس است. دقت و نظم بالایی را که خود در کارهای پژوهشی دارد به خوبی به دانشجویانش منتقل می‌کند. دکتر رضاخانی، اولین دانشجوی دکتری ایشان در این رشته، می‌گوید: «دکتر کریمی‌پور این خصوصیت را دارد که کار پژوهشی را درس می‌دهد. این خصوصیت منحصر به فردی است. او معلمی است که فاصله‌ی تحقیق و تعلیمش کم است. معلمی که تحقیق را با یاد دادن به خودش یاد گرفته است و این را راحت منتقل می‌کند.»

بعضی از دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد گروه به طور مشترک، زیر نظر دکتر کریمی‌پور و یکی از استادهای جوان گروه کار می‌کنند. دانشجویان ارشد گروه هم به دانشجوهای تازه وارد کمک می‌کنند. این ساختار همکاری از بالا به پایین در گروه پخش می‌شود و به رشد گروه و شکل‌گیری همکاری کمک می‌کند.

دانشجویان و فارغ‌التحصیلان دکتری گروه از ابتدا تا کنون

علی رضاخانی، مرضیه آسوده، نیره مجد، ابوالفضل بیات، لاله معمارزاده، افسانه صدرالاشراف، سحر علی‌پور، سیما باغبان‌زاده، فائزه کیمیایی، میرمحمدرضا کوچکی، اعظم مانی، راضیه محسنی‌نیا، زهرا رئیسی، نجمه تابع بردبار، محمدحسین زارعی

طعم کارهای پژوهشی گروه

عمده‌ی کارهای پژوهشی گروه، کارهای نظری و تحلیلی هستند. یکی دو مورد کارهای محاسباتی به طور مشترک با استادهای دیگر دانشکده انجام شده است و دانشجویان مشترکی هم با استادان محاسباتی‌کار که در زمینه‌ی سیستم‌های کوانتومی وابسته کار می‌کنند داشته‌اند. دکتر کریمی‌پور می‌گوید: «علاقه داریم یک نفر با مهارت کارهای محاسباتی در گروه داشته باشیم که بتواند کار عددی انجام دهد و کار تحلیلی را کامل کند. جای این فرد در گروه ما خالی است».

تعدادی از دانشجویان کارشناسی ارشدی که از این گروه فارغ‌التحصیل شده‌اند از ایران رفته‌اند و در همین شاخه ادامه تحصیل داده‌اند. بعضی از آنها وارد کار تجربی در این زمینه شده‌اند. دکتر کریمی‌پور می‌گوید: «اگر روزی آنها به ایران برگردند می‌شود گفت یک گروه تحقیقاتی داریم که هم کار نظری می‌کند و هم کار تجربی». کار تجربی و آزمایش‌های این رشته خیلی حساس و دقیق است و تا کنون چنین زمینه‌ای در ایران شکل نگرفته است.

«دکتر کریمی‌پور این خصوصیت را دارد که کار پژوهشی را درس می‌دهد. این خصوصیت منحصر به فردی است. او معلمی است که فاصله‌ی تحقیق و تعلیم‌اش کم است. معلمی که تحقیق را با یاد دادن به خودش یاد گرفته است و این را راحت منتقل می‌کند.»

سمینارها و کنفرانس‌ها و فعالیت‌های بین‌المللی

از مشخصه‌های این گروه برگزاری سمینارهای منظم هفتگی است. در تمام دوازده سال گذشته این گروه هر سه‌شنبه از ساعت ۳ تا ۴:۳۰ بعدازظهر این سمینارها را داشته است. اعضای هیئت علمی، دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد گروه و گاهی دانشجویانی که از خارج دانشگاه می‌آیند همگی در این سمینارها شرکت می‌کنند و هر یک کارهای پژوهشی خود را ارائه می‌کنند.

گروه هر ساله دو یا سه پژوهشگر مهمان از کشورهای دیگر دارد. این پژوهشگر معمولا یک هفته مهمان دانشکده فیزیک و گروه رایانش کوانتومی است. دانشجویان گروه در این مدت کوتاه با او دیدار و بحث علمی دارند.

رفت وآمد این مهمان‌ها در شـــناخته شـــدن گروه در جامعه‌ی جهانی رایانش کوانتومی نقش دارد.

شـــاخه‌ی رایانـــش کوانتومی شـــاخه‌ای نوپا با مســـائل داغ و بین‌رشـــته‌ای اســـت که با رشـــته‌هایی مثل ریاضیات، علوم رایانش، مهندسی برق، ماده چگال، اپتیک کوانتومی و فیزیک بنیادی در ارتباط است. بنابراین می‌توان انتظار داشت که چه در ســـطح بین‌المللی و چه در سطح ملی چشم‌انداز روشنی برای جذب فارغ‌التحصیلان در این رشته وجود داشته باشد.

از دیگـــر فعالیت‌های گروه برگـــزاری کنفرانس و مدرســـه‌های بین‌المللی است. تاکنون سه دوره کنفرانس و یک دوره مدرسه بین‌المللی برگزار کرده‌اند (http:\\iicqi.sharif.ir). در ایـــن کنفرانس‌ها افرادی از کشـــورهای مختلف شـــرکت می‌کنند. هیچ حمایت مالی‌ای از مهمان‌ها نمی‌شـــود و آنها خودشـــان هزینه‌ی سفر و اقامت و شرکت در کنفرانس را می‌پردازند و برگزارکننده فقط محل اقامت سخنران‌ها را تأمین می‌کند. البته حمایت‌های پردیس بین‌المللی دانشگاه صنعتی شریف در کیش و پژوهشگاه دانش‌های بنیادی در کم کردن هزینه‌ها و ساده‌تر کردن کارهای لازم برای سفر مهمان‌ها مؤثر بوده است. همکارهای ایرانی هم از شرکت در این همایش‌ها استقبال کرده‌اند. نکته‌ی مهم دیگر این است که کارهای اجراییِ این گردهمایی‌ها همگی بر دوش خود گروه بوده است.

چند باری هم کارگاه‌های یک روزه برای شـــرکت‌کننده‌های داخلی برگزار کرده‌اند که سخنرانان آنها از همکاران ایرانی و خارجی بوده‌اند.

به پیشـــنهاد این گروه، شـــهریورماه امســـال (۱۳۹۲) اولین کنفرانس ملی اطلاعات کوانتومی را انجمن فیزیک ایران با همکاری دانشـــگاه شـــاهرود برگزار می‌کند. اعضای هیئت علمی گروه رایانش کوانتومی دانشـــگاه صنعتی شـــریف هم همگی عضوکمیته‌ی علمی این کنفرانس هستند (به صفحه‌ی اخبار انجمن فیزیک ایران، در همین شماره، مراجعه کنید).

تولیدات علمی گروه

این گروه تا به امروز تعداد زیادی مقاله‌ی پژوهشـــی از کارهای خود منتشر کرده است. تعداد مقاله‌هایی که حاصل کارهای مشترک انجام شده در این گروه بوده، بیش از ۶۰ مقاله است.

در تحلیل کیفیت کارهای پژوهشـــی انجام شده در این شاخه باید به این نکته توجه کرد که زمینه‌ی پژوهشـــی رایانـــش کوانتومی و اطلاعات کوانتومی زمینه‌ی جدیدی در دنیاســـت. پژوهشـــگران ایرانی هم در این شاخه به نسبت تازه‌وارد هستند. اما با این وجود، نگاهی به تعداد مقالات گروه و تعداد ارجاع‌هایی که به آنها داده شده است نشان می‌دهد که آنها در این مدت کم، بسیار خوب کار کرده‌اند و کارشـــان مورد توجه همکارانشان در این شاخه بوده است. البته دکتر کریمی‌پور معتقد است: «اگر الان این کار را شروع می‌کردیم نتیجه طور دیگری بود. آدم اول تجربه ندارد و استارت‌های نادرست می‌زند و راه‌هایی می‌رود که بعداً متوجه می‌شـــود غلط است. به این دلیل که در ایران تجربه نیست و پژوهش و آموزش عالی در ایران نوپاست».

در این سال‌ها گروه‌های دیگری در دانشگاه‌های مختلف مثل دانشگاه تبریز، دانشـــگاه رازی کرمانشاه و دانشـــگاه اصفهان هم شکل گرفته‌اند که آنها هم در تولیدات علمی رایانش کوانتومی در ایران سهم دارند.

چشم‌انداز آینده‌ی گروه

شـــکل‌گیری روند پژوهشی در یک گروه پژوهشـــی سال‌ها وقت می‌برد و ناگهان به وجود نمی‌آید. کم‌کم بعد از حدود ده سال از شکل‌گیری این گروه و بعد از حدود ســـه ســـال از پیوستن اعضای جوان هیئت علمی به این گروه، آنها برنامه‌ریزی برای فعالیت‌های مشترک و بلند مدت را شروع کرده‌اند. مثلاً دکتر کریمی‌پور به همراه دکتر معمارزاده طرحی پژوهشی با عنوان اطلاعات کوانتومی و کانال‌های کوانتومی را شـــروع کرده‌اند و برای آن چند دانشـــجو هم گرفته‌اند. دکتر رضاخانی هم برنامه‌هایی برای طرحی پژوهشی در رایانش کوانتومی بی‌دررو دارند. بنا دارند در این طرح‌ها بیشـــتر به سمت کارهای منسجم گروهی بروند. البته واضح است که کارهای مستقل پژوهشی جای خود را خواهند داشت.

همچنین از برنامه‌های این گروه، جذب همکارجدید با توانایی محاســـباتی است تا بتوانند پژوهش‌های جدیدی را هم که به این توانایی نیاز دارد آغاز کنند.

شـــاخه‌ی رایانش کوانتومی شاخه‌ای نوپا با مسائل داغ و بین‌رشته‌ای است که با رشته هایی مثل ریاضیات، علوم رایانش، مهندسی برق، ماده چگال، اپتیک کوانتومی و فیزیک بنیادی در ارتباط اســـت. بنابراین می‌توان انتظار داشت که چه در ســـطح بین‌المللی و چه در ســـطح ملی چشـــم‌انداز روشنی برای جذب فارغ‌التحصیلان در این رشته وجود داشته باشد.

آنچه در جای جای این گزارش به چشـــم می‌خورد، نقش دکتر کریمی‌پور در شـــکل‌گیری و رشـــد و تداوم کارهای گروه اســـت، گروهی حرفه‌ای که تمام نشانه‌های گروهی پژوهشی با استانداردهای بین‌المللی را در خود دارد. او خود در ایران درس خوانده و دکترا گرفته است و حالا کیفیت کارهای پژوهشی و کارهای گروهی به سرپرستی او، توانسته است به غنی شدن دوره‌های تحصیلات تکمیلی و کارهای پژوهشی در ایران کمک کند.

دکتـــر کریمی‌پور می‌گوید: «امید داریم با تجربه‌ی دوســـتان جوانی که به ما پیوســـته‌اند در ده ســـال آینده گام‌هایی جدی برداریم و گذشته را به عنوان گرم‌کردن تلقی کنیم.»

ایـــن گروه وبگاه کامل و بـــه‌روزی هم دارد که اطلاعـــات مربوط به اعضا و فعالیت‌های گروه همگی در آن آمده است:
http://physics.sharif.edu/~qc/

کنفرانس بین‌المللی اطلاعات کوانتومی، جزیره کیش، ایران، ۱۳۸۹

فیزیک به یافتن پاسخ مسائل ریاضی کمک می‌کند

کیوان آقابابایی سامانی
دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی اصفهان

با ارائه‌ی مثال نشان می‌دهیم که چگونه حباب صابون، یافتن پاسخ برخی مسائل دشوار ریاضی را آسان‌تر می‌کند.

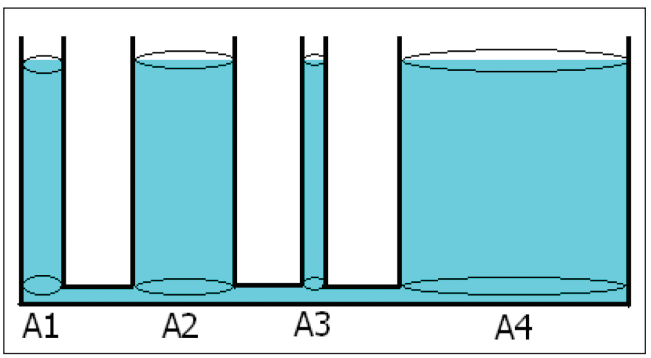
در ریاضیات مسئله‌هایی هست که صورت آنها با معلومات مقدماتی (مثلاً در حد دبیرستان) به‌سادگی قابل فهم است ولی حل آنها – دست‌کم با روش‌های مقدماتی – بسیار دشوار است. گاهی فیزیک کمک می‌کند که بدون حل مسئله، پاسخ آنها را به‌سادگی بیابیم. در این نوشته نگاهی به نمونه‌ای از این مسائل می‌اندازیم. علت کارکرد این روش این است که پدیده‌های فیزیک، در کمال شگفتی، از قوانین ریاضی پیروی می‌کنند. بنابراین گاهی می‌توان برای یافتن پاسخ مسئله‌ی ریاضی به پدیده‌ای فیزیکی مراجعه کرد که قانون ریاضی حاکم بر آن با مسئله‌ی ریاضی مورد نظر مرتبط است.

ابتدا به مثالی ساده می‌پردازیم:

فرض کنید می‌خواهیم عدد N را به صورت مجموع m عدد با نسبت‌های مشخص بنویسیم یعنی

$$N=N_1+N_2+\ldots+N_m$$

طوری که نسبت هر زوج از عددهای N_i مشخص باشد. برای به‌دست آوردن پاسخ این مسئله می‌توان m ظرف استوانه‌ای تهیه کرد که نسبت مساحت‌های آنها برابر با نسبت‌های خواسته‌شده باشد و این ظرف‌ها با لوله‌ی باریکی از پایین به هم متصل باشند (شکل ۱). اگر مقداری آب به حجم N در این ظرف‌ها بریزیم ارتفاع آب در همه‌ی ظرف‌ها یکسان خواهد بود. بنابراین حجم آب هر ظرف برابر با عدد N_i مربوط به آن ظرف خواهد بود. البته این مسئله، ساده است که با روش مستقیم هم به سادگی حل می‌شود ولی در بعضی موارد مسئله دشوار است و به‌سادگی قابل‌حل نیست.

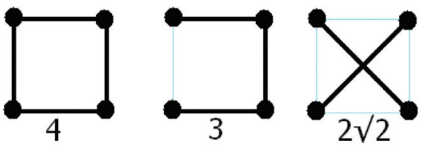


شکل۱

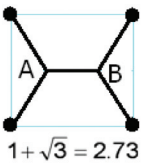
مسئله‌ی زیر را در نظر بگیرید:

فرض کنید چهار شهر درست در چهار رأس مربعی قرار گرفته‌اند. می‌خواهیم این چهار شهر را با شبکه‌ی جاده‌ای به هم مرتبط کنیم طوری‌که بتوان از هر شهر به هر شهر دیگر مسافرت کرد و مجموع طول جاده‌ها هم کمینه باشد. برای آگاهی از تاریخچه‌ی این مسئله به جعبه‌ی شماره‌ی ۱ مراجعه کنید. در

شـــکل۲ چند شـــبکه‌ی جاده‌ای به‌همراه مجموع طول جاده‌ها نشان داده شده (برای سادگی طول ضلع مربع را ۱ گرفته ایم). ولی هیچ‌کدام از اینها پاسخ مسئله نیستند. پاسخ درست در شکل۳ نشان داده شده است:



شکل۲



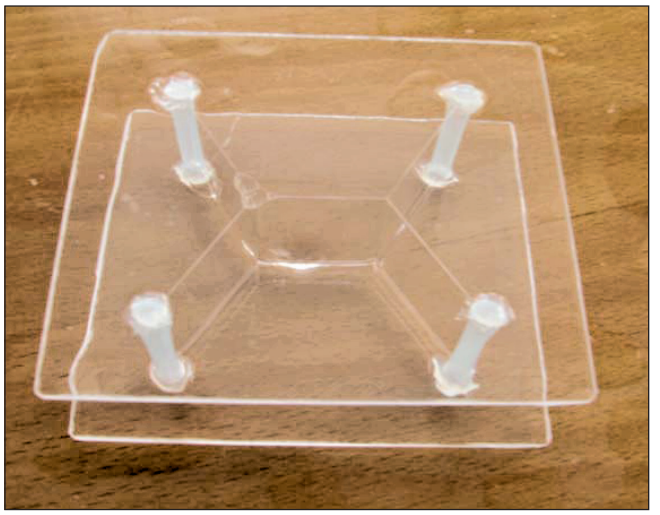
شکل ۳

زاویه‌ی بین خطوطی که در نقاط A و B به هم می‌رسند ۱۲۰ درجه است.

اکنون نشـــان می‌دهیم چگونه می‌توان از حباب صابون برای یافتن پاســـخ مسئله استفاده کرد. حباب صابون اگر به شکل آزاد تشکیل شود شکل کروی به خود می‌گیرد اما اگر شرایط مرزی مشخصی در کار باشد، این شرایط مرزی بر شکل حباب تأثیر می‌گذارد. در حالت کلی حباب صابون شکلی به‌خود می‌گیرد که انرژی سطحی آن کمینه شود. انرژی سطحی متناسب با مساحت است (به جعبه‌ی شـــماره‌ی ۲ مراجعه کنید). بنابراین کمینه‌کردن انرژی سطحی هم‌ارز اســـت با کمینه‌کردن مساحت. از همین نکته استفاده می‌کنیم و پاسخ پرسش بالا را به‌دست می‌آوریم.

دو صفحه‌ی شفاف مربع‌شکل به ابعاد تقریبی ۱۰ سانتی‌متر تهیه کنید (مثلاً می‌توانید از جلد ســـی‌دی اســـتفاده کنید). این دوصفحه باید موازی با هم و به فاصله‌ی تقریبی ۲ تا ۳ سانتی‌متر از یک‌دیگر قرار گیرند و بین آنها چهار میله‌ی هم اندازه (مثلاً می‌توانید از نی یا لوله‌ی خودکار استفاده کنید) طوری قرار داده شوند که مربعی بسازند (ابعادی که برای صفحه‌ها و فاصله‌ی بین آنها داده شده تقریبی‌ست). اگر ابعاد بزرگ‌تر شـــوند انجام آزمایش مشکل‌تر می‌شود مثلاً به میزان بیش‌تری صابون حل شده در آب نیاز خواهید داشت. دیگر این‌که در ابعاد بزرگ‌تر پایداری حباب صابون کم‌تر می‌شود. حتماً دیده‌اید که حباب‌های بزرگ زودتـــر از حباب‌های کوچک می‌ترکند. به این ترتیب شـــرایط مرزی مورد نظر فراهم شده است. منظور از شرایط مرزی در این‌جا محل اتصال لایه‌ی صابون با دو صفحه و همین‌طور با میله‌ها اســـت. البته این مرزها با هم تفاوت دارند. مرز اتصال با صفحه می‌تواند روی صفحه جابه‌جا شود ولی مرز اتصال با میله‌ها ثابت است.

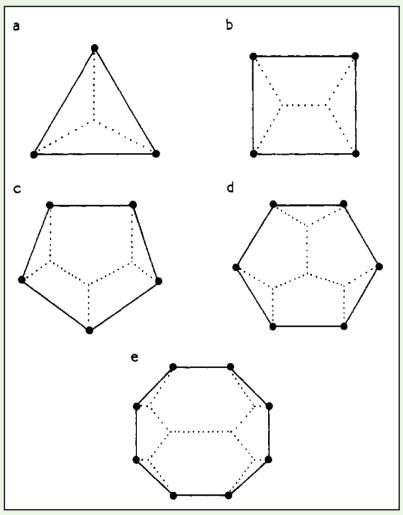
کافی‌ســـت این مجموعه را در ظرفی محتوی صابون یا مایع ظرف‌شـــویی حل‌شده در آب فرو ببرید و به آرامی خارج کنید. به احتمال زیاد بین دو صفحه ســـطحی از حباب صابون مطابق شکل ۴ تشکیل می‌شـــود. توجه کنید که در این‌جا چون فاصله‌ی بین دو صفحه ثابت اســـت، مساحت لایه‌ی حباب صابون متناســـب با طول مرز (محل تماس لایه‌ی حباب صابون با صفحه‌های شـــفاف) است و کمینه‌کردن مساحت لایه‌ی صابون به معنی کمینه‌کردن این طول است که پاسخ مسئله‌ی ماست.



شکل ۴

جعبه ۱

ایـــن مســـئله آن‌طور کـــه در کتاب ریاضیات چیســـت نقل شـــده [۱] به قـــرن نوزدهـــم برمی‌گـــردد. ظاهراً اولیـــن بار ریاضی‌دان سوییســـی، اشـــتاینر (Jakob Steiner 1796-1863) این مسئله را مطرح کرده است. صورت اولیه‌ی مســـئله این بوده است: سه نقطه در یک صفحه قرار دارند. نقطه‌ی P را در این صفحه چنان بیابید که مجموع فاصله‌های آن از سه نقطه‌ی مفروض کمینه شود. می‌توان نشان داد نقطه‌ی P را باید چنان انتخاب کرد که زوایای بین خطوطی که این نقطه را به ســـه نقطه‌ی مفروض وصل می‌کند ۱۲۰ درجه باشـــد [۲]. برای تعمیم مسئله می‌توان به جای سه نقطه، N نقطه در نظر گرفت. در شکل ۵، تعدادی از این حالت‌ها را می‌توان مشـــاهده کرد. در حالت کلی مســـیری که کم‌ترین طول را دارد N-۲ نقطه‌ی تقاطع میانی را در بر می‌گیرد.



شکل ۵

ایـــن مســـئله نمونـــه‌ای از رده‌ی بزرگی از مســـائل اســـت که هـــدف آنها کمینه‌کردن کمیتی (مثلاً در اینجا مجموع طول جاده‌ها) اســـت. برخی از این مسائل را می‌توان با روش‌های استاندارد، مانند معادلات اویلر–لاگرانژ حل کرد (با این روش می‌توان مثلاً نشان داد که کوتاه‌ترین مسیر بین دو نقطه خط راست

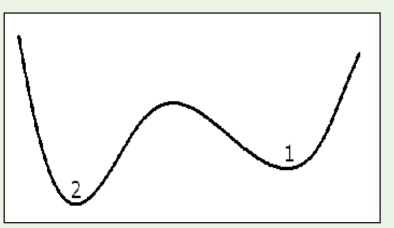
است) ولی این روش را نمی‌توان به‌آسانی برای مسئله‌ی چهار شهر به‌کار برد زیرا همان‌طور که می‌بینید برای ساختن مسیر از دو نقطه‌ی کمکی استفاده شده و منحنی مسیر در این نقطه‌ها هموار نیست بلکه زاویه‌دار است. یافتن چنین پاسخ‌هایی به کمک معادله‌های دیفرانسیل چندان ساده نیست. این نوع مسئله‌ها حتی برای مهندسان کامپیوتر هم جالب است و الگوریتم‌های متعددی برای حل آنها ارائه شده است. این مسئله از آن دسته مسائلی است که به آنها اصطلاحاً NP-Complete گفته می‌شود، یعنی زمانی که کامپیوتر برای حل مسئله نیاز دارد، به تعداد نقاط، بستگی نمایی دارد.

جعبه ۲

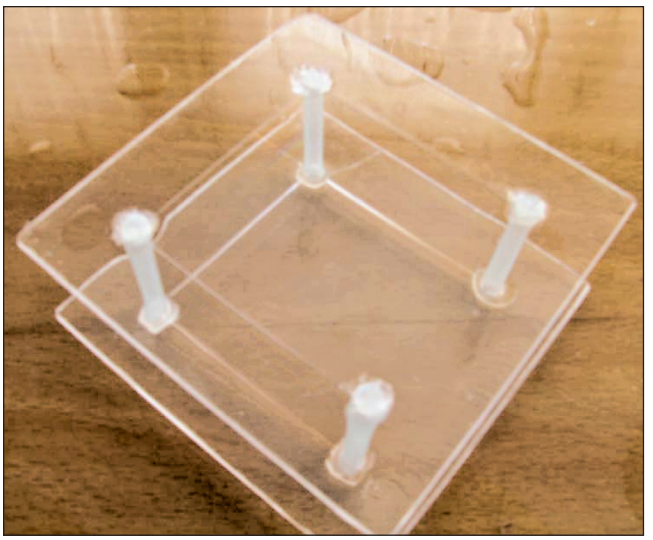
اگر بخواهید سطح لایه‌ی صابون را به‌اندازه‌ی ΔA افزایش دهید باید به اندازه‌ی $\sigma\Delta A$ کار انجام دهید که σ کشش سطحی مربوط به لایه‌ی صابون است. کشش سطحی پدیده‌ای است که به‌علت نیروی جاذبه‌ی بین مولکول‌های مایع به‌وجود می‌آید. این نیروی جاذبه باعث می‌شود که مولکول‌ها تمایل داشته باشند نزدیک به یک‌دیگر قرار گیرند. به‌همین دلیل قطره‌ای مایع که تحت اثر نیروی دیگری نباشد به شکل کره در می‌آید. لایه‌ی صابون هم در واقع لایه‌ی نازک مایع است که دوسطح دارد. بنابراین کشش مولکول‌ها به‌سوی یک‌دیگر سبب کاهش سطح می‌شود. به همین دلیل انرژی لایه‌ی صابون با مرزهای مشخص متناسب با مساحت آن است. چنین سیستمی تمایل به وضعیتی با کم‌ترین انرژی را دارد، درست مثل گلوله‌ی درون کاسه که تمایل دارد در قعر کاسه، یعنی جایی که انرژی پتانسیل کم‌ترین مقدار را دارد، قرار بگیرد. اما در اینجا کم‌ترین انرژی متناظر با کم‌ترین مساحت است. بنابراین لایه‌ی صابون شکلی را می‌گیرد که کم‌ترین مساحت را داشته باشد. البته اگر عوامل دیگری در کار باشند مثلاً فشار دو طرف لایه‌ی صابون یکسان نباشد، کم‌ترین انرژی سیستم معادل با کم‌ترین مساحت لایه‌ی صابون نخواهد بود و اثر این عوامل را هم باید در محاسبه‌ی انرژی در نظر گرفت.

باید به یک نکته‌ی دیگر هم اشاره کنیم. به مثال گلوله و کاسه برگردیم اما فرض کنید ته کاسه به شکل سطحی است که در شکل ۶ نشان داده شده است. گلوله می‌تواند در هر یک از نقاط ۱ و ۲ به سکون برسد. هر چند انرژی نقطه‌ی ۲ کم‌تر است ولی گلوله در نقطه‌ی ۱ هم پایدار می‌ماند. همین برای حباب صابون هم می‌تواند رخ دهد. ممکن است لایه‌ی صابون شکلی به خود بگیرد که مساحت آن در مقایسه با مساحت آرایش‌های نزدیک به آن کم‌تر باشد ولی کمینه‌ی مطلق نباشد. با کمی تمرین می‌توان این جواب‌ها را هم به‌دست آورد. شکل۷ یکی از این جواب‌ها را نشان می‌دهدکه در آن لایه‌ی صابون، سطحی به‌شکل سه‌ضلع مربع را ساخته است و طول کل مسیر برابر با ۳ است.

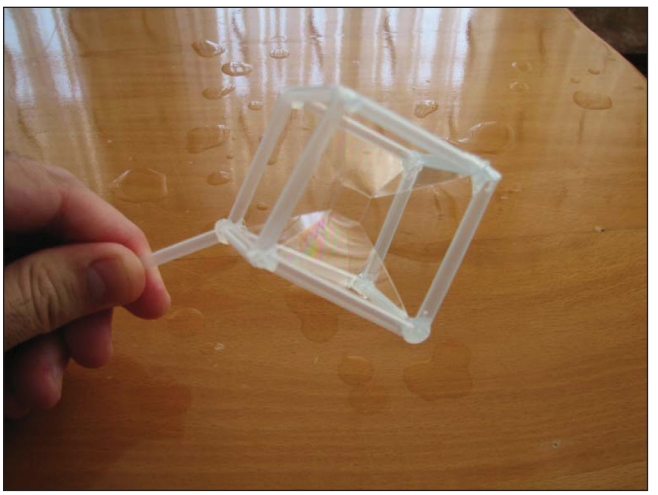
می‌توان مرزها را طوری در نظر گرفت که سطوح کمینه‌ای با اشکال سه‌بعدی زیبا به‌وجود آید. در شکل ۸ نمونه‌هایی از این وضعیت‌ها را می‌توان دید.



شکل ۶



شکل ۷



شکل ۸

آیا می‌توانید مسائل دیگری طرح کنید که پاسخ آنها را بتوان با پدیده‌ای فیزیکی یافت. برای نمونه سعی کنید برای یافتن پاسخ مسأله‌ی زیر روشی فیزیکی بیابید:

اعداد x و y را چنان بیابید که در رابطه‌ی زیر صدق کنند

$ax+by=c$

و حاصل‌ضرب آن‌ها بیشینه شود؟ (a,b,c اعدادی معلوم‌اند).

مراجع

[۱] ریاضیات چیست؟، ریچارد کورانت و هربرت رابینز، ترجمه‌ی سیامک کاظمی، نشر نی ۱۳۷۹.
[2] "The Shortest Network Problem", Marshal W. Bern and Ronald L. Graham, Scientific American, January 1989, pp 84-89.

پژوهش‌های جهانی و پژوهش‌های محلی

محمد تقی توسلی
استاد بازنشسته‌ی دانشکده فیزیک دانشگاه تهران

دکتر توسلی جایزه‌ی گالیلئو گالیلئی را دریافت می‌کند. مردادماه ۱۳۹۰

۱- مقدمه

موضوع‌های پژوهشی در فیزیک را، به طور عام، به دو دسته‌ی محض و کاربردی می‌توان تقسیم کرد. در پژوهش‌های محض، شناخت پدیده‌های ناشناخته هدف است بدون آن‌که تصور روشنی از کاربردهای پدیده در نظر باشد. البته این واقعیت را نباید نادیده گرفت که در اغلب موارد برای شناخت پدیده، فناوری جدیدی ابداع می‌شود که کاربردهای متنوعی پیدا می‌کند و این خود یکی از انگیزه‌های عمده‌ی تحقیقات محض است. در پژوهش‌های کاربردی با استفاده از پدیده‌های شناخته‌شده و ناشناخته‌ای که کاربردهای آن قابل پیش‌بینی‌ست امکان ساختِ کالا، دستگاه، و ارائه‌ی خدمات هدف تحقیق قرار می‌گیرد. نوع تحقیقات می‌تواند جهانی، ناحیه‌ای و یا محلی باشد و یا چنین به نظر بیاید. برای مثال، گسترش صنایع و خدمات مخابرات به تحقیقات کاربردی نیاز دارد. چون محصولات آن در سراسر جهان مشتری دارد برای خیلی‌ها این نوع تحقیق جهانی محسوب می‌شود. ولی از دید کارکنان شرکت مخابراتی، چون تحقیق را برای رفع نیازهای شرکت و بقای آن در عرصه‌ی رقابت بین‌المللی انجام می‌دهند، تحقیق محلی به حساب می‌آید. تحقیق محلی برای رفع نیازها در محل صورت می‌گیرد. برخی از تحقیقات، مثل تحقیق برای کنترل تغییرات اقلیم، که مسئله‌ای جهانی‌ست، باید روی عوامل محلی انجام بگیرد ولی پیامدهای جهانی دارد. این نوع تحقیقات محلی‌جهانی‌اَند. تحقیقات محلی بسیار متنوع هستند. برای مثال، ایران به‌طور جدی با کم‌بود آب مواجه است. بنابراین، پژوهش درباره‌ی تولید آب، جلوگیری از تبخیر آن، هدایت آب باران به سفره‌های زیرزمینی، استفاده‌ی بهینه از سفره‌ها، کار درباره‌ی گیاهان مقاوم به کم‌آبی، بهبود روش‌های آبیاری، و کاهش اتلافِ آب همگی تحقیقات محلی هستند که پیامدهای جهانی دارند. برای ما کار درباره‌ی استفاده از انرژی خورشیدی به صورت‌های مختلف، درباره‌ی کاشی و سرامیک، درباره‌ی فرش، درباره‌ی خشکبار و... تحقیقات محلی محسوب می‌شود. بدون تردید تحقیق در این زمینه‌ها علاوه بر آن که باعث رونق اقتصادی، ایجاد اشتغال، کاهش آلودگی، ارتقاء سطح فناوری و گسترشِ فرهنگ علمی در جامعه می‌شود موضوع‌هایی را پیش می‌آورد که اهمیت جهانی خواهد داشت. اما ازجمله

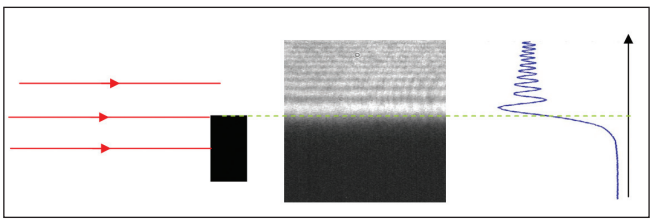
پژوهش‌هـای محلیِ مهم که با پژوهش‌های جهانـی ارتباط نزدیک دارد و برای به‌بارآوردنِ فناوری پویا زیرسـاخت اساسی محسوب می‌شود پژوهش در سنجه‌شناسی[1] است. وجود و رعایت استاندارد برای هر نوع کالا، دستگاه، و خدمات برای رشـد جامعه زیرسـاخت بنیادی اسـت و از عوامل عمده‌ی رشـد جوامع بشری بوده است. چارلز سـاندرز پیرس[2] از پیش‌گامان فلسفه و سنجه‌شناسـی در آمریکا، علـت عمده‌ی عقب‌افتادگـی علمی و فناوری آمریکا نسـبت به اروپا در اوایل قرن بیستم را کم‌توجهی به سنجه‌شناسی و استاندارد در آمریکا می‌داند[۱].

برای استانداردکردن هر کالایی به اندازه‌گیری نیاز است. دقتِ اندازه‌گیری بـه نیازها، امکاناتِ موجود، و توقعات جامعه بسـتگی دارد. هم‌چنین رقابت در عرضـه کالاهای مرغوب‌تر الزام می‌آورد که به ارتقاء کیفیت، که همان بالابردنِ سطح استاندارد است توجه شود. در ضمن به‌یاد بیاوریم که بسیاری از کشف‌های مهم که به تعداد قابل‌توجهی جایزه‌ی نوبل منجر شده به‌دنبال بالابردنِ دقت‌های اندازه‌گیری حاصل شـده است. بنابراین، در هر کشوری و در هر سطحی از علم و فناوری باید به سنجه‌شناسی و پژوهش درباره‌ی روش‌های اندازه‌گیری توجه خاص شود. با چنین ذهنیتی و آشنایی با اپتیک، در بیست و پنج سال گذشته به‌اتفاق تعداد قابل ملاحظه‌ای دانشـجو و همکار در زمینه‌ی سنجه‌شناسـیِ نوری تلاشی هدفمند داشته‌ام. در این مدت، با امکانات قابل دسترس در کشور، روش‌های اندازه‌گیریِ بدیعی ارائه شده و دستگاه‌های متنوعی طراحی و ساخته شـده که شرح اغلب آنها در نشـریات علمی داخل و خارج انعکاس یافته است. برای آنکه احساسـی از نحوه‌ی برخورد با مسـائل سنجه‌شناسی داده باشم، دو اتفـاق را که در اوایل کار رخ داد به‌اجمال شـرح می‌دهم. از ابتدایی‌ترین کارها در سنجه‌شناسـی نوری، اندازه‌گیری ناهمواری‌های سطح فیزیکی‌ست. یکی از راه‌های متداول کاربردِ دو موج تخت است که یکی به سطح نمونه تابانده می‌شود و بازتابیده‌ی آن با موج تخت دیگر تداخل می‌کند و با تحلیل نقش تداخلی آنها در دو بُعد ناهمواری‌های سطح تعیین می‌شود. با امکاناتی که در اختیار داشتیم نمی‌توانستیم موج تخت مرجع بسازیم، خرید وسایل لازم هم ممکن نبود. بعد از مدت‌ها تأمل این فکر شکل گرفت که آیا نمی‌توان با تحلیل نقش تداخل در فضای سه‌بُعدی به‌جای فضای دوبُعدی ساختار دو موج مجهول را مشخص کرد؟ بعد از کار زیاد معلوم شـد که این کار شدنی است. رفته‌رفته کار کامل‌تر شد و حالا به‌صورت روشـی در آمده است که در آن به موج مرجع معلوم نیاز نیست [مراجع ۲ تا ۴]. همین‌طور زمانی لازم شد با دقت میکرومتر جسمی را به‌طور مکانیکی جابه‌جا کنیم. درآن زمان دستگاه‌هایی بود که کار جابه‌جایی را با دقتِ ۱۰۰nm انجام می‌داد، ولی ما نداشتیم و امکان خرید هم نبود. بعد از چند سال کار و فکر راه جدیدی پیدا شد که امکان داد جابه‌جایی مکانیکی با دقت ۱۰nm انجام شـود. اطمینان دارم که با ادامه‌ی کار تا چند سال دیگر دقت زیر نانومتر هم ممکن می‌شـود. بخش عمده‌ی کارهای من و همکاران در سنجه‌شناسـی نوری متمرکز است. اما ضمن این کارها با موضوع‌های علمی جالبی نیز مواجه شدیم که روی آنها یا کار نشده بود یا کم کار شده بود. کار روی این موضوع‌ها علاوه بر دست‌آوردهای علمی قابل‌اعتنا به کاربردهای جدیدی در سنجه‌شناسی منجر شـد که در خور توجه اسـت. این موضوع‌ها کـه بخش عمده‌ی کارهای پژوهشی و سنجه‌شناسی مرا شامل می‌شود، تحت سه عنوان ۱-پراش نور از پله ۲-پراکندگی نور از سطوح ناصاف ۳-کاربردهای جدید تکنیک ماره[3]، به‌اجمال در اینجا مرور می‌شود. البته کارهای انجام‌گرفته خارج از این موضوع‌ها نیز قابل‌توجه است ولی مجال مرور آنها نیست.

۲-پراش فرنل از پله‌ی فازی

۲-۱ سابقه

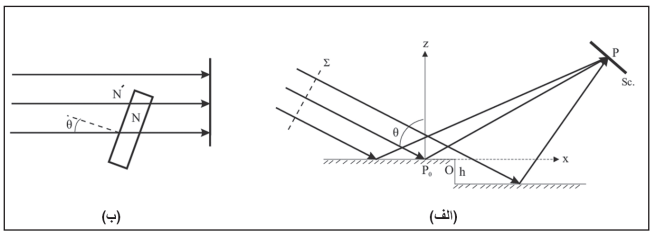
بویل[4] و هوک[5] در قرن هفدهم به تداخل نور در تیغه‌ی نازک شفاف توجه کردند[۵]. اما اسـتفاده از تداخل در سنجه‌شناسـی بعد از آن که مایکلسون تداخل‌سنج خود را در سال ۱۸۸۱ ساخت آغاز شد[۶]. در تداخل‌سنج ضخامت تیغه به‌اختیار قابل تغییر است. این ویژگی امکان می‌دهد تغییرات کمیت‌های فیزیکیِ قابل‌تبدیل به تغییر طول و یا فاز اندازه‌گیری و مطالعه شـود. همین واقعیت باعث شـد که اندازه‌گیری‌های متنوع و دقیق با تداخل‌سنجی صورت بگیرد. گریمالدی[6] نیز در قرن هفدهم پدیده‌ی پراش نور را، حتی کمی جلوتر از تداخل بررسـی کرد[۵]. نظریه‌ی مقدماتیِ پراش را در اواخر قرن هفدهم هویگنس[7] ارائه کرد و در قرن نوزدهم کارهای فرنل و کیرشُف آن را به صورت نظریه‌ی موجی موفقی برای توصیف بسـیاری از پدیده های نوری درآورد. بر اساس این نظریه پراش شامل دو بخش عمده‌ی پراش فرنل و پراش فرانهوفر است. در پراش فرانهوفر فاز به طور خطی در فضا تغییر می‌کند و به کمک آن سازوکار دسـتگاه‌های تصویرساز، مبانی اپتیک فوریه، و طیف‌سنجی با توری به‌خوبی توصیف می‌شـود. اما پراش فرنل کاربردهای بسـیار محدودی دارد، چـون فاز در آن به‌طور غیرخطـی در فضا تغییر می‌کند. از طرف دیگر، چون در پراشـی که تاکنون رایج بوده امکان تغییر فاز به‌طور دل‌خواه وجود نداشته از پراش فرنل رایج در سنجه‌شناسی عملاً استفاده نشده است. ولی اخیراً نوع جدیدی از پراش فرنل مطرح و بررسـی شده اسـت که در آن می‌توان فاز را به‌اختیار تغییر داد. این نوع پراش کاربردهای متنوعی در سنجه‌شناسـی پیدا کرده است و روز به روز هم به کاربردهای آن اضافه می‌شود.



شـکل۱- **نقش پراش و توزیع شدت روی پرده‌ی عمود بر جهت انتشار برای باریکه‌ی موازی پراشیده از نیم پرده‌ی کدر.**

۲-۲ پراشِ فرنل از پله‌ی فازی

معمولاً پراش وقتی رخ می‌دهد که در مسیر انتشار باریکه‌ی نورِ هم‌دوس مانعی مثلاً شـکاف، روزنه، یا نیم‌پرده‌ی کدر قرار بگیرد. در اینصورت توزیعِ شدت نور روی پرده‌ی عمود بر امتداد انتشار تغییر می‌کند و نوارهای تاریک و روشنی ظاهر می‌شود که به آن نقش پراش می‌گویند. در واقع این تغییرِ توزیع شـدت در اثر تغییر تندِ دامنه‌ی میدان نور در مرز مانع و میدان رخ می‌دهد و دامنه از مقداری معین به صفر کاهش پیدا می‌کند. در شـکل ۱ نقش پراش و توزیع شـدت روی پرده‌ی عمود بر امتداد انتشار باریکه نوری در اثر برخورد با نیم‌پرده‌ی کدر دیده می‌شـود. تغییر تیز دامنه در مرز را می‌توان پله‌ای در دامنه تصور کرد. مطالعات منسـجم سـال‌های اخیر نشان می‌دهد که تغییر تنـد در فاز بخشـی از موج نور نیز در پراش نقـش دارد که با نظریه‌ی پراش فرنل-کیرشف قابل توصیف است [مراجع ۱۰-۷]. برای ایجاد تغییر تند در فازِ بخشی از موج نور، کافی‌ست موج را به پله‌ی فیزیکی بتابانیم، شکل ۲-الف، و یا آن را از تیغه‌ای شفاف و غوطه‌ور در شاره‌ی شفاف عبور دهیم، شکل ۲-ب.



شـکل ۲- **الف) پله‌ی فـازی در بازتاب: میان پرتوهای بازتابیـده از دو طرف لبه‌ی پله تغییر تند فاز وجود دارد.**
ب) پلـه‌ی فـازی در عبور: میان پرتوهـای عبورکرده از دو طرف مرز تیغه و شـاره‌ی شفاف تغییر تند فاز وجود دارد.

در ایـن موارد فاز به‌طور پله‌ای تغییر می‌کند، یعنی با پله‌ی فازی مواجه هستیم. در شکل ۳-الف نقش‌های پراش نور از پله‌ی فازی با سه ارتفاع مختلف مشـاهده می‌شود. در شکل ۳-ب توزیع‌های شـدت متناظر نقش‌های شکل ۳-الف رسـم شده اسـت. بررسـی‌های نظری و تجربی چهار ویژگی بارز به فریزهای پراش نور از پله‌ی فازی نسبت می‌دهد:

الف- نمایانی فریزها با دورشدن از لبه پله کاهش می‌یابد.

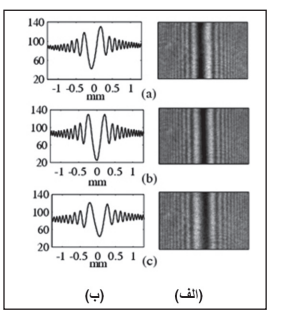
ب- فاصله‌ی فریزها از صفحه‌ی گذرنده از لبه‌ی پله با تغییر ارتفاع پله تغییر می‌کند. این تغییر برای فریزهای متناظر با نقاط نزدیک به لبه‌ی پله چشم‌گیرتر است.

ج- پهنای فریزها به فاصله‌ی چشمه‌ی نور از پله و فاصله‌ی پله تا پرده‌ی مشـاهده بسـتگی دارد و برخلاف پهنای فریزها در تداخل به طبیعت تغییر ارتفاع پله و مقدار ارتفاع بستگی ندارد.

د- اگر شـدت‌های فرینه‌ی سه فریز درشت وسط نقش پراش را از چپ به راست با I_{mL}، I_{mR}، I_{mM} نشان دهیم و نمایانی این سه فریز را با رابطه‌ی

$$V=\frac{\frac{I_{mL}+I_{mR}}{2}-I_{mM}}{\frac{I_{mL}+I_{mR}}{2}+I_{mM}} \qquad (۱)$$

تعریف کنیم، برای مواردی که ضرایب بازتاب دو طرف پله با هم برابرند می‌توان نشـان داد با تغیـر ارتفاع پله در بازه‌ی یک‌چهـارم طول‌موج ($\lambda/4$)، مقدارنمایانـی بین صفر و یک تغییر می‌کند. این ویژگی که فقط در فریزهای نقش پراش از پله‌ی فازی دیده می‌شـود امکان اندازه‌گیری جابه‌جایی با دقت نانومتر را فراهم می‌کند. شکل ۴ نمایانی سه فریز مرکزی نقش پراش (رابطه‌ی ۱) را بر حسب اختلاف راه نشان می‌دهد.

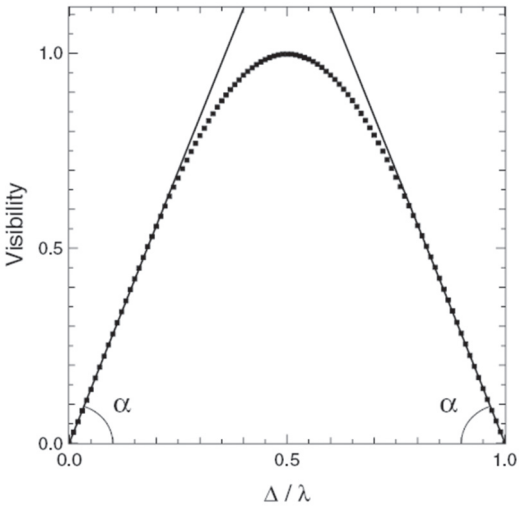


شـکل ۳ - **الف) نقش‌های پراش نور لیزر هلیوم-نئون از پله‌ی فازی یک‌بعدی با ارتفاع‌های**

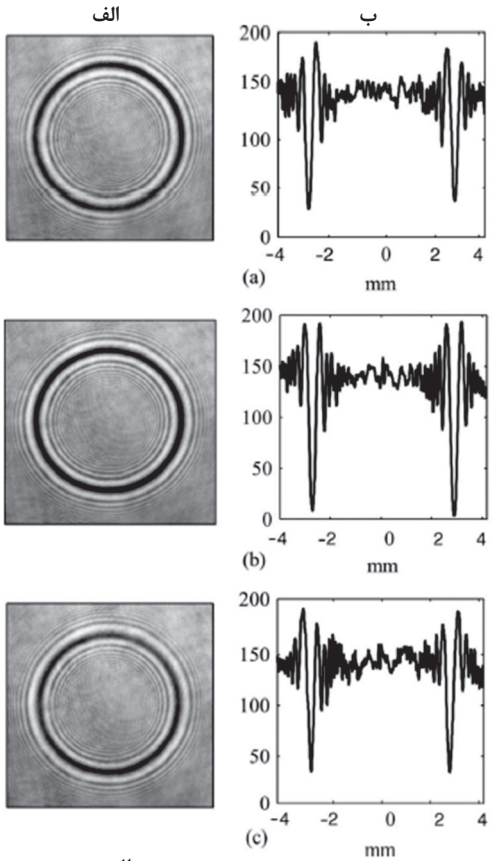
$$(a)\quad h=\frac{\lambda}{8},\quad (b)\quad h=\frac{\lambda}{4},\quad (c)\quad h=\frac{3\lambda}{8}$$

ایجاد شده در آرایش تداخل‌سنج ماخ-زندر
ب) نمایه‌های شدت روی نقش‌ها.

محاسـبه‌ی توزیع شدت در نقش پراش نور از پله‌ی فازی دوبعدی گرد و مستطیل‌شـکل درمرجع ۹ آمده اسـت. چون پله‌ی گـرد در اندازه‌گیری جابه‌جایی‌های نانومتری به‌کار می‌رود برای آشـنایی بیشتر با رفتار این نوع پلـه نقش‌های پراش نور از آن و توزیع شـدت در نقش‌های آنها برای سـه ارتفاع متفاوت در شکل ۵ آورده شده است.



شـکل۴- **نمودار نمایانی سـه فریز مرکزی پراش نور از پله فازی وقتی که اختلاف راه میان صفر تا λ تغییر می‌کند. نمایانی تا فاصله کمی از بیشـینه بر دو خط مسـتقیم منطبق است.**



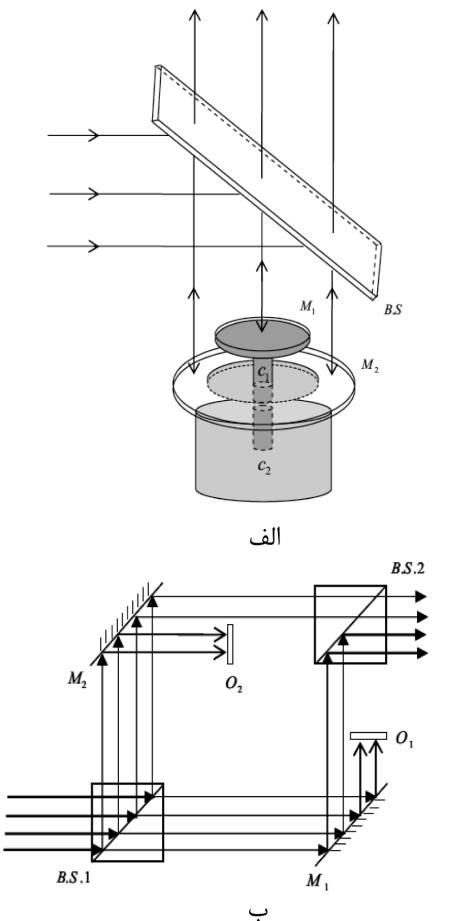
شکل۵-**الف) نقش‌های پراش نور لیزر هلیوم-نئون از پله گرد با ارتفاع‌های**

$$h=\frac{5\lambda}{6}\quad (c)\quad ,\quad h=\frac{\lambda}{2}\quad (b)\quad ,\quad h=\frac{5\lambda}{24}\quad (a)$$

ب) نمایه‌های شدت روی هر یک از نقش‌ها.

۲-۳ روش‌های ایجاد پله با ارتفاع تغییرپذیر

چنان‌که قبلاً اشاره شد نمایانیِ فریزهای پراش نور از پله، به ارتفاع پله حساس است. بنابراین، تغییرات هر کمیت فیزیکی را که بتوان به تغییر ارتفاع پله تبدیل کرد می‌توان با اندازه‌گیری نمایانیِ فریزها سنجید. ازاین‌رو، به سازوکارهای مناسب برای تغییردادنِ ارتفاع پله توجه می‌شود. طرح روشی ساده در شکل ۶-الف آمده است. آینه‌ی گرد میانی با قطری کمتر از چند میلی‌متر همراه با آینه‌ی نواریِ درمیان‌گیرنده‌ی خود پله‌ای گرد می‌سازند. با جابه‌جایی پایه‌ی آینه‌ی گرد در امتداد قائم ارتفاع پله تغییر می‌کند. در شکل ۶-ب دو نیمه‌ی قرینه از دو آینه‌ی تداخل‌سنج ماخ-زندر با دو ورقه‌ی نازک و کدر پوشانده شده است. در خروجیِ تداخل‌سنج، نیمه‌ی بازِ یکی از آینه‌ها با تصویر نیمه‌ی بازِ آینه‌ی دیگر پله‌ای یک‌بعدی می‌سازد و با جابه‌جاییِ یکی از آینه‌ها ارتفاعِ پله تغییر می‌کند. سازکارهای متفاوتی برای ایجاد پله با ارتفاع و یا اختلاف راه تغییرپذیر می‌توان تصور کرد. اگر زاویه‌ی فرود نور بر یک پله را تغییر دهیم اختلاف راه نوری تغییر خواهد کرد. همین‌طور، تغییر زاویه‌ی فرود نور بر تیغه‌ی شکل ۲-ب باعث تغییر اختلاف راه ناشی از پله می‌شود. بنابراین، در پراش فرنل از پله‌ی فازی می‌توان اختلاف راه را به‌اختیار تغییر داد. همین واقعیت افق جدیدی برای استفاده از پراش فرنل باز کرده که در حال گسترش است.



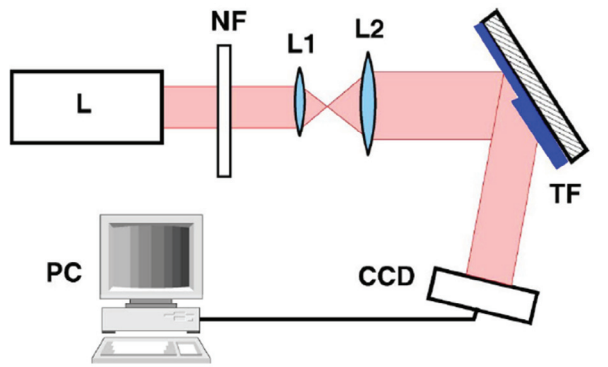
شکل۶-الف) پله گرد با ارتفاع تغییرپذیر. با جابه‌جا شدن پایه آینه گرد در امتداد قائم، ارتفاع پله‌ای که آینه گرد با آینه نواری می‌سازد تغییر می‌کند. ب) در تداخل‌سنج ماخ-زندر وقتی دو نیمه مکمل دو آینه با دو ورقه کدر بطور متقارن پوشیده شود، در خروجی تداخل‌سنج نیمه باز یک آینه با تصویر نیمه باز آینه دیگر پله یک-بعدی ایجاد می‌کند.

۲-۴ کاربردهای پراش فرنل از پله فازی

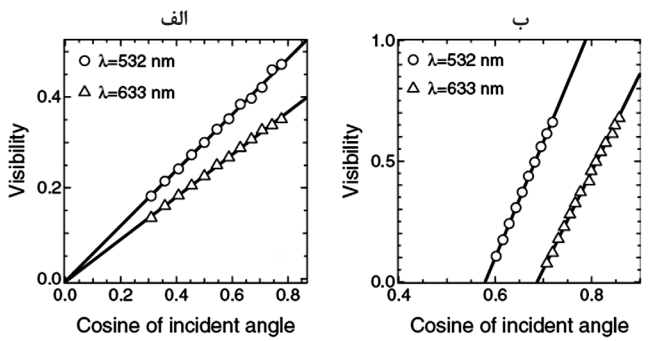
۲-۴-۱ کاربردهای سنجه‌شناسی: نمودار شکل ۴ نشان می‌دهد در فرود عمودی نور بر پله به‌ازای تغییر ارتفاع پله در بازه‌ی $0 \rightarrow \lambda/4$، نمایانی از صفرتا یک تغییر می‌کند. اگر آشکارگر بتواند تغییر نمایانی از مرتبه یک صدم را نشان دهد (آشکارگرهای معمولی از جمله CCD این توان را دارند)، تغییر ارتفاع از مرتبه $\lambda/400$ را می‌توان آشکار کرد. این مقدار برای طول‌موج‌های مرئی از مرتبه‌ی نانومتر است و اندازه‌گیری با این دقت در تداخل‌سنجیِ متداول امکان‌پذیر نیست. آزمایش‌های انجام‌گرفته، که به برخی از آنها اشاره خواهد شد، امکان اندازه‌گیری جابه‌جایی با دقت نانومتر را تأیید می‌کند. طراحی و ساخت نانومترسنج بر اساس طرح شکل ۶-الف مدتی‌ست در جریان است. در طرح این دستگاه چون آینه‌های گرد و نواری در حجمی کوچک، از مرتبه‌ی چند سانتیمتر مکعب، جای داده می‌شوند، اثر نوفه‌های مکانیکی در مقایسه با تداخل‌سنج بسیار کم است. به‌علاوه وجود تعداد قابل ملاحظه‌ای فریز پراش در سطحی کوچک اطمینان از نتایج اندازه‌گیری را افزایش می‌دهد. چون این نوع نانومترسنج اندازه‌گیری را بر حسب طول‌موج نور عرضه می‌کند نیاز به قالب‌بندی (کالیبراسیون) ندارد. اغلب جابه‌جاگرهای نانومتری نیاز به درجه‌گذاری دارند.

ما تاکنون از پراش فرنل برای اندازه‌گیری ضخامت لایه‌های نازک[۱۱]، ضریب شکست مواد (گاز،مایع و جامد) [۱۲، ۱۳]، توزیع دما در اطراف سیم نازک داغ[۱۴]، تعیین نمایه‌ی ضریب شکست تار نوری[۱۵] استفاده کرده‌ایم و امکان استفاده از آن را برای اندازه‌گیری ضریب پخش مایع در مایع نیز نشان داده‌ایم[۱۰]. این روش بدون تردید کاربردهای فراوان دیگری دارد که به‌تدریج ارائه خواهد شد. اما در اینجا در باره‌ی اندازه‌گیری‌های ضخامت لایه‌های نازک، ضریب شکست اجسام، و تعیین توزیع دما در اطراف اجسام کوچک داغ را به‌اختصار خواهم گفت. برای اندازه‌گیری ضخامت لایه‌ی نازک ابتدا لایه‌ی نازک به صورت پله روی زیرلایه نشانده می‌شود. درصورتی که ضرایب بازتاب دو طرف لبه‌ی پله به‌هم نزدیک باشند، پله مستقیماً به کار خواهد رفت. در غیر این‌صورت لایه‌ای بازتاب‌دهنده به‌طور یکنواخت روی هر دو طرف لبه‌ی پله نشانده می‌شود. برای اندازه‌گیری، نمونه در آرایشی مطابق شکل ۷ روی سکوی قابل چرخشی سوار می‌شود و نمایانیِ فریزها با تغییر زاویه‌ی فرود اندازه گرفته می‌شود. البته، داشتن نمایانی در دو زاویه‌ی فرود برای تعیین ضخامت کافی است. ولی اندازه‌گیری در چند زاویه، دقت و اعتماد به نتیجه را بالا می‌برد. اندازه‌گیری ضخامت لایه‌های نازک با روش‌های تداخل نور متداول است ولی این روش‌ها محدودیت‌های خاص خود را دارند. برای مثال، اگر ضخامت لایه بیش از $\lambda/2$ باشد، مضارب درستی از $\lambda/2$ در اندازه‌گیری با نور تک‌فام به‌راحتی آشکارپذیر نیست. دقت اندازه‌گیری در بهترین شرایط از مرتبه‌ی $\lambda/30$ است. امکان اشتباه در اندازه‌گیری زیاد است. در حالی که در روش مبتنی بر پراش عملاً محدودیتی در ضخامت لایه نیست، دقت اندازه‌گیری از مرتبه‌ی نانومتر است، چون اندازه‌گیری از برازشِ نمایانی‌های تجربی به یک خط محقق می‌شود نتیجه قابل‌اعتمادتر است. برای برازش از دو خطی استفاده می‌شود که در شکل ۴ به منحنیِ نمایانی مماس شده‌اند. این خط‌ها در نقاطی که از بیشینه کمی فاصله دارند کاملاً بر منحنیِ نمایانی منطبقند. باید این را هم اضافه کرد که با تغییر زاویه‌ی فرود همواره می‌توان نمایانی را برای اندازه‌گیری به سمتِ دو خط سوق داد. شکل ۸ نمایانی بر حسب کسینوس زاویه فرود را برای دو ضخامت h_1=۵۷ nm و

h_2=۴۶۲ nm که با دو طول موج متفاوت به‌دست آمده نشان می‌دهد. برای جزئیات محاسبه مرجع ۱۱ را ببینید.



شکل۷- چیدمان آزمایش برای اندازه گیری ضخامت لایه نازک. حروف L، NF، L_1، L_2 و TF به ترتیب نماینده لیزر، پالایه خنثی،عدسی، و فیلم نازک‌اند.

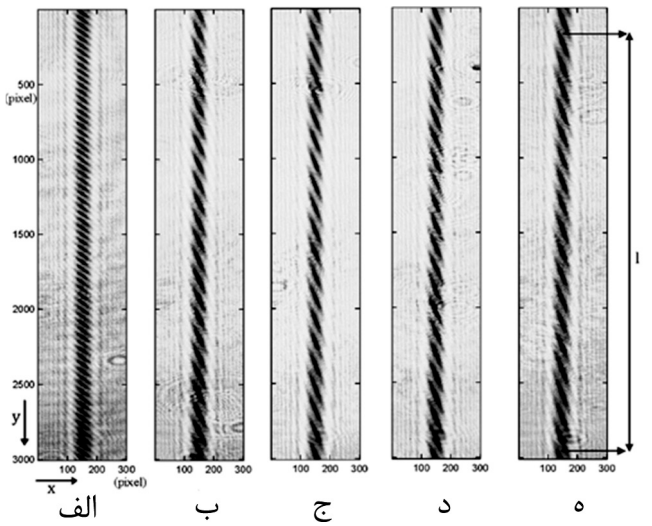


شکل۸- نمودارهای نمایانی تجربی برحسب زاویه فرود برای لایه هایی با ضخامت‌های الف) ۴۶۲nm ب) ۵۷nm که برای دو طول موج به دست آمده‌اند.

روش اندازه‌گیری ضریب شکست اجسام شفاف با استفاده از پراش فرنل به‌اختصار به‌شرح زیر است. اگر تیغه‌ی شفافی با دو سطح کاملاً موازی و ضریب شکست N در ظرف مکعب‌مستطیل‌شکلی قرار بگیرد که در آن مایع یا گازی با ضریب شکست N' وجود داشته باشد، چنان‌که قبلاً اشاره شد، پله‌ی فازی در مرز تیغه و شاره به‌وجود می‌آید و در اثر تاباندن نور، فریزهای پراش نظیر فریزهای شکل ۳ موازی مرز تیغه و شاره تشکیل می‌شود. در صورتی که دو سطح تیغه با هم زاویه‌ی α بسازند ضخامت پله تغییر می‌کند و اختلاف فاز تابعی دوره‌ای از ارتفاع می‌شود. بنابراین، نمایانیِ فریزها در امتداد پله به‌طور دوره‌ای تغییر می‌کند. می‌توان نشان داد که دوره‌ی تکرارِ نمایانی، ρ،با زاویه‌ی میان دو سطح تیغه، α ، رابطه‌ی زیر را دارد[۱۲]:

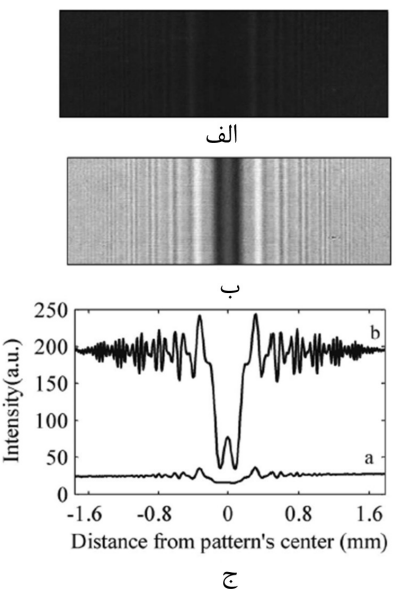
$$\rho = \frac{\lambda}{(N-N')\tan\alpha} \qquad (۲)$$

با اندازه‌گیری ρ و معلوم بودن N'،α و λ،ضریب شکست N به دست می‌آید. در شکل ۹ نقش‌های پراشی دیده می‌شود که از تاباندن باریکه‌ی موازی نور به گوه‌ای از جنس شیشه‌ی BK۷ با زاویه‌ی رأس α =۰/۱۹۸ حاصل شده است که در داخل ظرفی مکعب مستطیل شکل حاوی (الف)هوا، (ب)آب، (ج)استون، (د) و (ه)محلول الکل در آب ۳۰٪ و ۸۰٪ قرار داشته است. با این روش ضمن استفاده از وسایل اپتیکی در دسترس در کشور، ضریب شکست با ۵ رقم بامعنی به‌دست آمده است[۱۲]. مقایسه‌ی این روش با روش معروف و متداول شکست‌سنجِ آبه نشان می دهد که روش جدید دقیق‌تر، کار با آن آسان‌تر، و نتیجه‌ی به‌دست‌آمده قابل اطمینان‌تر است. به‌علاوه، در روش جدید، برخلاف روش شکست‌سنجِ آبه، مهارت آزمایشگر در اندازه‌گیری دخالت ندارد.



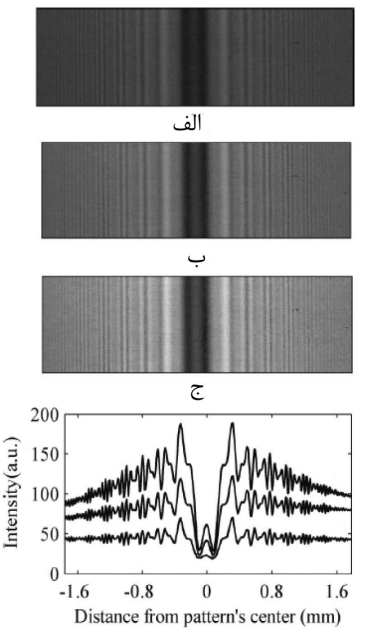
شکل۹- فریزهای پراش فرنل از گوه‌ای از شیشه BK۷، با زاویه راس α =۰/۱۹۸ در ظرفی مستطیل شکل حاوی الف) هوا، ب) آب، ج) استون، د) و ه) حاوی محلول الکل در آب ۳۰٪ و ۸۰٪

با استفاده از پراش فرنل روش بدیعی نیز برای اندازه‌گیری توزیع دما در اطراف سیمی نازک و داغ ارائه کرده‌ایم که می‌تواند به موارد مشابه تعمیم پیدا کند[۱۴]. در این روش دو سیم مشابه در دو بازوی تداخل‌سنج ماخ-زندر (شکل ۶-ب) به‌فاصله یکسان از باریکه‌ی BS_2 قرار می‌گیرد (البته ماسک‌ها وجود ندارد). وقتی به تداخل‌سنج نور تابانده می‌شود، موج‌های پراشیده از دو سیم در خروجی تداخل‌سنج با هم تداخل می‌کنند. در صورتی که اختلاف فاز میان دو بازو مضرب فردی از π باشد تداخل تخریبی، نور خروجی را حذف می‌کند (شکل ۱۰-الف). اگر یکی از آینه‌ها را به‌قدری جابه‌جا کنیم که فاز به اندازه‌یπ تغییر کند تداخل سازنده، شدت در نقش پراش تک‌سیم را تا چهار برابر تقویت می‌کند (شکل ۱۰- ب). بنابراین، برای تغییر فازπ تغییر شدت



شکل۱۰-الف) وقتی نورهای پراشیده از دو سیم مشابه در بازوهای تداخل‌سنج ماخ-زندر باهم اختلاف فازی برابر با مضرب فردی از π دارند صفحه تداخل تاریک می‌شود. ب) وقتی اختلاف فاز نسبت به حالت الف به اندازه‌یπ تغییر کند تداخل سازنده شدت را چهار برابر شدت در نقش پراش تک سیم می‌کند. ج) نمایه‌های شدت روی هر یک از نقش‌ها.

قابل‌توجهی داریم. حال اگر با عبوردادنِ جریان از یکی از سیم‌ها آن را داغ کنیم حضور گرادیان دما در اطراف سیم باعث تغییر ضریب شکست هوای اطراف سیم متناسب با دما می‌شود و تغییر شدت در نقش پراش نسبت به حالت ۱۰- الف، توزیع دما در اطراف سیم را مشخص می‌کند. در شکل ۱۱ نقش‌های پراش حاصل از پراش نور از دو سیم در حالت‌هایی نشان داده شده که از یک سیم جریان‌های متفاوت عبور کرده است. شیب‌داربودنِ نمودارهای شدت از وجود گرادیان دما در اطراف یکی از سیم‌ها حکایت دارد.



شکل۱۱- نقش‌های پراش و نمودارهای شدت مربوط به دو سیم در حالت شکل ۱۰-الف وقتی که جریان‌های الف)A ۰/۲۵، ب) A ۰/۳۵، ج)A ۰/۴۵ از یکی از سیم‌ها عبور می‌کند. قطر سیم تنگستن mm ۰/۲۸ بوده است. د) نمایه‌های شدت روی هر یک از نقش‌ها.

گستراندن اندازه‌گیری‌ها با استفاده از پراش فرنل ادامه دارد از جمله اندازه‌گیری‌های جریان، رویه‌نگاریِ سطوح اپتیکی، تعیین ثابت‌های اپتیکیِ مواد، اندازه‌گیریِ نیروهای بسیار کوچک (کمتر از نانونیوتن)، و اندازه‌گیریِ ضریب شکست غیرخطی. این اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که پراش فرنل از پله در سنجه‌شناسی جایگاه مناسبی پیدا می‌کند. دقت زیاد و قابل‌استفاده‌بودن در مقیاس‌های کوچک در مقایسه با تداخل‌سنجی از مزایای عمده‌ی آن است.

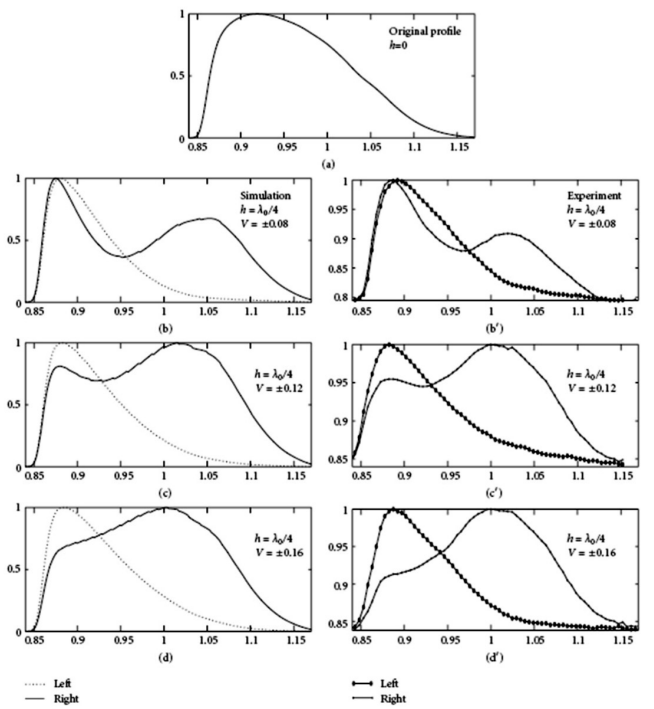
۲-۴-۲ تعدیل طیف نور: تا قبل از ۱۹۸۶ باور براین بود که هر چشمه‌ی نوری طیف خاص خود را دارد که مواد تشکیل‌دهنده‌ی چشمه آن را شکل می‌دهند. در این سال امیل وولف در مقاله‌ای نشان داد در اثر عواملی نظیر وجود هم‌بستگی در بخش‌هایی از چشمه و انتشار نور در محیط‌هایی که بر نور فازی کاتوره‌ای تحمیل می‌کند، طیف نور دچار تعدیل می‌شود[۱۶ و ۱۷]. از این به‌بعد کارهای نسبتاً زیادی جهت شناسایی عوامل تعدیل‌کننده‌ی طیف صورت گرفت که به برخی از آنها در مرجع ۱۷ اشاره شده است. در سال ۲۰۰۲، باز وولف و همکارانش نشان دادند که در حوالیِ نقطه‌ی کانونی‌شدن موج، به‌خصوص روی محور تقارن موج، نقاط تکینگی وجود دارد که طیف نور در نقاط نزدیک به آنها به طور غیر عادی و شدید تغییر می‌کند و شباهتی به تغییر طیف نور در منشور و توری ندارد[۱۸]. منظور از تکینگیِ فازی جایی‌ست که دامنه‌ی نور برای طول‌موج خاصی صفر می‌شود و فاز نامعین است. تغییر تند طیف در کلیدهای نوری در مخابرات نوری مورد توجه است. اما شدت در اطراف تکینگی‌ها به‌قدری کم است که در عمل قابل‌استفاده نیست. ما که مشغول کار خود بودیم متوجه شدیم که پله‌های فازی تکینگی‌های قابل توجهی ایجاد می‌کنند و طیف آنها به‌راحتی قابل اندازه‌گیری و استفاده است. اگر پله شکل ۲-الف را با نور بس‌فام روشن کنیم خواهیم داشت:

$$I(\lambda) = I_0(\lambda)\left[\cos^2\left(\frac{\varphi}{2}\right) + 2(C_0^2 + S_0^2)\sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right) - (C_0 \pm S_0)\sin\varphi\right] \quad (۳)$$

چون عبارت داخل کروشه به طول موج بستگی دارد مقدار آن برای طول موج‌های مختلف متفاوت است طیف نور پراشیده تعدیل می‌شود و ضریب تعدیل برابر است با

$$M = \left[\cos^2\left(\frac{\varphi}{2}\right) + 2(C_0^2 + S_0^2)\sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right) - (C_0 \pm S_0)\sin\varphi\right] \quad (۴)$$

ضریب تعدیل M در هر نقطه به مکان نقطه در نقش پراش بستگی دارد. زیرا پارامترهای S_o، C_o به مکان نقطه‌ی مورد نظر نسبت به لبه‌ی پله بستگی دارند (رابطه‌ی ۴). درشکل ۱۲ طیف نور فرودی و شکل‌های تعدیل‌یافته‌ی آن در سه فاصله از لبه‌ی پله که به‌طور تجربی و از طریق شبیه‌سازی به‌دست آمده، نشان داده شده است. مطالعه‌ی تعدیل طیف توسط پله فازی به‌طور نسبتاً گسترده انجام شده است[۱۹، ۲۰، ۲۱]. مخصوصاً، محمد امیری نشان داده است که طیف در زاویه‌ی بروئستر تعدیل می‌شود. هم‌چنین او امکان تغییر پیوسته‌ی طیف در پله‌ی فازی و برخی از کاربردهای آن را مطالعه کرده است[۱۹] و این کار ادامه دارد. کار دیگری که در این مقوله در جریان است طیف‌سنجی با پراش از پله‌ی فازی است. اشاره شد که با تغییر ارتفاع پله، هم نمایانی فریزها و هم فاصله‌ی فریزها از لبه تغییر می‌کند. بنابراین، اگر پله‌ای قابل تغییر با نور بس‌فام روشن شود با تغییر ارتفاع پله هم در امتداد لبه پله و هم در امتداد عمود بر لبه‌ی پله داده در مورد طیف به‌دست می‌آید. در واقع یک تبدیل فوریه‌ی دوبعدی میان شدت نور بس‌فام و تغییر ارتفاع پله وجود دارد که می‌تواند دقیق‌تر از طیف‌سنجیِ فوریه‌ی یک‌بعدی باشد.



شکل۱۲- طیف چشمه نور فرودی و طیف‌های نورهای پراشیده از نقاط هم‌فاصله از دو طرف لبه پله، برای پله‌ی تجربی و شبیه‌سازی شده.

۳- پراکندگی نور از سطوح ناصاف

۳-۱ سابقه

وقتی نور بر مرز صاف میان دو محیط فرود می‌آید با نوشتن شرایط مرزی، مطابق با معادلات ماکسول، امتدادهای بازتاب و عبور و هم‌چنین ضرایب بازتاب و عبور از مرز به‌طور کامل مشخص می‌شود. در واقع، میدان‌های ناشی از برهم‌کنش نور با محیط دوم در دو طرف مرز به‌طور دقیق قابل تعیین است. اما اگر مرز میان دو محیط ناصاف باشد، در حالت عام، نمی‌توان میدان‌ها را مشخص کرد (طبق تعریف، جذر میانگین مربع فاصله‌های پستی و بلندی‌های سطح مرزی از سطح صافِ میانگینِ مرزیِ ناصافی گفته می‌شود). هر چه نسبت ناصافی به طول موج بزرگ‌تر باشد سطح ناصاف‌تر است. دانستن میدان‌ها در دو طرف سطح ناصاف، که به میدان‌های پراکنده‌شده معروفند، در بسیاری از شاخه‌ها، نظیر اپتیک، مخابرات و زیست شناسی اهمیت دارند. از طرف دیگر دانستن میزان ناصافیِ سطح در فناوری حائز اهمیت است. از این رو، از وقتی که رِیلِی به اثر ناصافیِ سطح توجه کرد (سال ۱۸۸۷) تاکنون کارهای نظری و تجربیِ زیادی برای تعیین میدان‌ها و یافتنِ پارامترهای سطح ناصاف انجام گرفته است [۲۴و۲۳]. رهیافت‌های نظری را، به‌طور کلی، به دو دسته می‌توان تقسیم کرد. در دسته‌ی اول از نظریه‌ی اختلال استفاده می‌شود. سطح صاف در این رهیافت مرجع گرفته می‌شود و ناصافی به صورت اختلال وارد مدل می‌شود. بدیهی‌ست که با این نوع رهیافت فقط برای ناصافی‌های کم می‌توان حرفی زد[۲۵]. نظریه‌های دسته‌ی دوم بر استفاده از انتگرال فرنل-کیرشف استوار است. برای اِعمالِ این انتگرال شرایطی لازم است که بسیار محدودیت‌آور می‌شود[۲۶]. به هر حال، نور پراکنده از سطوح ناصاف شامل دو بخش هم‌دوس و ناهم‌دوس (پخشی) است که تلاش برای مشخص‌کردنِ این دو بخش هنوز هم ادامه دارد. از طرف دیگر، روش‌های متنوعی برای اندازه‌گیریِ پارامترهای سطح ناصاف ارائه شده است. تمام این روش‌ها محدودیت‌های جدی دارند و در گستره‌های محدود قابل‌استفاده‌اند[۲۷]. به‌خصوص از پراکندگی نور برای تعیین ناصافیِ سطح زیاد استفاده شده است. این روش‌ها برای سطوحی با ناصافیِ کم رضایت‌بخش‌اند، اما در مورد سطوحی با ناصافی‌های زیاد کارآیی ندارند. در این موارد از مقایسه‌ی شدت نور پراکنده از سطح آزمون با شدت‌های نور پراکنده از سطوح ناصاف مرجع برای تعیین ناصافی استفاده می‌شود. بنابراین، تعیین ناصافیِ سطوح چالشی درجریان است.

اما چگونه پای من به این حوزه باز شد؟ ضمن مسافرت‌های متوالی به دانشگاه تحصیلات تکمیلی زنجان، در ساعات مختلف روز و در فصل‌های مختلف سال، در ناحیه‌های مشخصی از جاده سراب می‌دیدم. کم کم این تردید در من قوت گرفت که ممکن است تغییر دما علت تشکیل سراب نباشد. به‌تدریج این فکر شکل گرفت که سراب ممکن است تشکیل تصویر در سطوح ناصاف باشد. از این رو، به‌دنبال ایجاد تصویر در سطح ناصاف در آزمایشگاه برآمدم و کار را دنبال کردم تا رهیافتی نظری و عملی برای تشکیل تصویر در سطوح ناصاف شکل گرفت. بعداً ملاحظه شد که این رهیافت روشی مناسب برای مطالعه‌ی پراکندگی نور از سطوح ناصاف و تعیین ناصافیِ سطح است. این ره‌یافت، میدان نور پراکنده‌ی هم‌دوس را به‌درستی مشخص می‌کند، مقدار ناصافی را در گستره‌ای نسبتاً پهن برای نور مرئی به‌دست می‌دهد، تعدیل طیف در اثر پراکندگی را فرمول‌بندی می‌کند، و روش‌های مناسب و کاملاً عملی برای اندازه‌گیری ناصافیِ سطح فراهم می‌آورد. نتایجی که تاکنون به‌دست آمده در شش مقاله‌ی نسبتاً مفصل انتشار یافته و کارهای قابل توجهی در جریان است. امید است در آینده‌ی نزدیک میدان پخشی نیز فرمول‌بندی شود و کاربردهای جدیدی نیز ارائه شود. در اینجا فرمول‌بندیِ رهیافت و نتایج به‌دست‌آمده را به‌اختصار شرح می‌دهم.

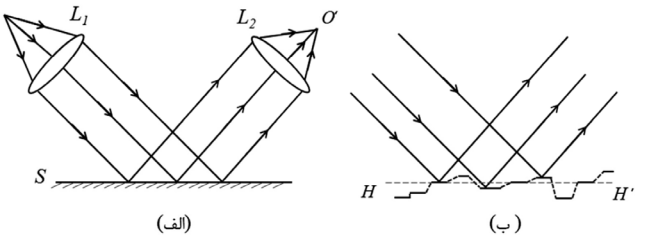
۳-۲ تشکیل تصویر در سطوح ناصاف

در شکل ۱۳-الف، نور خارج‌شده از شیئیِ نقطه‌ای O' را عدسی L_1 موازی می‌کند و روی سطح تخت و صاف S می‌فرستد. نور پس از بازتاب از سطح S را عدسی L_2 در نقطه‌یِ O' جمع می‌کند. در واقع، O' تصویرشیئیِ O است. اگر فاصله‌ی شیئی زیاد باشد و عدسی L_1 هم در کار نباشد عملا پرتوهای موازی به سطح S می‌رسد و به‌جای عدسی L_2 هم می‌توان چشم را قرار داد. آنچه برای ایجاد تصویر لازم است حفظ هم‌دوسی (ارتباط فاز) بین نورهایی است که به نقطه O می‌رسند. در این صورت پرتوها تداخل سازنده خواهند داشت و نور کم‌تر به اطراف پخش می شود. حال اگر به جای سطح صاف S سطح ناصاف قرار دهیم، شکل ۱۳-ب، به‌سبب بازتاب پرتوها از ریزرویه‌های مختلف واقع در ارتفاع‌های متفاوت، همدوسیِ لازم برای تشکیل تصویر از میان می‌رود و شدت نور در نقطه‌ی O' کم خواهد بود و به اطراف نقطه‌ی O' پخش می‌شود و ناظر تصویری نمی‌بیند. سطح تختِ ناصاف را می‌توان مجموعه‌ای از ریزرویه‌های تخت در نظر گرفت که در فاصله‌های متفاوت از سطحی میانگین (HH' در شکل ۱۲-ب) با اندازه‌های متفاوت در جهت‌های مختلف توزیع شده‌اند. در تشکیل تصویر فقط پرتوهایی که از ریزرویه‌های موازی با سطح میانگین در امتداد بازتاب آیینه‌ای بازمی‌تابند می‌توانند سهم داشته باشند[۲۸، ۲۹]. اما این پرتوها نیز با هم اختلاف راه یا اختلاف فاز دارند. دو پرتویی که از دو ریزرویه با اختلاف ارتفاع h بازمی‌تابند به اندازه‌ی $2h\cos\theta$ اختلاف راه دارند که منجر به اختلاف فاز ($4\pi h\cos\theta/\lambda$) می‌شود. چون تعداد پرتوهای بازتابیده از سطح ناصاف در جهت بازتاب آیینه‌ای بسیار زیاد است و اختلاف فازها برای سطحی که ناصافی آن کاتوره‌ای‌ست، تداخل سازنده را می‌تواند از بین ببرد و تصویر تشکیل نشود. اما این اختلاف فازها در دو حالت $h\to 0$ و $\theta\to\pi/2$ ناچیزند. حالت اول به سطح صاف و حالت دوم به زاویه‌ی فرود نزدیک به 90^o مربوط است. بنابراین، سطوح ناصاف در زاویه‌های فرود نزدیک به 90^o مثل آینه عمل می‌کنند. این، توجیه فیزیکیِ تشکیلِ تصویر در سطوح ناصاف است. می توان تابع توزیع ارتفاع ریزرویه‌ها را به شکل زیر فرمول‌بندی کرد [۲۸و۲۹]:

$$p(h) = 2\int_0^{\infty}\sqrt{I_n(f)}\cos(2\pi f h)\,df \qquad (۵)$$

که در آن $f=\frac{2\cos\theta}{\lambda}$، θ زاویه‌ی باریکه‌ی موازیِ نور با سطح تخت است. این رابطه حائز اهمیت است. چون با اندازه گیری شدت نور پراکنده‌ی هم‌دوس بر حسب کسینوس زاویه‌ی فرود و یا عکس طول‌موج (عدد موج)، توزیع ارتفاع در سطح ناصاف به دست می‌آید که تابع مشخصه‌ی مهمی‌ست. اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در این مورد با هر دو رهیافت، تغییر عدد موج و تغییر زاویه‌ی فرود، نتایج دقیق و سازگاری به‌دست داده است[۲۹، ۳۰]. هم‌چنین اندازه‌گیری‌های انجام‌شده بر اساس رابطه‌ی ۵ نشان می‌دهد توزیع ارتفاع در سطوحی‌که ناصافی‌شان در اثر سایش با پودر ایجاد شده است گاؤسی‌اَند[۲۹و ۳۰]. به‌علاوه، با این رهیافت مسئله‌ی تعدیل طیف نورِ پراکنده، که دغدغه‌ی گروهی از محققان بوده، به‌طور کمی و دقیق توصیف

شده است[۲۲، ۳۱]. نشان داده شده که طیف نور پراکنده‌ی هم‌دوس همیشه با انتقال‌به‌سرخ همراه است و پهنای آن باریک‌تر می‌شود. میزان انتقال و کاهش پهنای طیف به ناصافیِ سطح و زاویه‌ی فرود بستگی دارد. طیف نور پراکنده‌ی پخشی، در حضور نور پراکنده‌ی هم‌دوس در زاویه‌های نزدیک به زاویه‌ی بازتاب آینه‌ای با انتقال به آبی همراه است و در غیاب نور پراکنده‌ی هم‌دوس، دربازتاب آینه‌ای با انتقال به سرخ همراه است ولی با دورشدن از زاویه‌ی بازتاب آیینه‌ای انتقال به سرخ رفته‌رفته کم می‌شود[۳۱].



شکل ۱۳- **الف) همدوسی (ارتباط فازی) موجی که از شیء O خارج می‌شود تا رسیدن به نقطه تصویر O' حفظ می‌شود.**
ب) به سبب بازتاب نور از ریزرویه‌هایی که در ارتفاع‌های متفاوت قرار دارند همدوسی نور بازتابیده از سطح ناصاف به هم می‌ریزد. این واقعیت سبب می‌شود که تصویر تشکیل نشود. به عبارت دیگر نورهای همدوس به نقطه O' نرسند و شدت نور پخش شود.

۳-۳ زاویه‌ی فرود آستانه‌ی تشکیل تصویر

برای سطوح با ناصافیِ کاتوره‌ای تابع توزیع ارتفاع گاؤسی‌ست:

$$p(h) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(\frac{-h^2}{2\sigma^2}\right) \qquad (۶)$$

که در آن σ ناصافی سطح نامیده می‌شود.

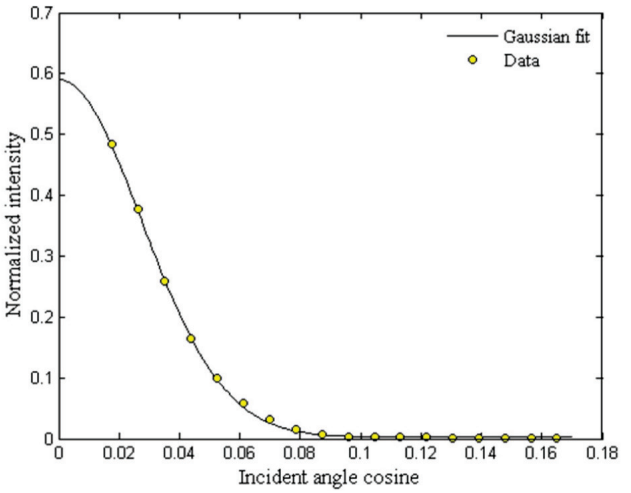
در شکل ۱۴ نمودار تجربی نوعی شدت بهنجار نور پراکنده همدوس $I_n(\theta) = I(\theta)/(I_0 A^2)$، بر حسب کسینوس زاویه فرود رسم شده است. ناصافیِ سطح $\sigma = ۰/۹۱\ \mu m$ و طول‌موجِ نور به‌کاررفته $\lambda = ۴۵۰\ nm$ بوده است. منحنیِ پیوسته، تابع گاؤسی برازش‌شده است. سطح ناصاف، سطح شیشه‌ی جامی بوده که با پودری با اندازه‌ی متوسط دانه ۲۵μm ساییده شده است. نمودار شکل ۱۴ نشان می‌دهد که برای افزایش شدت نور پراکنده‌ی هم‌دوس لازم است زاویه‌ی فرود بزرگ شود. شدت نور پراکنده‌ی هم‌دوس به‌طور نمایی با مربع کسینوس زاویه‌ی فرود کاهش پیدا می‌کند و آهنگ کاهش به ناصافیِ سطح و طول‌موجِ نور بستگی دارد. برای $h = \sqrt{۲ln۲}\,\sigma$ که به‌ازای آن $p(h)$ به نصف مقدار بیشینه کاهش می‌یابد، و زاویه‌ی فرود θ_t که در رابطه‌ی

$$\frac{2\cos\theta_t}{\lambda} = \frac{1}{2\sqrt{2ln2}\,\sigma} \qquad (۷)$$

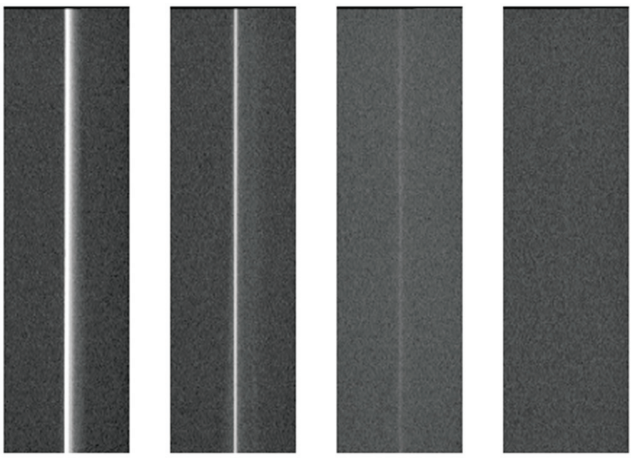
صدق می‌کند، شدتِ نورِ پراکنده‌ی هم‌دوس

$$I_n = \exp\left(\frac{-\pi^2}{2ln2}\right) \qquad (۸)$$

می‌شودکه عملاً ناچیز است. شدتِ به‌دست‌آمده به طور صریح به ناصافیِ سطح، زاویه‌ی فرود، و طول‌موج نور بستگی ندارد. از این رو، زاویه‌ی فرود متناظر با این شدت را زاویه‌ی فرودِ آستانه‌ی تشکیل تصویر می‌نامیم[۳۲]. در عمل، ظهور تصویر به تغییر زاویه‌ی فرود در حوالی θ_t کاملاً حساس است. ناصافی‌هایی که با آشکارکردنِ تصویر و استفاده از رابطه‌ی ۸ معلوم شده است با ناصافی‌های به‌دست‌آمده با روش‌های دیگر به‌خوبی هم‌خوانی دارد. در شکل ۱۵ چهار تصویرِ شکافی باریک آمده است که در آرایش شکل ۱۳جای شیئی گذاشته شده است. این تصویرها در زاویه‌های فرود نور ۸۷°، ۸۴°، ۸۲° مشاهده می‌شوند ولی در زاویه‌ی ۸۲/۷۵° عملاً دیده نمی‌شوند. ناصافیِ سطح σ=۰/۹۱μm بوده است. این آزمایش و آزمایش با سطوح ناصاف دیگر نشان می‌دهد که برای تشکیل تصویر زاویه‌ی فرود آستانه وجود دارد که به ناصافی سطح و طول موج نور بستگی دارد.



شکل ۱۴- **نمودار تجربی شدت بهنجار نور پراکنده همدوس بر حسب کسینوس زاویه فرود، با علامت ooo در نمودار. ناصافی سطح σ=۰/۹۱μm و طول موج نور به کار رفته $\lambda = ۴۵۰\ nm$ بوده است. منحنی پیوسته تابع گوسی برازش شده است.**



شکل ۱۵- **تصویر یک شکاف باریک در سطح ناصاف با ناصافی σ=۰/۹۱μm، در زاویه‌های فرود نور ۸۷°، ۸۴°، ۸۲° و ۸۱/۷۵°.**

۳-۴ تشکیل سراب

باور عمومی در مورد تشکیل سراب این است که وقتی دمای زمین در قسمتی تخت و نسبتاً بزرگ، مثل قطعه‌ای در کویر یا بزرگ‌راه، از دمای هوای بالای آن بیشتر باشد، ناظرِ شیئی نسبتاً دور، تصویر آن را در لایه‌های هوای مجاور زمین مشاهده می‌کند که سراب خوانده می‌شود. تشکیل سراب چنین توجیه می‌شود که بخشی از نورهای گسیل‌شده از شیء از لایه‌های هوای

مجاور زمین که دماهای کم‌تر نسبت به زمین دارند بازتاب کلی پیدا می‌کند و تصویر شیء را به وجود می‌آورد (شکل ۱۶). در چنین پنداشتی فاصله‌ی ناظر تا سراب به مقدارتغییر دما بستگی دارد. برای برآورد فاصله از رابطه‌ی ضریب شکستِ هوا و دما [۳۳] و همین طور از قانون اسنل در بازتاب کلی استفاده می‌کنیم:

$$n(T) = 1.00029 - 10^{-6}T \qquad (۹)$$

$$n(T)sin\theta = n(T + \Delta T) \qquad (۱۰)$$

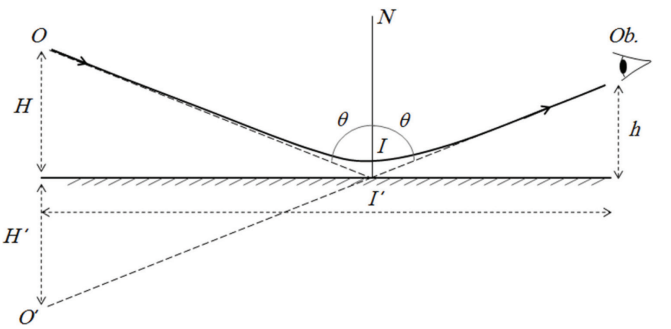
در این روابط $n(T)$ ضریب شکست هوا در دمای T، Θ زاویه فرود نور بر لایه‌ای با دمای T در نزدیکی شیء، و ΔT تغییر دما ازسطح زمین تا لایه‌ی مجاور شیء است. با جاگذاریِ رابطه‌ی ۹ در رابطه‌ی ۱۰ به رابطه‌ی زیر می‌رسیم:

$$sin\theta = 1 - \frac{10^{-6}\Delta T}{n(T)} \qquad (۱۱)$$

از طرف دیگر، با توجه به شکل ۱۶ و پارامترهای داده‌شده در شکل می‌توان نوشت:

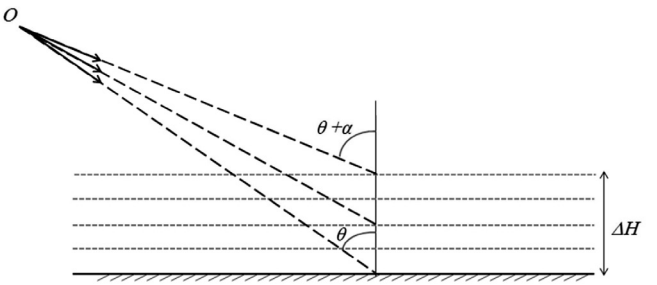
$$sin\theta = \frac{L}{[L^2+(h+H)^2]^{\frac{1}{2}}} \qquad (۱۲)$$

با برابر نهادنِ روابط ۱۱ و ۱۲، فاصله‌ی سراب تا ناظر بر حسب تغییر دما، ارتفاع‌های ناظر و شیء، h و H، به‌دست می‌آید. برای $h = H = ۱۵۰\ cm$ تغییر دمای لازم جهت تشکیل سراب در فواصل ۲۰۰ m، ۳۰۰ m، ۴۰۰ m و ۶۰۰ m به ترتیب ۱۱۲°C، ۵۰°C، ۲۸°C و ۱۳°C است. گذشته از اینکه آزمایش‌های ما در کویر دق، نزدیک شهرستان بیارجمند از توابع شاهرود، رابطه‌ی معنی‌داری میان تغییر دما و فاصله‌ی ناظر تا سراب نشان نداد، به‌روشنی می‌توان نشان داد که تغییر دما مجاور سطح زمین نمی‌تواند به تشکیل سراب بینجامد.



شکل ۱۶- **باور عمومی بر این است که علت دیده شدن سراب (تصویر) شیء O توسط ناظر در Ob. بازتاب کلی نور از لایه های هوای مجاور زمین داغتر از هوا است.**

طبیعی است که تغییر دما در مجاور زمین در بازه‌ی ارتفاعِ پایان‌داری از سطح زمین رخ بدهد. در این صورت ضرایب شکست لایه‌های موجود در این بازه اندکی متفاوت خواهد بود. لایه ی مجاور سطح زمین کم‌ترین و لایه‌ی نزدیک به شیء یا ناظر بیشترین ضریب شکست را خواهد داشت. بنابراین، پرتوهایی که زاویه‌ی فرود کوچک‌تر دارند از لایه‌های نزدیک به زمین و پرتوهایی که زاویه‌ی فرود بزرگ‌تر دارند از لایه‌های دورتر ازسطح زمین بازتاب کلی پیدا می‌کنند (شکل ۱۷). موج‌های متناظر با این پرتوها با هم تداخل می‌کنند و چون از لایه‌هایی در ارتفاع‌های متفاوت می‌آیند، میان آنها اختلاف فاز وجود دارد. اگر این اختلاف فازها در بازه‌ای بیش از 2π توزیع شده باشند تداخل سازنده از بین می رود و هم‌دوسیِ لازم جهت تشکیل تصویر خراب می‌شود. برای آن‌که هم‌دوسی به‌طور کامل نابود نشود باید اختلاف راه نوری میان لایه‌های انتهاییِ بازه‌ی ارتفاع، که با ΔH نشان می‌دهیم، از طول‌موج کم‌تر باشد. برای $\lambda = ۶۰۰\ nm$ و زاویه‌ی فرود مربوط به مشاهده‌ی سراب در ۴۰۰ m، $\theta = ۸۹/۵۷^{\circ}$، پهنای بازه‌ی ارتفاع $\Delta H = ۰/۰۶\ mm$ می‌شود. گنجیدن تغییرات دما در چنین بازه‌ی باریکی مجاور سطح زمین امکان ندارد. شواهد بسیاری هست که بازه‌ی ارتفاعیِ توزیع دما خیلی بیشتر از این مقدار است[۱۴]. اما اگر بپذیریم چنین بازه‌ی باریکی ممکن است، به دلیل مجاورت با سطح زمین، هوای محدود به آن در تلاطم شدید است و لایه‌های پایدار تشکیل نمی‌شود. بنابراین، سراب همان تصویر در سطوح ناصاف در زاویه‌های فرود بزرگ است. اگر زاویه‌ی فرود مربوط به مشاهده‌ی سراب در ۴۰۰ متری، $\theta = ۸۹/۵۷^{\circ}$ باشد، ناصافی متناظر آن می‌شود $\sigma = ۱۷\ \mu m$. بنابراین، چون سطح بزرگ‌راه و کویر ناصافتر از سطح ناصافی‌ست که برای آزمایش ایجاد کردیم سراب در زاویه‌های فرود بزرگ‌تر و یا فاصله‌های دورتر مشاهده می‌شود. به‌این ترتیب ملاحظه می‌شودکه سراب پدیده‌ای موجی‌ست و توجیه اپتیک هندسی ندارد.



شکل ۱۷- **پرتوهای خارج شده از شیء O به طرف ناحیه‌ای از زمین که در مجاور آن بازتاب کلی رخ می‌دهد زاویه‌های فرود اندکی متفاوت دارند. پرتوهایی که زاویه‌های فرود کوچک‌تر دارند از لایه‌های نزدیک به زمین و پرتوهایی که زاویه فرود بزرگ‌تر دارند از لایه‌های دورتر از زمین بازتاب کلی می‌کنند. تداخل نورهای بازتابیده تشکیل تصویر را غیر ممکن می‌کند.**

در شکل ۱۸ عکسِ پنجره‌ای در انتهای راهرویی همراه با سراب آن در دیوار قائم راهرو نشان داده شده است. فاصله دوربین تا پنجره ۴۰ m و فاصله دوربین تا دیوار ۵۰ cm است. دیوار و هوای راهرو تفاوت دما ندارند. اگر اختلاف دمایی هم بود همرفت هوا در امتداد قائم مانع بازتاب کلی می‌شد. چون دیوار صاف‌تر از بزرگ‌راه یا کویر است، فاصله ناظر تا سراب به کمتر از ۴۰ m کاهش یافته است.

این بخش را می‌توان چنین جمع‌بندی کرد. علی‌رغم این که بیش از صد و بیست سال روی پراکندگی نور از سطوح ناصاف کار شده و مقالات پرشماری انتشار یافته، رهیافتِ جدید، تشکیل تصویر در سطوح ناصاف، توانسته تابع توزیع ناصافی را بر حسب شدت نور پراکنده‌ی هم‌دوس ارائه کند، روش‌های مناسبی برای تعیین توزیع ناصافیِ سطح فراهم آورد، و مسئله تعدیل طیف نور پراکنده را فرمول‌بندی کند. از جمله کارهایی که در این زمینه در جریان است تعیین توزیع ناصافی در سطوح خیلی ناصاف با غوطه‌ورکردن سطح ناصاف در مایع با ضریب شکست مناسب، تعیین توزیع مساحت ریزرویه‌ها، و ساختن نور ناهم‌دوس با پراکندگی کم از نور هم‌دوس لیزر است که کاربردهای زیادی دارد.

شکل ۱۸- **عکس پنجره‌ای در انتهای راهرو همراه با سراب آن در دیوار قائم راهرو. فاصله دوربین از پنجره ۴۰ متر و فاصله دوربین از دیوار ۵۰ سانتیمتر است.**

۴-کاربردهای جدید تکنیک ماره

۴-۱ سابقه

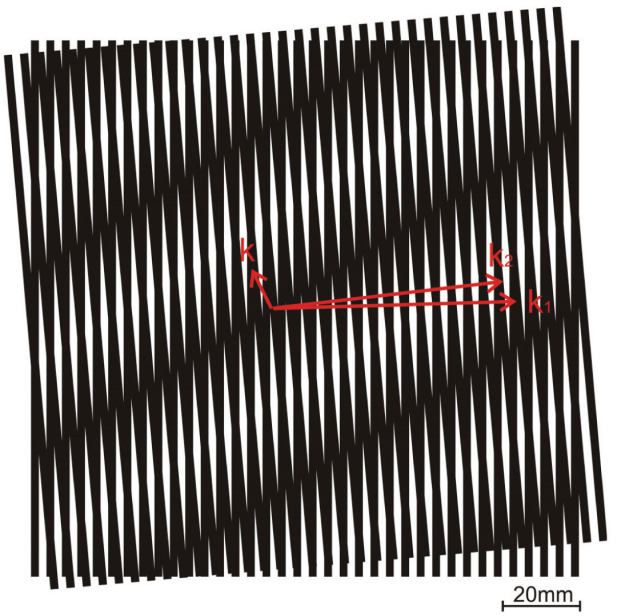
تعریف: اگر ضریب عبور یا ضریب بازتاب روی دو سطح با دوره‌تناوب‌های یک‌سان و یا نزدیک به هم تغییر کند هرگاه دو سطح برهم نهاده شوند، در حالتی که زاویه‌ی میان دو نقش تناوبیِ آنها کوچک است، نقش تناوبی جدیدی با دوره‌تناوب بسیار بزرگ‌تر ظاهر می‌شود که نقش یا فریزهای ماره[۸] نامیده می‌شود.

نقش‌های ماره در چین باستان مورد توجه بوده و بازیگران تئاتر با پوشیدن لباس دولایه‌ی توری‌مانند با نقش‌های تناوبی، هنگام راه‌رفتن نقش‌های ماره متنوع ایجاد می‌کردند که نظر تماشاگران جلب می‌کرده است. اما بررسی علمی نقش ماره را نخست رِیلِی در سال ۱۸۷۴ انجام داد[۳۴]. او از نقش ماره جهت بررسی عیوب توری‌های پراش استفاده کرد، از آن پس رفته‌رفته از فریزهای ماره برای اندازه‌گیری‌های مختلف و نمایش برخی پدیده‌ها استفاده شد که شرح آنها در کتاب‌ها و تک‌نگاشت‌های متعدد آمده است[۳۵ و۳۶].

من از زمان تحصیل در دوره دکتری به تکنیک ماره علاقه‌مند شدم. در مقاله‌ای خواندم برای نشان‌دادن دررفتگی[۱۰] در بلورها، از برهم‌نهادنِ دو بلور نازک، مثل طلا و پالادیوم به‌صورت دو توری استفاده کرده‌اند و نشان داده‌اند که در حوالی دررفتگی‌های بلور، فریزهای ماره گسسته می‌شوند[۳۷]. با مطالعات بیشتر دریافتم که تکنیک ماره ابزار بسیار قدرتمندی برای اندازه‌گیری جابه‌جایی‌های کوچک و تغییرات کوچک زاویه است و می‌توان تغییرات بسیاری از کمیت‌های فیزیکی را به این نوع تغییرات تبدیل کرد. مهم‌تر این که امکانات استفاده از این تکنیک در ایران وجود دارد. بعد از بازگشت به ایران، با مهیاشدن شرایط به‌طور نسبی، به استفاده از تکنیک ماره در زمینه‌های مختلف پرداختم. از طرف دیگر چون به اشاعه‌ی این تکنیک در داخل کشور علاقه‌مند بودم کارهایی در این جهت نیز انجام دادم. نوشتن جزوه در سطوح مختلف، برگزاری کارگاه برای دانش‌آموزان، دانشجویان و دبیران، طراحی و ساخت دستگاه‌های مختلف مبتنی بر تکنیک ماره از جمله‌ی آنهاست. قبل از مرور کارهای پژوهشی در این حوزه لازم می‌دانم مبانی تکنیک ماره را به اختصار ولی با رهیافتی نو توصیف کنم.

۴-۲ مبانی تکنیک ماره

در ساده‌ترین شکل، نقش ماره ساختاری تناوبی و خطی است که از برهم‌نهیِ دو ساختارتناوبیِ خطی موسوم به توری حاصل می‌شود. ساختار هر توریِ خطی با گام ثابت را می‌توان با برداری به نام بردار شبکه، $\vec{k}$ ، مشخص کرد که مقدار آن 2π تقسیم بر گام توری‌ست و امتداد آن بر خطوط توری عمود است. جهت آن را طوری انتخاب می‌کنند که زاویه‌ی میان بردارهای شبکه‌ی دو توریِ برهم‌نهاده حاده باشد (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- **برهم‌نهی دو توری با گام‌های $q_1=2\ mm$ و $q_2=2/1\ mm$ که خطوط آنها با هم زاویه $\Theta=5^o$ می‌سازند. در شکل امتدادهای بردارهای شبکه توری‌ها و نقش ماره مشخص شده است.**

ضریب عبور از هر توری خطی را می‌توان با مجموعه توابع هم‌آهنگ با بس‌آمدهای متناسب با بس‌آمد فضایی توری نمایش داد. اما چون دوره‌تناوبِ نقش ماره فقط به تفاضل بس‌آمدهای فضایی هم‌آهنگ‌های اول دو توری بستگی دارد، برای سادگیِ کار، ضرایب عبور دو توری را با توابع کسینوسی نمایش می‌دهیم. به‌عبارت دیگر فقط هم‌آهنگ‌های اول بسط‌ها را نگه می‌داریم:

$$T_1=\frac{1}{2}\left[1+v_1\cos\left(\vec{k}_1.\vec{r}+\varphi_1\right)\right]$$
$$|v_i|<1 \quad (i=1,2) \qquad (۱۳)$$
$$T_2=\frac{1}{2}\left[1+v_2\cos\left(\vec{k}_2.\vec{r}+\varphi_2\right)\right]$$

ضریب عبور دو توری برهم‌نهاده برابر خواهد بود با $T=T_1T_2$ و یا:

$$T=\frac{1}{4}\left[\frac{1}{2}+v_1\cos\left(\vec{k}_1.\vec{r}+\varphi_1\right)\right]+\frac{1}{4}\left[\frac{1}{2}+v_2\cos\left(\vec{k}_2.\vec{r}+\varphi_2\right)\right]+$$
$$\frac{v_1v_2}{8}\cos\left[\left(\vec{k}_2+\vec{k}_1\right).\vec{r}+\left(\varphi_2+\varphi_1\right)\right]+\frac{v_1v_2}{8}\cos\left[\left(\vec{k}_2-\vec{k}_1\right).\vec{r}+\left(\varphi_2-\varphi_1\right)\right] \qquad (۱۴)$$

در رابطه‌ی ۱۴، چهار عبارت با دوره‌تناوب‌های متفاوت وجود دارد که بلندترین دوره به عبارت چهارم تعلق دارد. این جمله را که مشخص کننده‌ی

رفتار نقش ماره است به شکل زیر می‌نویسیم:

$$T_m = A\cos\left[(\vec{k}.\vec{r}) + \varphi\right] \qquad (۱۵)$$

که در آن

$$A = \frac{v_1 v_2}{8} \quad , \quad \vec{k} = (\vec{k}_2 - \vec{k}_1) \quad , \quad \varphi = (\varphi_2 - \varphi_1)$$

بردار $\vec{k}$ را بردار شبکه‌ی نقش ماره می‌نامند ومقدار آن، k، بر حسب k_1، k_2 و زاویه‌ی میان خطوط دو توری Θ، چنین می‌شود:

$$k = [k_1^2 + k_2^2 - 2k_1k_2\cos\theta]^{1/2} \qquad (۱۶)$$

که آن را به صورت مفیدتر زیر می‌نویسیم:

$$k = [(k_2 - k_1)^2 + 4k_1k_2\sin^2(\theta/2)]^{1/2} \qquad (۱۷)$$

دوره تناوب نقش ماره، $q_m = \frac{2\pi}{k}$، بر حسب دوره‌تناوب‌های دو توری $q_1 = \frac{2\pi}{k_1}$ و $q_2 = \frac{2\pi}{k_2}$ با جای‌گذاریِ این مقادیر در رابطه‌ی ۱۶ به دست می‌آید:

$$q_m = \frac{q_1 q_2}{[q_1^2 + q_2^2 - 2q_1q_2\cos\theta]^{\frac{1}{2}}} \qquad (۱۸)$$

حالت‌های خاص: (الف) $k_1 = k_2$ و $\Theta \neq 0$ در بسیاری موارد نقش ماره را با برهم‌نهادنِ دو توری هم‌گام با زاویه‌ای میان خطوط دو توری می‌سازند. در این صورت فریزهای ماره بر نیم‌ساز خطوط دو توری عمود است. برای زاویه‌های کوچک، که بیشتر به‌کار می‌رود، به‌نظر می‌آید که فریزهای ماره بر خطوط دو توری عمود است. در این حالت رابطه‌ی ۱۸ شکل ساده‌ی زیر را پیدا می‌کند:

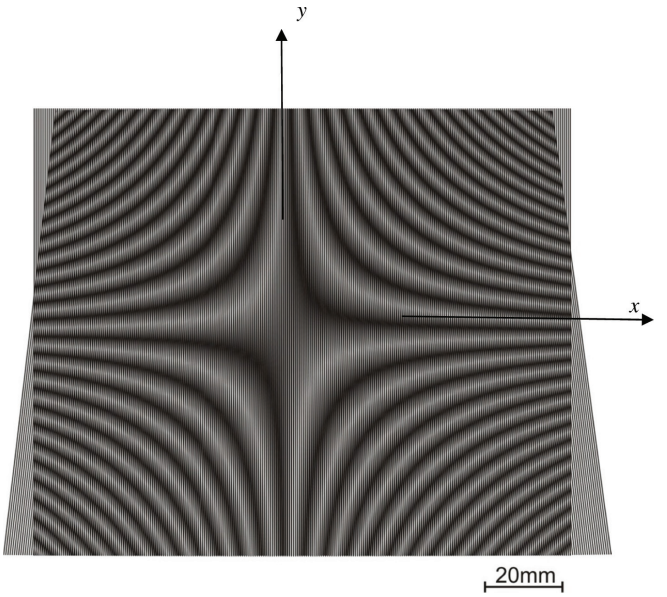
$$q_m = \frac{q}{2\sin(\theta/2)} \cong \frac{q}{\theta} \qquad (۱۹)$$

در چنین حالتی عبارت میان پرانتزهای اول رابطه‌ی ۱۷ وجود ندارد.

(ب) $k_1 \neq k_2$ و $\Theta = 0$، از این حالت نیز زیاد استفاده می‌شود. در این حالت فریزهای ماره با خطوط توری‌ها موازی‌اَند. فریزهای ماره در این حالت، عملاً، بر فریزهای ماره در حالت (الف) عمودند. در این حالت رابطه‌ی ۱۸ شکل زیر را پیدا می‌کند:

$$q_m = \frac{q_2 q_1}{|q_2 - q_1|} \qquad (۲۰)$$

برای چنین حالتی جمله‌ی دوم رابطه‌ی ۱۷ از بین می‌رود. باید توجه داشت که تکنیک ماره نوعی پدیده‌ی تکینگیِ فاز است. زیرا برای $k = ۰$ ضریبِ عبور و یا بازتاب در مقیاسی بزرگ‌تر از دوره‌ی توری‌ها، تغییر نمی‌کند و فاز در سرتاسر منطقه‌ی برهم‌نهش ثابت و نامعین است. اما وقتی k از مقدار صفر قدری دور می شود، $q_m = \frac{2\pi}{k}$ باتغییرات شدید ظاهر می‌شود. بسته به این‌که این تغییرات ناشی از جمله‌ی اول یا دوم رابطه‌ی ۱۷ باشد فریزهای ماره موازی یا عمود بر خطوط توری می‌شوند. بنابراین، مقدار و جهت فریزهای ماره در حوالی $k = ۰$ تغییرات بسیار تندی دارد. همین حساسیت زیاد به تغییر زاویه و تغییر گام، امکان مطالعه‌ی آن دسته از کمیت‌های فیزیکی را فراهم می‌آورد که تغییرات آنها به تغییر گام و یاتغییر زاویه میان خطوط توری قابل تبدیل هستند. در شکل ۲۰ دو توری خطی، یکی با گام ثابت $q_1 = ۰/۵\ mm$ و دیگری با خطوطی که میان دو خط متوالی آن زاویه‌ی $\alpha = ۰/۰۵^o$ وجود دارد بر هم نهاده شده‌اند. روی محور گام‌های هر دو توری برابرند. نقطه‌ی تقارن نقطه‌ی تکینگی است. در امتداد محور x فقط زاویه‌ی میان خطوط دو توری تغییر می‌کند. هر چه در حوالی محور x از محور y دورتر شویم فریزهای ماره به سمت عمود بر خطوط دو توری بیشتر میل می‌کنند. زاویه در امتداد محور y تغییر ندارد اما تفاوت گام‌ها زیاد می‌شود. از این‌رو، فریزهای ماره به موازی‌شدن با خطوط دو توری میل می‌کنند. برای جهت‌های دیگر هر دو جمله‌ی رابطه‌ی ۱۷ مؤثرند و امتداد فریزهای ماره در هر ناحیه به وزنِ نسبیِ آنها بستگی دارد. در مناطق دور از نقطه‌ی تکینگی تغییرات فریزهای ماره کم است و فریزها عملاً خطی‌اَند. بنابراین، در این نواحی حساسیت به تغییر زاویه و تغییر گام کم است و این نواحی برای اندازه‌گیری‌های حساس مناسب نیست.



شکل ۲۰- **برهم‌نهی دو توری خطی یکی با گام ثابت $q_1 = ۰/۵\ mm$ و دیگری با خطوطی که دو خط متوالی آن با هم زاویه $\alpha = ۰/۰۵^o$ دارند. گام‌های دو توری روی محور x با هم برابرند.**

۳-۴ پدیده‌ی تالبوت

تکنیک ماره در بسیاری موارد با استفاده از پدیده‌ای همراه است که خودتصویرسازی[۱۱] یا پدیده‌ی تالبوت خوانده می‌شود. تالبوت آن را در اواخر قرن نوزدهم کشف کرد. هر گاه توری خطی را با نور تک‌فام موازی روشن کنیم، در فواصل معینی از توری، که به گام و طول موج نور بستگی دارد، توزیع شدت بلافاصله بعد از توری تکرار می‌شود (شکل ۲۱). فاصله‌ی میان دو مکان تکرار متوالی، فاصله‌ی تالبوت یا خودتصویرسازی گفته می‌شود. با استفاده از انتگرال فرنل-کیرشف این فاصله محاسبه می‌شود و مقدار آن:

$$L = \frac{2q^2}{\lambda} \qquad (۲۱)$$

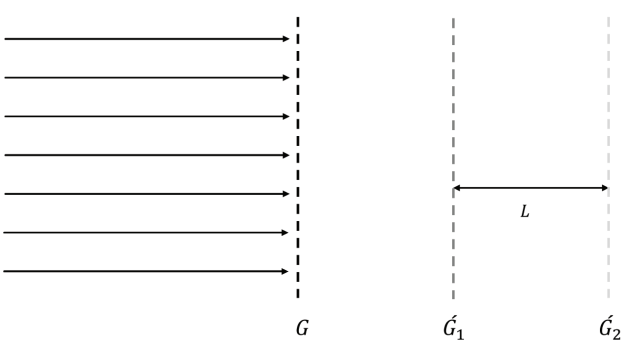
است. حال اگر توری فیزیکی با گامی مساوی و یا نزدیک به گام توری خودتصویرساز در محل یکی از تصویرها قرار بدهیم نقش ماره ظاهر می‌شود. اگر اندازه‌گیری با تکنیک ماره با استفاده از پدیده‌ی تالبوت همراه باشد به آن انحراف‌سنجی ماره[۱۲] می‌گویند و کاربردهای جالبی در اندازه‌گیری انحراف‌های

بسیار کوچک نور دارد. برای رسیدن به شهودی از زاویه‌های قابل اندازه‌گیری، فرض کنید در شکل ۲۲ توری G_2 در فاصله‌ی Nامین تالبوت توریِ G_1 قرار داشته باشد. قبل از انحراف نور، تصویر نقطه‌ی A در نقطه‌ی B از Nامین تصویر از خود است. بعد از ایجاد انحراف در نور، تصویر به نقطه‌ی B منتقل می‌شود. جابه‌جاییِ تصویر به مقدار $BB'=dl$ باعث جابه‌جایی فریزهای ماره به اندازه‌ی dq_m می‌شود که با تناسب زیر به dl ربط پیدا می‌کند:

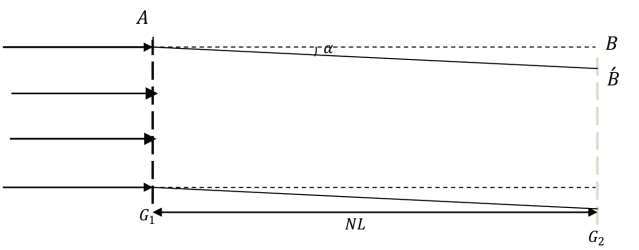
$$\frac{dq_m}{q_m}=\frac{dl}{q}$$

مطابق شکل، با قرار دادن $dq=\alpha NL$ به دست می‌آید:

$$\alpha=\frac{q}{q_m}\frac{dq_m}{NL} \qquad (۲۱)$$



شکل ۲۱- **هر گاه یک توری خطی با نور موازی و تک‌فام روشن شود در فواصلی موسوم به فاصله تالبوت توزیع شدت بلافاصله بعد از توری تکرار می‌شود.**



شکل ۲۲- **اندازه‌گیری انحراف نور با استفاده از تکنیک انحراف‌سنجی ماره. قبل از انحراف نور تصویر نقطه A در نقطه B از N امین فاصله تالبوت است و بعد از انحراف نور به نقطه B' منتقل می‌شود.**

برای توری با ده خط بر میلی‌متر و $dq_m=1\,mm$ ، $N=5$ ، $\lambda=600\,nm$ به دست می‌آید $\alpha\cong6\times10^{-5}\,rad$ که از مرتبه‌ی ثانیه است. البته در گزارش‌ها اندازه‌گیری زاویه‌های بسیار کوچک‌تر نیز آمده است. هر عامل فیزیکی، نظیر تغییر دما، تغییر غلظت، تغییر ضخامتِ محیطِ شفاف می‌تواند باعث انحراف نور شود. این نوع تغییرات با دقت زیاد با انحراف‌سنجی ماره قابل اندازه‌گیری است.

پدیده‌های فیزیکی به دو صورت روی نقش ماره تأثیر می‌گذارند و یا شکل و فاصله‌ی فریزها را تغییر می‌دهند و یا باعث کاهش نمایانی فریزهای ماره می‌شوند. هر دو اثر کاربردهای خاص خود را دارد. ما در کارهای پژوهشی خود از هر دو اثر استفاده کرده‌ایم. در اندازه‌گیری ضریب پخش مایع در مایع [۳۸]، در اندازه‌گیری تلاطم جو [۴۰ و۳۹] و اندازه‌گیری جذب نانوذرات در عدسی گرمایی[۱۳] [۴۱] از تغییر شکل فریزهای ماره استفاده شده است. نکته‌ی قابل ذکر در مورد تلاطم جو این است که ما برای اولین بار در تکنیک ماره از تلسکوپ استفاده کردیم. تلاطم جو در رصد اجرام آسمانی، عکس‌برداری هوایی و ماهواره‌ای حائز اهمیت است و اندازه‌گیری دقیق آن همواره مورد توجه بوده است. برای اندازه‌گیری، توری‌ای با ابعاد متر و خطوط با فاصله چند میلیمتری را در فاصله حدود ۱۰۰ متر از تلسکوپ قرار دادیم. بعد در صفحه‌ی کانونیِ تلسکوپ، توریِ فیزیکی دیگری با مشخصات نزدیک به مشخصات تصویر توری در تلسکوپ روی تصویر توری گذاشتیم. تغییرات توری تصویر را که از تلاطم جو ناشی می‌شد در تغییرات فریزهای ماره با بزرگ‌نمایی زیاد بررسی کردیم. دقت اندازه‌گیری ده برابر دقت روش‌های دیگر بود. کار به‌تدریج بهتر و دقیق‌تر نیز شد. این کار مورد توجه هیئت تحریریه‌ی خبرنامه‌ی SPIE (جامعه بین‌المللی مهندسان اپتیک) قرار گرفت و از ما خواستند شرحی از کار برای خبرنامه‌شان تهیه کنیم[۴۲].کار با تلسکوپ باعث شد که به استفاده از تکنیک ماره از فواصل دور فکر کنیم و ارتعاش سازه‌های بزرگ را از راه دور اندازه بگیریم[۴۳]. این روش امکان می‌دهد که حرکت گسل‌ها از راه دور مطالعه شود. به‌بارآوردن روش‌هایی برای اندازه‌گیری ارتعاش پل‌ها، نشستِ مخازن بزرگ، و تغییرشکلِ تاج سدها در جریان است.

در ارتباط با استفاده از تغییر نمایانیِ فریزهای ماره، روشی مناسب برای تعیین شکل خطوط طیفی که پهنای آنها بیشتر از نانومتر است ارائه شد که دقت آن از دقت توری پراش و منشور بیشتر است. هم‌چنین این روش امکان داد که پاشندگیِ محیط برای طیف پهن، نظیر طیف نور سفید، یک‌جا تعیین شود[۴۴]. از تغییر نمایانی فریزهای ماره با تغییر تعداد خطوط توری در واحد طول روش مناسبی برای تعیین توان تفکیک دستگاه‌های اپتیکی، به‌ویژه دستگاه‌های چاپگر ارائه شد که به‌جای معیارنسبتاً مبهم <تعداد نقطه در واحد طول> مستقیماً تابع انتقال مدولاسیون[۱۴] را می‌دهد[۴۵و۴۶و۴۷]. بر اساس این روش دستگاهی ساخته شد که با آن می‌توان کیفیتِ دستگاه‌های چاپگر را محک زد. در زمینه‌ی استفاده از تکنیک ماره چند دستگاه ساخته شده که به ثبت داخلی رسیده و علت عدم ثبت خارجی آنها نبودن اعتبار و وقت‌گیربودنِ فرآیند ثبت بوده است. از جمله‌ی این دستگاه‌ها، دستگاه شیب‌سنج، دستگاهِ تعیین عیوب شیشه‌ی اتومبیل، دستگاه اندازه‌گیری مدول یانگ است. خوش‌بختانه کار در زمینه‌ی استفاده از تکنیک ماره در جاهای مختلف کشور در جریان است. محمد ابوالحسنی، سیف‌الله رسولی و خسرو معدنی‌پور در این زمینه فعالند و کارهای مستقل و قابل‌توجهی انجام داده و می‌دهند. خود من هم در حال حاضر روی اثرات تغییرات پیوسته پارامترهای توری در نقش ماره در حوالی نقطه‌ی تکینگی کار می‌کنم.

۵ - نتیجه‌گیری

هدف اصلی از ارائه‌ی این گزارش نشان‌دادن این واقعیت بوده است که با امکانات موجود در کشور می‌توان به نوعی از تحقیقات کاربردی پرداخت که علاوه بر رفع برخی از نیازهای علمی و فناوری، داخلی در آن موضوع‌های مستقل و بدیع هم مطرح شود که اهمیت جهانی دارند. تنوع موضوع‌ها و تعداد مقالات انتشاریافته تصادفی‌بودن پیداشدن موضوع‌ها در این زمینه‌ها را نقض می‌کند. بدون تردید بسیاری از موضوع‌هایی که در کشورهای پیشرفته‌ی علمی و صنعتی موضوع‌های تحقیق روز تلقی می‌شوند حاصل رهیافت‌هایی از این نوع است. از طرف دیگر، کارهای انجام‌شده نشان می‌دهد که کاربردی‌نبودن بخش عمده‌ای از تحقیقات در کشور مشکل ارتباط صنعت و دانشگاه نیست. وقتی در

جامعه‌ای فرهنگ علمی گسترش لازم را نیافته باشد و در صنعت و خدمات به استاندارد کالاها توجه جدی نشود نتایج تحقیقات کاربردی نیز در قفسه‌های آزمایشگاه‌های دانشگاه بایگانی می‌شود. بنابراین، رشد فرهنگ علمی در جامعه توجه سامان‌یافته می‌طلبد. هم‌چنین ضرورت دارد که زیرساخت‌های تبدیل نتایج تحقیق به کالا، دستگاه و خدمات فراهم شود. تبدیل نتایج تحقیق به کالا، دستگاه و خدمات، به همکاریِ تخصص‌های مختلف نیاز دارد و محقق دانشگاه نه وقتش را دارد و نه از عهده‌ی آن برمی‌آید.

در خاتمه از هیئت دبیران مجله به‌خاطر فرصتی که در اختیار من گذاشتند تا بخشی از تجربه‌هایم را گزارش کنم صمیمانه سپاس‌گزارم. همچنین از معصومه دشتدار، کتایون سماواتی و رسول عالی‌پور که در تهیه‌ی گزارش مرا یاری کرده‌اند صمیمانه تشکر می‌کنم.

مراجع

1– R.P. Crease, "Charles Sanders Peirce and the first absolute measurement standard", Physics Today)December 2009(39-44

2- M.T. Tavassoly, A.Darudi, "Reconstruction of interfering wave-fronts by analyzing their interference pattern in three dimensions", Optic communications175 (2000) 43 – 50.

3- A. Darudi, M.T. Tavassoly, "Interferometric specification of lens (single and doublet) parameters", Optics and Lasers in Engineering, Vol. 25 (2001)79- 90.

4- Ehsan A. Akhlaghi, Ahmad Darudi, M. Taghi Tavassoly, "Reconstructing the phase distribution of two interfering wavefronts by analysis of their nonlocalized fringes with an iterative method", Optics ExpressVol. 19, No. 17 (2011) 2356.

5-M. Born, E. Wolf, Principles of Optics 7th Ed. (Cambridge University Press, 1999) p. xxvi.

6- A. A. Michelson, Phil. Mag.(5)13 (1882) 226.

7- M. T. Tavassoly, H. Sahl-loul-bai,M. Salehi, H. R. Khalesifard, "Fresnel diffraction from a step in reflection and transmission", Ir. J. Phys Vol.2,No. 5 (2001)237-246.

8- M. T. Tavassoly, M. Amiri, E. Karimi, H.R Khalesifard, "Spectral modification by line singularity in Fresnel diffraction from 1D phase step", Optics Communication255 (2005), 23-34.

9-M. Amiri, M. T. Tavassoly, "Fresnel diffraction from 1D and 2D phase steps in reflection and transmission modes", Optics Communication272 (2007) 349-361.

10- M. T. Tavassoly, M. Amiri, A. Darudi, R. Alipour, A. Saber, A. R. Moradi, "Optical diffractometry", J. Opt. Soc. Am. A Vol.26, No.3 (2009) 540-547.

11- M. T. Tavassoly, I. M. Haghighi, Kh. Hassani, "Application of Fresnel diffraction from a phase step to the measurement of film thickness", Applied Optics Vol. 48, No. 29(2009) 5497-5501.

12- M. T. Tavassoly, A. Saber, "Optical refractometry based on Fresnel diffraction from a phase wedge"", Optics Letters Vol. 35, No.21 (2010) 3676.

13-A. Sabatyan, M. T. Tavassoly, "Determination of refractive indices of liquids by Fresnel diffraction", Optics & Laser Technology41 (2009), 892- 896.

14-R. Aalipour, M. T. Tavassoly, A. Darudi, "Superimposing the waves diffracted from two similar hot and cold wires provides the temperature profile around the hot one",Applied Optics Vol. 49, No. 22(2010).

15-A. Sabatyan, M. T. Tavassoly, "Application of Fresnel diffraction to nondestructive measurement of the reflective index of optical fibers", Optical Engineering46 (2007) 128001.

16- E. Wolf, Phys. Rev. Lett.56(1986)1370.

17- E. Wolf, F. V. James, "Correlation induced spectral changes", Rep. Prog. Phys.59 (1996) 771- 818.

18- G. Gbur, T. D. Visser, E. Wolf, "Anomalous Behavior of Spectra near Phase singularities of Focused Waves", Phys. Rev. Lett.Vol. 88, No. 1 (2002) 013901-4.

19- M. Amiri, M. T. Tavassoly, "Spectral anomalies near phase singularities in reflection at Brewster's angle and colored catastrophes", Optics Letters Vol. 33 No. 16 (2008) 1863-1865.

20- M. Amiri, M. T. Tavassoly, H. Dolatkhah, Z. Alirezaei, "Tunable spectral shifts and spectral switches by controllable phase modulation",Optics Express Vol.18, No. 24(2010)25089-101

21- M. T. Tavassoly, M. Dashtdar, M. Amiri, "Spectral modification by diffraction and scattering",Advances in Optical Technology Vol. 2010, Article ID 613728.

23- J. A. Ogilvy, "Wave scattering from rough surfaces", Rep. Prog. Phys.50 (1987) 1553-1608.

24- W. T. Welford, "Optical estimation of statistics of surface roughness from light scattering measurements", Optical and Quantum Electronics9(1977) 269-287

25- F.Gilbert, L.Knopoff, J. Geophys. Res.65(1960)3437-44.

26-M. S. Howe, Proc. R. Soc. A337(1974) 413-33.

27- J. M. Elson, H. E. Bennett, J. M. Bennett,"Scattering from optical surfaces", in Applied Optics and Optical Engineering,Vol.7 (Academic Press, 1979) Ch.7.

28- M. T. Tavassoly, A. Nahal, Z Ebadi, "Image formation in rough surfaces", Optics Communication238(2004) 252-260.

29-M. T. Tavassoly, M. Dashtdar, "Height distribution on a rough plane and specularly scattered light amplitude are Fourier transform pair", Optics Communication281 (2008)2397-2405.

30-M. Dashtdar, M. T. Tavassoly, "Determination of height distribution on a rough interface by measuring the coherently transmitted or reflected light intensity", J. Opt. Soc. Am. A, Vol.26 No.10 (2008) 2509-2517

31- M. Dashtdar, M. T.Tavassoly, "Red-shift and blue-shift in spectra of light coherently and diffusely scattered from random rough interfaces", J. Opt. Soc. Am. A, Vol. 26, No. 10 (2009) 2134-2138.

32- M. Dashtdar, M.T. Tavassoly, "Roughness measurement using threshold angle of image formation", Optical Engineering, Vol 50, Issue 12, doi:10.1117/1.3660297 (2011)

33-E. R.G. Eckert, R. J. Goldstein, Measurement of Heat Transfer(McGraw-Hill, New York, 1975).

34- K. Patorski, Handbook of Moire Fringe Technique(Elsevier, Amsterdam, 1973).

35- O. Kafri, I. Glatt, The Physics of Moire Metrology(John Wiley & Sons, NY, 1989).

36- Guy J. M. Indebetouw, R. Czarnek (Eds.), Selected Papers on Optical Moiré and applications (SPIE Press Book 1992).

37 - D. W. Pashley, J. W. Menter, G. A. Bassett , Nature(London) 179 (1957) 752.

38 -K. Jamshidi Ghaleh, M. T. Tavassoly, N. Mansour, 2004, "Diffusion coefficient measurements of transparent liquid solutions using moire´ deflectometry", J. Phys. D: Appl. Phys.37 (2004) 1-5

39- S. Rasouli , M. T. Tavassoly, "Application of the moiré deflectometry on divergent laser beam to the measurement of the angle of arrival fluctuations and the refractive index structure constant in the turbulent atmosphere", Optics Letters Vol. 33 ,No.9(2008)980-982.

40- S. Rasouli , M. T. Tavassoly, "Application of moiré technique to the measurement of the atmospheric turbulence parameters related to the angle of arrival fluctuations", Optics Letters Vol. 31, No.22 (2006) 3276-3278.

41- S. Rasouli, H. Ghasemi, M. T. Tavassoly, H. R. Khalesifard, "Application of parallel moiré deflectometry and single beam z-scan technique in the measurement of the nonlinear refractive index", Appl. Opt. Vol. 50, No. 16 (2011) 2356-2360.

42- S. Rasouli, M. T. Tavassoly, "Moiré technique improves the measurement of atmospheric turbulence parameters", SPIE Newsroom, 10.1117/21200702.0569.

43- S. Rasouli , M. T.Tavassoly, "Determination of vibration parameters of a large scale structure by measuring the visibility changes on the timeaverage images of a sinusoidal pattern fixed on it", Optical Engineering47 No. 5 (2008).

44- M. T. Tavassoly, M. Abolhassani, "Specification of spectral line shape and multiplex dispersion by self imaging and moiré technique", Optics and Lasers in Engineering Vol. 41, No.5 (2004) 743-753.

45- Kh. Madanipour, M. T. Tavassoly, "Application of moiré technique to the measurement of modulation transfer function (MTF) of printing systems", Optics and Lasers in Engineering Vol. 4, No. 1 (2007) 64-69.

46- Kh. Madanipour, M. T. Tavassoly, "Determination of modulation transfer function of a printer by measuring the autocorrelation of the transmission function of a printed Ronchi grating", Applied Optics Vol. 48, No.4 (2009)725-729.

47- K. Madanipour , M.T. Tavassoly, "Moiré fringes as two-dimensional autocorrelation of transmission function of linear grating and its application to transfer function measurement", Optics and Lasers in Engineering 48(2010)43-47.

زیرنویس:

1. metrology
2. Charles Sanders Pierce
3. moiré
4. Boyle
5. Hooke
6. Grimaldi
7. Huygens
8. moiré
9. Rayleigh
10. dislocation
11. self-imaging
12. moiré deflectometry
13. thermal lensing
14. modulation transfer function

بازتاب

تاریخچه‌ی ظهور نظریه میدان همدیس لگاریتمی در ایران

شاهین روحانی
دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف و پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

دوست و همکار عزیزم آقای فرهاد اردلان پیشنهاد کردند که تا سن زیاد نشده و فراموشی فراگیر نشده است، تاریخچه‌ی فعالیت فیزیک‌پیشگان ایرانی، در زمینه‌ی نظریه‌ی میدان هم‌دیس لگاریتمی LCFT را روی کاغذ بیاورم. به دو دلیل این پیشنهاد را مناسب دیدم: اول این‌که این موضوع علمی در ایران شکل نگرفت ولی تعداد زیادی از اولین مقالات را ایرانی‌ها نوشتند. هم‌اکنون نیز محققین به مقالات اولیه‌ای که ایرانی‌ها در این زمینه نوشته‌اند؛ به‌طور منظم ارجاع می‌دهند. بد نیست تاریخچه‌ی این پدیده ثبت شود و بدانیم که چگونه این اتفاق شکل گرفت. دوم این‌که شاید برای همکاران نکاتی برای توجه داشته باشد که چرا علی‌رغم چنین فعالیت موفقی، این کشف به نام ایرانی‌ها سکه نخورد.

فیزیک

بهتر است قبل از اینکه وارد تاریخچه شویم مقداری فیزیکِ مسئله را توضیح دهم. نظریه میدان هم‌دیس در سال ۱۹۸۴ م. (۱۳۶۳ شمسی) با مقاله‌ی بلاوین – پولیاکف و زامولودیچیکف شکل گرفت [۱]. این مقاله تاکنون بیش از ۳۸۰۰ ارجاع داشته و بی‌شک یکی از مقالات مهم اواخر قرن بیستم به‌شمار می‌آید. این نظریه در چارچوب نظریه‌ی میدان‌های کوانتومی به سیستم‌های فیزیکی‌ای می‌پردازد که فاقد مقیاس هستند. لذا در مواردی که ذرات بدون جرم باشند مانند نظریه‌ی ریسمان کاربرد دارد. ولی جالب‌تر این‌که آن را برای توضیح پدیده‌های بحرانی نیز می‌توان به کار برد و حجم بزرگی از نقاط بحرانی ۲بعدی را توضیح می‌دهد. توابع هم‌بستگی در نظریه‌ی میدان هم‌دیس به‌جای رفتار نمایی از خود رفتار توانی نشان می‌دهند، یعنی طول هم‌بستگیِ بی‌نهایت دارند (همان‌طور که در پدیده‌های بحرانی انتظار می‌رود) و نماهای بحرانی به‌سهولت به‌دست می‌آیند. یکی از خصوصیات مهم این نظریه ارتباط آن با توابع فوق‌هندسی‌ست و دقیقاً در همین ارتباط است که نظریه میدان هم‌دیس لگاریتمی دیده شد. هنگامی‌که پارامترها در شرایطی قرار گیرند که جواب‌های توابع فوق‌هندسی بر یکدیگر منطبق شوند، جواب دومی ظهور می‌کند که به جای رفتار توانی از خود رفتار لگاریتمی نشان می‌دهد. این پدیده را اول بار گوراری [۲]، سالور و رزانسکی [۳] مشاهده کردند. نظریه‌های LCFT یکانی نیستند ولی در فیزیکِ سیستم‌های دور از تعادل کاربرد دارند و لذا مورد توجه جمعی از فیزیکدانان قرار گرفتند.

تاریخچه

ایرانی‌ها اولین مقاله در زمینه LCFT را در سال ۱۹۹۶ م. (۱۳۷۵ شمسی) [۴] و جدیدترین مقاله در ارتباط با LCFT را در سال ۲۰۱۱ م. (۱۳۹۰ شمسی) [۵] منتشر کردند، یعنی حدود شانزده سال فعالیت. در این مدت شاید ۳۰ مقاله در این زمینه به‌قلم ایرانی‌ها منتشر شده است. (مطابق

منبـع سـایت scholar.google.com کلاً در این خصوص ۲۸۶ مقاله چاپ شده است، یعنی در حدود ۱۰درصد مقالات، ایرانی هستند.) این اطلاعات در زمان نگارش یعنی فروردین ۱۳۹۱ صحیح بودند.

داستان این‌گونه شروع شد که محمدرضا رحیمی‌تبار (دانشجوی دکتری من در آن زمان) یک مقاله را که فرهاد اردلان در بین تلی از مقالات دور انداخته بود، پیدا می‌کند. این مقاله را که گورای در ارتباط با LCFT نوشته بود [۲]، پیش من می‌آورد و پیشنهاد می‌کند که روش مقاله را برای تلاطم به‌کار ببندیم. همین کار را کردیم و به مقاله‌ای منجر شد که روی سایت LanL قرار گرفت [۴]. قبل از چاپ مقاله، با ایمیل نکته‌ای از ورنر نام را دریافت می‌کنم که به اشتباه بزرگی در این مقاله اشاره می‌کند. بالاخره تصحیح در مقاله اعمال شد و مقاله‌ی نهایی بدون اشتباه چاپ شد ولی نزدیک بود که در چاه بیفتیم! مقاله‌ای که از همکاری من و محمدرضا رحیمی‌تبار حاصل شد با اثر آلفون در مغناطوهیدرودینامیک (MHD) مرتبط بود و به عنوان کاربرد LCFT خیلی پیشنهاد جالبی بود، اما هیچگاه این کار را دنبـال نکردیم. حق می‌بود که ما MHD دو بعدی را تا حد ممکن دنبال کـرده و اثـر لگاریتم را در آن مطالعه می‌کردیم. هنوز فکر می‌کنم که این کار را کس دیگری هم انجام نداده است.

اما اخلاق علمی هنوز پانگرفته است و معلوم نیست کی و چگونه ایرانی‌ها مبدع مکتب علمـی همانند مدل‌های انتگرال‌پذیر در روسیه یا نظریه‌ی ماده چگال نرم در پاریس خواهند شد؟

مشتق گیری

در این میان عده‌ای دیگر از پژوهشـگران که در آن زمان در پژوهشـگاه دانش‌هـای بنیادی (IPM) فعال بودند به جمع لگاریتم‌گیرها پیوسـتند. اگر درست یادم باشد در دو مقاله‌ی متفاوت [۶,۷] مشاهده شد که با مشتق‌گیری نسـبت به وزن هم‌دیس می‌توان توابع هم‌بستگی لگاریتمی را به‌دست آورد. کار محمد خرمی یا عزیزالله شـفیع‌خانی بود. چند سـال بعد من دقت کردم که مشتق‌گیری را به دفعات نمی‌شود انجام داد بلکه فقط اگر اندازه‌ی سلول جـردن ۲×۲ باشـد دو بار می‌توان مشـتق گرفت، لذا مدعی شـدم که این خاصیت ناشـی از ظهور متغیرهای پوچ توان در بعد هم‌دیس اسـت. مقالاتی که من و سـامان مقیمی و مهدی سـعادت[۸] در این زمینه نوشتیم منجر به کشـف تانسور انرژی–تکانه‌ی لگاریتمی شـد. کشفی که در آن با گورای و لودویگ [۹] شـریک بودیم ولی این پدیده را غربی‌ها حاضر نشـدند به نام ما بپذیرند، حتی شـراکت ما را هم در این زمینه قبول نکردند. یکی از دلایل عدم‌توجه غربی‌ها حتماً سیاسی و دلیل دیگر این بود که جواب ما در تناقض بـا جواب آنها بود. مرحـوم کوگان پادرمیانی کرد و ادعا کرد که هر دو جواب صحیح اسـت که فکر می‌کنم اگر کوگان زنده می‌ماند ما شـاید صاحب سهم می‌شدیم، ولی دلیل سومی هم وجود داشت و آن این بود که ما به‌طور کامل مسـئله را بررسـی نکرده و نفهمیده بودیم و الآن که من منشـأ پوچ توانی و مشتق‌گیری را بهتر می‌فهمم از تنبلی خود در تعجب هستم. ما می‌توانستیم با حجم کار بالاتر، مقام مؤثرتری در جامعه‌ی جهانی نظریه‌ی میدان هم‌دیس به‌دسـت آوریم. کسانی که مایل هستند ریشه‌ی ریاضی دقیق این موضوع را بفهمند باید به دو مقاله [۱۰,۱۱] مراجعه کنند.

کنفرانس LCFT

در نوامبر سـال ۲۰۰۱ م. (۱۳۸۰ شمسی) در IPM کنفرانسی در زمینه LCFT برگزار کردیم. این اولین کنفرانس در این زمینه بود که در دنیا برگزار می‌شـد. اشـخاصی مانند فلوهر و گابردیل در این کنفرانس شـرکت کردند. مجموعه مقالات توسط ناشر سنگاپوری World Scientific به چاپ رسید. در ایـن مجموعه دو مقاله‌ی فلوهر و گابردیل مقالات مروری‌ای هسـتند که محققیـن جهانی هنوز به آن ارجاع می‌دهنـد. کنفرانس بعدی در پاریس با همکاری من و محمدرضا رحیمی‌تبار و کوگان در IHES برگزار شـد. سپس گابردیل در زوریخ ۲۰۰۹ م. (۱۳۸۸ شمسـی) و نهایتاً سـالور در پاریس در سـال ۲۰۱۱ م. (۱۳۹۰ شمسی) کنفرانس‌های LCFT را برگزار کردند. من در تمام این جلسـات شـرکت و در برخی سـخن‌رانی کردم. در افتتاحیه‌ی کنفرانس زوریخ، گابردیل گفت که اولین جلسه LCFT در تهران برگزار شد. این‌که چرا ما کنفرانس LCFT در تهران را علی‌رغم موفقیتش تکرار نکردیم سؤال جالبی‌ست.

مکتب علمی

در پایان داسـتان شـاید بد نباشـد یک نتیجه‌ی اخلاقی هم بگیرم. این سـؤال در ذهن خیلی‌ها که در امر توسـعه‌ی علم ایران فعال هسـتند وجود دارد که قدم بعدی برای توسعه‌ی علم در ایران چیست؟ تأسیس دانشگاه‌های مدرن، حفظ کیفیت، حمایت از پژوهش و درگیری با پروژه‌های بزرگ علمی اتفاق افتاده‌اند. اما اخلاق علمی هنوز پا نگرفته و معلوم نیسـت کی و چگونه ایرانی‌ها مبدع مکتب علمی همانند مکتب مدل‌های انتگرال‌پذیر در روسیه یا نظریه‌ی ماده چگال نرم در پاریس خواهند شد؟ ما چه کارهایی باید می‌کردیم که نکردیم؟

دو دلیل می‌توانم نام ببرم:

۱. توجه به کامل بودن

مـا با مقالات کوچک ولی قابل چاپ، خود را راضی می‌کنیم و زمان کافی برای بررسی کلی جوانب مسئله و حل مسئله‌ی بزرگ‌تر و مشکل‌تر نمی‌گذاریم. برای حل یک مسئله‌ی خوب باید آن را در کامل‌ترین وجه بررسی کرد.

۲. مقیاس بین‌المللی

ما به مسائل خودمان در مقیاس بین‌المللی فکر نمی‌کنیم و به نگرانی‌های دنیای فیزیک حساس نیستیم. یکی از راه‌های رفع این مشکل، زیادتر کردن سطح تماس‌های بین‌المللی‌ست.

مراجع

[1] A. A. Belavin, A. M. Polyakov, A. B. Zamolodchikov, Nucl. Phys. B. (1984) 333-380.
[2] V. Gurarie, Nucl. Phys. B. (1993) 535-549.
[3] L. Rozansky, H. Saleur, Nucl. Phys. B. (1992) 461-509.
[4] R. Rahimi Tabar, S. Rouhani, Annals of Physics (1996) 446-448.
[5] M. Alishahiha, R. Faraghbal arxiv: 1101.5891.
[6] A. Shafiekhani, R. Rahimi Tabar, Int. J. Mod. Phys. A12 (1997) 3723.
[7] R. Rahimi Tabar, A. Aghamohammadi, M. Khorrami, Nucl. Phys. B 497 (1997) 555.
[8] S. Moghimi-Araghi, S. Rouhani, M. Saadat, Nucl. Phys. B 599 (2001) 531-546.
[9] V. Gurari , A.W.W. Ludwig, J. Phys. A35 (2002) L377-L384
[10] Yi – Zhi Huang, Jinwei Yang arxiv: 1104.4679.
[11] F. Rohsiepe,arxiv: hep – th/9611160.

بازتاب

انجمن فیزیک سوم

رضا منصوری
دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف و پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

دفتر مرکز نشر دانشگاهی سال ۱۳۶۵- از راست: دکتر رضا منصوری، دکتر محمدرضا خواجه‌پور، دکتر مهدی گلشنی، دکتر محمد تقی توسلی

اوایل انقلاب شـرایطی به‌وجود آمد که هر کسی تصور می‌کرد ایده‌های خـود را می‌توانـد به‌راحتی محقق کند. من هم مسـتثنی نبـودم. از دوران دانشـجویی فکر رشـد علم و رشـد فیزیک و نجوم در ایران هیچ‌گاه راحتم نمی‌گذاشـت. به‌همین علت، هنگامی که دو ماه پـس از ورودم به ایران و به دانشـگاه شریف، انقلاب فرهنگی شد، به کمیته‌های تألیف و ترجمه و سپس مرکز نشر دانشگاهی پیوستم. زمینه فراهم شد برای شناخت بیشتر جامعه‌ی فیزیـک ایران و فعالیت در زمینه‌های گوناگون مرتبـط با مظاهر یا نیازهای علوم فیزیکی کشور.

می‌دانستم که علم فیزیک را در ایران نمی‌شود رشد داد اگر انجمن فیزیک نباشـد، اگر مجله‌ی فیزیک نباشد، و اگر دانشـجوی دکتری فیزیک نباشد. می‌دانستم تحقیق انفرادی لازم است، اما کافی نیست! می‌دانستم سازوکارهای پیچیده‌ای در جامعه‌ی مدرن، علم را به‌پیش می‌برد که فعالیت‌های فردی تنها بخشی از آن است. آشنایی من با مفهوم اجتماع علمی و گفتمان علمی در آن زمان، اوایل انقلاب، هنوز گنگ و مبهم بود و با نظریه‌پردازی‌های مرتبط با آن آشنا نشده بودم، اما حسّ قوی در مورد مظاهر آن داشتم. همین بود که مرکز نشر دانشگاهی محملی مؤثر برای این گونه فعالیت‌ها فراهم آورد.

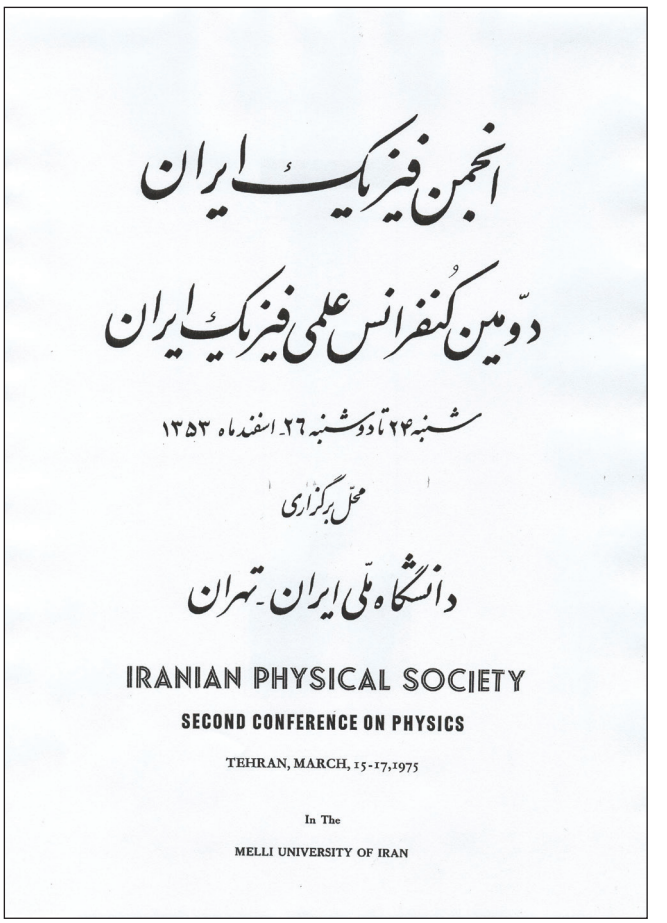
پس بدیهی بود که به فکر فعال کردن مجدد انجمن فیزیک ایران بیفتم. شنیده بودم که انجمن فیزیک، پیش از انقلاب وجود داشته است.

ثبوتـی می‌گویـد در یکـی از سـال‌های ۱۳۴۴ یا ۱۳۴۵ بـا گروهی از فیزیکدانان دانشـگاه تهران در باشـگاه نفت در تهران جمع شدند به منظور احیـای انجمن فیزیک ایران؛ انجمنی که در اواخر دهه‌ی اول قرن چهاردهم حسابی تشکیل داده بود، زمانی که هنوز دانشگاه تهران احداث نشده بود! این تاریخچه بسـیار باارزش اسـت. این انجمن تا سال‌های ۱۳۲۳ یا ۱۳۲۴ فعال بوده، و یک نمونه از انتشـارات آن در دفتر انجمن فیزیک موجود اسـت؛ در شهرسـتان‌ها هم نماینده داشته اسـت و حق عضویت هم پرداخت می‌شده! انجمنی که در سـال‌های ۱۳۴۴ احیا شد، گفته می‌شود دو کنفرانس برگزار

کرده اســت. که اطلاعاتِ تنها یکی از آنها در اختیار انجمن اســت و آخرین تعداد اعضای آن، تا قبل از انقلاب اســلامی، ۴۳ نفر بوده اســت. تمامی این اســناد و اطلاعات را مرحوم دکتر آزاد در سال ۱۳۶۲ یا ۱۳۶۳ در اختیار من قــرار داد، هنگامی که به لطف آقای دکتر کاشــیگر و بــه همراه وی به منزل آزاد رفتیــم که آخریــن رئیس انجمن دوم، انجمن قبــل از انقلاب، بود. آزاد سخاوتمندانه و با روی خوش، اطلاعات شفاهی و کتبی و هر آن‌چه داشت در اختیار من قرارداد. روحش شاد!

لازم اســت کمی از خلقیات ما دانشــگاهیان در آن زمان را مثال بزنم تا به اهمیت ایــن رفتار معقولانه و مترقی آزاد پی ببریم. انجمن‌هایی بودند که آخرین رئیس آنها چندین ســال قبل از انقلاب انتخاب شــده بود. این رئیس هیــچ فعالیتی نمی‌کرد، و اجازه نمی‌داد هیچ گروه دیگری فعالیتی به آن نام شــروع کند، و هیــچ مجمعی برای انتخابات هم برگــزار نمی‌کرد که نکند از ریاســت بیفتد و دوباره انتخاب نشــود. انجمن نجوم ایــن چنین بود. انجمن فیزیک و شادروان آزاد این چنین نبود.

در همین ســال‌ها گروه فیزیک مرکز نشر دانشگاهی با تمام قوا مشغول فعالیت بود؛ واژه‌گزینی می‌کرد، ویراستار تربیت می‌کرد، ترجمه‌ی کتاب‌های فیزیک و ویرایش آنها را مدیریت می‌کرد. وقت آن رسیده بود انجمن فیزیک ایران فعالیت مجددش را آغاز کند. برگزاری کنفرانس بهترین فعالیت به نظرم رســید برای طرح موضوع و شروع فعالیت مجدد! این بود که اولین کنفرانس فیزیک ایران بعد از انقلاب در ســال ۱۳۶۳ در تهران به مدت شــش روز، در محل دانشگاه علامه طباطبایی، برگزار شد.


انجمن فیزیک ایران

دوّمین کُنفرانس علمی فیزیک ایران

شنبه ۲۴ تا دوشنبه ۲۶ اسفندماه ۱۳۵۳

محل برگزاری

دانشگاه ملّی ایران - تهران

IRANIAN PHYSICAL SOCIETY

SECOND CONFERENCE ON PHYSICS

TEHRAN, MARCH, 15-17,1975

In The

MELLI UNIVERSITY OF IRAN

من اصرار داشــتم شرکت‌کنندگان در این کنفرانس مبلغی برای شرکت پرداخت کنند، که اطرافیان به این پیشنهاد من خندیدند! آخر در آن سال‌ها رســم بود اگر همایشی برگزار شود نه تنها از شرکت‌کنندگان وجهی دریافت

می‌دانســتم که علم فیزیک را در ایران نمی‌شــود رشــد داد اگــر انجمن فیزیک نباشــد، اگــر مجله فیزیک نباشــد و اگر دانشجوی دکتری فیزیک نباشد.

نشود، بلکه هدایایی هم به آنها پرداخت شود تا به شرکت رغبت کنند! بالاخره همکاران را متقاعد کردم هزینه‌ی شرکت دریافت شود. مبلغ یک‌صد و پنجاه تومان حق شرکت تعیین شد، که این رقم معادل یک‌چهلم حقوق منِ دانش‌یار دانشگاه بود! رقم کمی نبود؛ انگار این روزها حق شرکت ۶۰۰۰۰ تومان باشد!

یادم هســت برای افتتاحیه از وزیر علوم وقــت، جناب آقای دکتر فاضل (پزشــک جراح) دعوت کرده بودم. هنگامی که همایش شــروع شــد از وزیر خبری نبود. به دفترش زنگ زدم، گفتند وزیر اطلاعی ندارند. ظاهراً فراموش کرده بود. به ســرعت از دانشگاه علامه به خیابان ویلا ساختمان وزارت رفتم. نتیجه این‌که وزیر را با خودم به محل کنفرانس بردم و با کمی تأخیر کنفرانس فیزیک ایران افتتاح شد! نزدیک به چهل سخنرانی در برنامه‌ی کنفرانس بود و از ســخنرانی‌های تخصصی به معنای امروز خبری نبود، حدود ده سخنرانی عمومی هم که برگزار شد، بسیار کلی بود.

گرچه این اولین کنفرانس بعد از انقلاب بود، اما اصرار داشــتم ســابقه‌ی انجمن و همایش‌های آن حفظ شــود؛ چون چندین کنفرانس، دســت کم ۲ کنفرانس، قبل از انقلاب تشــکیل شــده بود و با وجود اصرار بعضی همکاران که نام آن را اولین کنفرانس فیزیک بنامیم من مخالفت کردم و بنابراین قرار شد از شمارش صرف نظر کنیم و صرفاً سال برگزاری را ذکر کنیم. در همین کنفرانس مسئله‌ی فعال‌شدن مجدد انجمن فیزیک مطرح شد. این مأموریت به من واگذار شــد و این‌که پی‌گیری کنم ســال بعد، انتخابات انجمن برگزار شود. سال بعد در کنفرانس فیزیک در دانشگاه صنعتی اصفهان مجمع عمومی تشکیل و انتخابات انجام شد؛ و این شروع مجدد انجمن فیزیک ایران پس از انقلاب اسلامی شد.

مطابق ســنت، پنج نفر که بیشترین رأی را داشــتند به عضویت هیئت مدیره درآمدند: ثبوتی، گلشنی، امینی، توسلی و من، برکشلی و لامعی هم به عنوان اعضای علی‌البدل و افشار بکشلو نیز به عنوان بازرس انتخاب شدند. در اولین جلسه‌ای که اعضای هیئت مدیره دور هم جمع شدند ثبوتی اعلام کرد رئیس انجمن کســی باشد که بیشــترین رأی را آورده است؛ بیشترین رأی را من داشتم. اصلاً نمی‌توانم پیش‌بینی کنم اگر من رئیس انجمن نمی‌شدم چه می‌شد، اما به طور قطع قهر نمی‌کردم و کار می‌کردم.

این‌گونه بود که انجمن فیزیک ایران مجدداً شروع به کار کرد و به سرعت زیرســاخت‌های آن به وجود آمد و تعداد اعضای آن به‌ســرعت افزایش یافت، و فعالیت‌های آن متنوع شــد، و تنها در برگزاری همایش‌های سالانه محصور نشــد: فیزیک‌ســرا، شیشــه‌ی اپتیک، کمیته‌های دانش‌آموزی و دانشجویی، کمیتــه‌ی نجوم و جوایز گوناگون برخی از این فعالیت‌ها شــد؛ که همگی در ایجاد اجتماع فیزیکدانان کشــور، و در تشویق جوانان به این‌که از رشته‌های پزشکی و مهندسی به سوی فیزیک رغبت بیشتری بکنند مؤثر شدند.

از همان ابتدا اساسنامه‌ی انجمن به طریقی نوشته شد که هیچ‌کس مجاز نباشد بیش از دوبار متوالی در هیئت مدیره‌ی انجمن باشد. این قید از این جهت پذیرفته شد که جلوی ریاست‌های مادام‌العمر گرفته شود، و چرخش مسئولیت‌ها به وجود بیاید. خوشبختانه، با وجود تمایل‌های زیاد در ایران و انجمن‌های دیگر به کنار گذاشتن این قید، انجمن فیزیک تاکنون این قید را حفظ کرده است. من دوبار اول به عضویت هیئت‌مدیره و رئیس انجمن فیزیک انتخاب شدم. البته پس از دوبار کنار رفتن، مجدداً بازگشتم. نمی‌دانم این کار خوب بود یا نه، اما مجاز بود و واقعیت یافت.

من هیچ‌گاه در ذهنم نپذیرفته بودم که رئیس انجمن باید «ریاست کند»، بلکه نقش اصلی او را «مدیریت»، یعنی اداره کردن وظایف و مسئولیت‌ها، و نیز توجه به نقش انجمن در جامعه می‌دانستم. اولین وظیفه‌ی مدیر را هم این می‌دانستم که بخش اداری و امکانات انجمن را به گونه‌ای فراهم آورد که توان تحقق ایده‌های فیزیکدانان را داشته باشد. بنابراین، از پی‌گیری هیچ ایده‌ای فرو نگذاشتم، گرچه کارها سخت و گاهی توان‌فرسا بود: ارتباط با صنعت، فعال‌کردن بخش دانشجویی، بخش دانش‌آموزی، تقدیر از پیش‌کسوتان، مذاکره با دانشگاه‌ها برای برگزاری کنفرانس سالانه، برگزاری کارگاه‌های تخصصی ملی یا بین‌المللی، دعوت از فیزیکدانان ایرانی مقیم خارج از کشور، پی‌گیری تأسیس نهادهای جدید آموزشی و پژوهشی، تأسیس جایزه‌های مختلف، راه‌اندازی صنعت شیشه‌ی اپتیک، همکاری با مجامع بین‌المللی از جمله انجمن بین‌المللی اپتیک، فعال کردن بخش دبیران فیزیک ایران، ترویج فیزیک در جامعه و برگزاری نمایشگاه‌های سیار فیزیک‌سرا، نمایشگاه بین‌المللی کتاب‌های فیزیک، و واژه‌گزینی و توجه به زبان علم، انتشار کتاب‌های ویراسته و با نثر روان! هرکدام از فعالیت‌هایی که اسم بردم معمولاً چند یا چندین قسمت داشته است که ذکر تاریخچه‌ی هرکدام خوب است در مرحله‌ای انجام شود. هیچ ادعا ندارم که ایده‌ی این فعالیت‌ها از من بوده است، بلکه همان‌گونه که ذکر کردم کوشیدم در مدت مسئولیتم در انجمن، و پس از آن هم، در حدی که از دستم برمی‌آمده است و هیئت مدیره‌ی انجمن می‌پذیرفته است، کمک کنم ایده‌های گوناگون همکاران محقق شود. از اواخر دهه‌ی شصت تا اواخر دهه‌ی هفتاد که خانم شیمی مدیریت اداری انجمن را به عهده گرفتند نظم بی‌نظیری برای دفتر انجمن پی‌ریزی کردند که اثرهای آن هنوز مشهود است. همواره می‌دانستم تقویت بخش اداری مهم‌ترین زیرساختی است که باید به آن توجه کرد.

اکنون که نزدیک به سی سال از شروع فعالیت مجدد انجمن می‌گذرد، خوشحالم که انجمن به موقع و به خوبی پایه‌ریزی شد و حالا هم به خوبی اداره می‌شود. خوشحالم از این‌که در مدت فعالیتم موفق شدم ایده‌های زیادی را به واقعیت تبدیل کنم و همکاران زیادی را تشویق به فعالیت در انجمن بکنم. هنگامی که می‌بینم همکارانی که زمانی توجهی به فعالیت انجمن نداشته‌اند پس از دهه‌ها آستین بالا زده‌اند و کمک کرده‌اند یا می‌کنند، بسیار شادمان می‌شوم. چه چیزی شادمانه‌تر از این‌که می‌بینم کنفرانسی با تنها چند سخنرانیِ کلی، حالا به حدود ۱۰۰۰ مقاله‌ی با ارزش علمی بین‌المللی علاوه بر سخنرانی‌های عمومی در زمینه‌های تخصصی تبدیل شده است؛ و چه چیزی شادمانه‌تر از این‌که شاهد بلوغ نسبی اجتماعی در کار جمعی انجمن اداری جامعه‌ی فیزیک ایران هستم، بلوغی که در ابتدای انقلاب اسلامی وجود نداشت، و در بسیار انجمن‌های دیگر هم هنوز به‌وجود نیامده است.

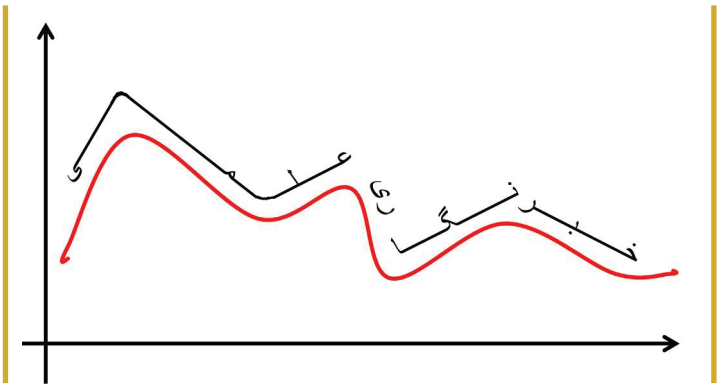
شرایط اشتراک نسخه‌ی چاپی یا الکترونیکِ «فیزیک روز» در وبگاه آمده است.

www.psi.ir

ده سال روزنامه‌نگاری علمی

مصاحبه با آقای مهدی صارمی‌فر

مصاحبه و تنظیم: سیما قاسمی



آقای مهدی صارمی‌فر روزنامه‌نگار علمی، مدرک کارشناسی خود را در رشته‌ی فیزیک از دانشگاه صنعتی شریف گرفت. او در دوران دانشجویی خود، در مجله‌ها و روزنامه‌های مختلفی از جمله روزنامه‌ی شریف و همشهری جوان مطالب علمی می‌نوشت. و پس از فارغ‌التحصیلی، به همکاری با روزنامه‌ی همشهری (صفحه‌ی دانش و فناوری) و مجله‌ی دانستنیها پرداخت. او یکی از افراد تأثیرگذار در شکل‌گیری روزنامه‌نگاری علمی در کشور است.

آقای صارمی‌فر، شما فیزیک خوانده‌اید. الان، ۱۰ سال بعد از شروع کارتان، کارنامه‌ی خوبی در کار روزنامه‌نگاری علمی دارید، کارهایی مثل دبیری تحریریه‌ی مجله‌ی دانستنیها که توانستید در دورانی که دبیر تحریریه بودید، شمارگان آن را به هشتادهزار برسانید. اولین سؤال این است: چه شد که از فیزیک سراغ روزنامه‌نگاری علمی رفتید؟

علی قنواتی در این تصمیم‌گیری خیلی مؤثر بود. او دانشجوی ورودی ۷۰ یا ۷۲ در رشته‌ی برق دانشگاه صنعتی شریف بود و بعد به رشته‌ی فیزیک تغییر رشته داد. البته تمام دوره‌ی درسی‌اش را کارهای مطبوعاتی انجام داد. خیلی به جامعه‌ی فیزیک و مهندسی برق وصل نشد. به دلیل وجود مجله‌ی «نقطه سر خط» و مسئولیتی که در این نشریه به‌عهده گرفت، بر روند تولید نشریات دانشجویی در دانشگاه شریف تأثیر گذاشت و بعدها الگویی شد برای نشریات عمومی در دانشگاه‌های دیگر. این باعث شد خود او رشد کند و به روزنامه‌ی جام‌جم برود. موفقیت «نقطه سر خط» باعث شد که روزنامه‌ی شریف تأسیس شود. این اتفاق، هم‌زمان با سال دوم ورود من به دانشگاه بود. دکتر ارفعی در همان اوایل ورود ما به دانشگاه، در جشن ورودی‌های جدید گفتند: «در دوره‌ی لیسانس نیازی نیست شما مقاله‌ای بدهید یا کار خاصی بکنید و تمام انرژی‌تان را در یک حوزه‌ی خاص بگذارید. دوره‌ی لیسانس برای این است که بگردید و با کل فضای فیزیک آشنا شوید. با کل مجموعه‌ای که در دانشگاه تدریس می‌شود و فضاهای تحقیقاتی. شما در این فضا باشید و دانش‌تان را وسعت بدهید. ولی این دانش‌اندوزی، عمق پیدا کند. شما در دوره‌ی فوق‌لیسانس، یک کار خاص انجام می‌دهید و در حقیقت اگر در دوره‌ی دکتری آن را ادامه دهید؛ می‌توانید علم تولید کنید. ولی دوره‌ی لیسانس دوره‌ای است که شما باید وسعت دریای دانش‌تان را زیاد کنید و خیلی نیاز نیست که نگران عمق آن باشید». این توصیه‌ها و کمی هم شرایط زمانه مرا به اینجا رساند. ما در

دوره‌ای که وارد دانشـگاه شـدیم تفریحاتی در حد دانشجوی شریفی داشتیم. یکی از آن‌ها نوشتن‌های پراکنده برای نشریه‌ی شریف بود. به گمانم سال‌های ۷۹-۸۰ بود که ۳ شـماره یا ۴ شـماره‌ی روزنامه‌ی شـریف درآمده بود. دکتر حسـین پرتوی بعد از سال‌ها به ایران آمده بودند. ایشان در دانشکده‌ی فیزیک دانشگاه شریف، سخنرانی‌ای در مورد اقتصاد داشت. فکر می‌کنم این اولین باری بود که در دانشکده‌ی فیزیک، خیلی‌ها با موضوع اکونوفیزیکس (فیزیک اقتصاد) آشنا شدند. دکتر پرتوی که از مؤسسین دانشکده بود، خودش در این زمینه کار می‌کرد. در آن سمینار گفت زمانی که با دکترای فیزیک به دانشگاه کالیفرنیای جنوبی رفته بود، اقتصاد خواند و بعد شـروع به کار فیزیک اقتصاد کرد. در این کار برای بورس، مدل‌هایی می‌سازند. این موضوع برای من خیلی جذاب شد و مفصل در این باره در روزنامه‌ی شریف نوشتم. این از اولین کارهای من بود. شاید برای این سـمینارِ خاص در یک محیط عمومی باید حجم بیشتری را درباره‌ی متن بگذاریم و حجم کمتری را به موضوع سخنرانی اختصاص دهیم. ولی من آن بخش را مفصل نوشتم و به نظر خودم متن جذابی درآمد. خیلی از جذابیتش به خاطر این بود که دکتر پرتوی، خیلی خوب صحبت می‌کرد و خیلی مسلط بود و خیلی روش‌های حرف‌زدن و ارتباط برقرارکردن با دانشـجوهای ایرانی را که حتی بعد از رفتنِ ایشان از ایران، به دنیا آمده بودند؛ می‌دانست. من هم با کمک آقای ذوالفقار دانشـی خوب نوشتم. این باعث شد آقای قنواتی پیشنهاد ایجاد صفحه‌ی علم در روزنامه‌ی شریف را بدهد. ایشان هم‌زمان در روزنامه‌ی جام‌جم، یک ویژه‌نامه‌ی علمی داشت به اسم کاشف. آقای قنواتی همان مطلب من را با کمی جرح و تعدیـل در روزنامه‌ی جام‌جم آورد. برای من هم هیجان‌انگیز بود که نوشته‌ام با چنین تیراژی در کشور چاپ شود. در آن زمان در دوره‌ی خیلی کوتاهی روزنامه‌ی جام‌جم پرتیراژترین روزنامه‌ی کشـور بـود، در حدود اوایل دهه‌ی ۸۰. این جذابیت‌ها که اسـمت پایین مطلبی می‌آید و دیگران مطلبت را می‌بینند و افرادی که شـاید دو سه سال آن‌ها را ندیده‌ای، تلفن می‌کنند و می‌گویند مطلبت را در اینجا خواندیم. جذابیت‌های شبیه به این آرام آرام ادامه پیدا کرد. با مطالب پراکنده‌ای که در دوره‌ی لیسانس برای مجله‌ها و روزنامه‌های مختلف می‌نوشتم، به‌خصوص همشهری جوان و روزنامه‌ی شرق، به این سمت کشانده شدم. من در آن سال‌ها دیدم محیط رسانه‌ای علمی در کشور ما خیلی فقیر است. وقتی آرشیوهای روزنامه‌های مهم و تأثیرگذار کشور در دهه‌ی هفتاد را ورق زدم، دیدم آنها صفحه‌ای به اسـم علم نداشـتند. صفحه‌های جذاب از هر دری سـخنی و ... داشـتند و در کنارش سـتونی هم مثلاً می‌گفتند فلان شاتل ناسا رفت، یا فلان جانور عجیب کشف شد. عملاً می‌شود گفت هم‌زمان با این‌که ما در روزنامه‌ی شـریف داشتیم مشق روزنامه‌نگاری می‌کردیم، آقای قنواتـی در روزنامه‌ی جام‌جم یا آقای کاوه فیض‌اللهی در روزنامه‌ی شـرق هم داشـتند همین کار را انجام می‌دادند. می‌توانیم بگوییم که یک جریانی دوباره متولد شـد. چون رابطه‌اش با مجله‌های دوران قبلی کلاً قطع شـده بود. به هر حال ما در دوره‌ای، مجلات عمومی علمی داشتیم، مجلاتی در ژانر دانستنیها یا مجلات دایرةالمعارفی. ولی وقتی به دوران بعد از جنگ می‌رسـیم، هر کدام به نوعی متوقف می‌شوند: بعضی ورشکست می‌شوند یا توقیف می‌شوند یا تبدیل می‌شوند به جایی برای سبک‌ترین نوع شبه علم.

بعد از این‌که از دوره‌ی کارشناسی فیزیک فارغ‌التحصیل شدم، پراکنده می‌نوشتم اما مطلبم هم به‌محض این‌که نوشـته می‌شد در روزنامه‌ها منتشر می‌شد. مثلاً اولین‌بار که اعلام شد ایران کیک زرد تولید می‌کند، آقای فرهادیان از روزنامه‌ی شرق با من تماس گرفت و من مطلبی برایشان نوشتم. فردای آن روز در دکه‌ی روزنامه‌فروشـی دیدم که مقاله‌ام در صفحه‌ی اول روزنامه‌ی شـرق چاپ شده است. آهسته آهسته فرصت‌ها پیش می‌آمدند. این قطع‌شدن ارتباط بین نسل‌ها باعث شـده بود آدم‌هایی که تازه، واردِ این کار می‌شدند انرژی زیادی برای این کار بگذارند. از یک طرف خودشـان همه چیز را تولید کنند، یعنی تعریف‌ها و چارچوب‌ها را خودشـان بسازند، مثلاً آقای فیض‌اللهی در شرق و آقای قنواتی در جام‌جـم ایـن کار را می‌کردند. از یک طرف دیگر هم اگر ما می‌توانسـتیم، کیفیت متن‌هایی که می‌نوشـتیم، یعنی نگارش فارسـیِ متن‌ها را از یک حدِ خیلـی اولیه و قابل قبول بالاتر ببریم، آن مطلب، خیلی سـریع در روزنامه کار می‌شـد و این هم، خوب، هیجان خاص خود را داشـت. این مسائل مرا به این فضا نزدیک کرد و به تدریج کارهایم را در مجله‌ی همشهری جوان زیاد کردم. تابستان سـال ۸۴ بود که به من پیشـنهاد دادند در روزنامه‌ی همشهری یک صفحه‌ی علمی داشته باشـیم. روزنامه‌ی همشهری، صفحه‌ای به اسم دانش و انفورماتیک داشت ولی این عملاً تبدیل شده بود به صفحه‌ای برای خرید فلان کامپیوتر یا قطعه‌ی کامپیوتری. این بود که آقای قنواتی پیشنهاد داد، کورش علیانی (که فارغ‌التحصیل ریاضی شـریف و از اولین المپیادی‌های کشور بود) و من و احسان لطفی (فارغ التحصیل فیزیک شریف) کار اولین شماره‌ی صفحه‌ی علم در روزنامه‌ی همشهری را آغاز کنیم. به پیشنهاد من این صفحه «صفحه‌ی دانش و فناوری» نامیده شـد. در حقیقت اولین کار حرفه‌ایِ من از همین سال ۸۴ شـروع شد. انتشار صفحه‌ی علم روزنامه‌ی همشهری تا سال ۸۸ ادامه پیدا کـرد. بعد از آن، در سـال ۸۸ من به گروه مجلات همشـهری رفتم و پروژه‌ی دانستنیها را شروع کردم. همشهری، بزرگترین تحریریه‌ی ایران را دارد و رفتن به تحریریه‌ی همشهری برای روزنامه‌نگارهای کشور بسیار مهم است. بنیان‌گذاران این مؤسسـه آن‌قدر شالوده‌های مالی قوی برای این مؤسسه فراهم کرده‌اند که تا به امروز دوام داشـته است. من از روزهای اولی که کار پراکنده‌ی تحریریه را انجام می‌دادم همیشه آرزویم این بود که روزی بتوانم مجله‌ای شبیه دانستنیها را منتشر کنم. دانستنیها مجله‌ای بود که وقتی ۱۰ تا ۱۲ ساله بودیم تنها راه ارتباط ما با دنیای علم بود. آن موقع هم درک درستی نداشتیم که چقدر از این مطالب علمی است و چقدر سرگرمی، یا این‌که چقدر از این مطالب دایرةالمعارفی است. زمانی که من به مطبوعات آمده بودم، دانستنیها تعطیل شده بود. تا پیش از آن که آرشیوهای قدیمی دانستنیها را ببینم، نگاهم این بود که دانستنیها خیلی کامل بوده اسـت. ولی الان می‌دانم که در دهه‌ی هفتاد، کارهای کمی پایین‌تر از اسـتاندارد هم در دانستنیها انجام می‌شده است. خانم دکتر بهزادی، صاحب امتیاز پیشین دانستنیها، دیگر نمی‌خواست انتشار دانستنیها را ادامه بدهد. به

شما اگر می‌خواهی بروی روزنامه‌نگاری اقتصاد بخوانی باید اول اقتصاد بلد باشی بعد به کارهای روزنامه‌نگاری مسلط شوی. واقعاً تسلط به ابزارهای روزنامه‌نگاری و تبدیل شدن از روزنامه‌نگارِ صفر به روزنامه‌نگار خوب و مسلط به همه‌ی امکاناتی که فضای روزنامه و اینترنت یا فضای رسانه‌ای فراهم می‌کند، کار خیلی دشواری نیست. کسی که از علم می‌نویسد باید به آن مسلط باشد. در مطلب اقتصادی اگر نویسنده به اقتصاد مسلط هم نباشد، زیاد مشکلی ندارد. اما علم دقیق است. افرادی که به رسانه‌ی علمی می‌آیند اگر از راه رسانه وارد شوند، در مطالب آنها گسستگی خواهد بود.

مؤسسه‌ی همشهری پیشنهاد واگذاری امتیاز را داد و مؤسسه‌ی همشهری امتیاز دانستنیها را خرید. از سومین شماره‌ی دانستنیها که مؤسسه‌ی همشهری منتشر کرد، تا شماره‌ی ۵۰ درگیر این کار بودم. ۵۰۰۰ نسخه از شماره‌ی ۳ فروخته شد و شمارگان دانستنیها در شماره‌ی ۵۰ به ۹۰۰۰۰ رسید. الان فروش دانستنیها حدود هشتاد و پنج درصد شمارگان است.

شرایط شروع کار چه بود؟ برای روزنامه‌نگاری علمی به چه مهارت‌هایی نیاز داشتید؟

با توجه به توصیه‌های دکتر ارفعی در همان اوایل ورودم به دانشگاه، در دوره‌ی کارشناسی، درس‌های متنوعی را در زمینه‌های مختلف فیزیک و همین‌طور بین رشته‌ای‌های فیزیک گذراندم و همین به من کمک کرد که روی بخش زیادی از روزنامه‌نگاری علمی دنیا مسلط بشوم هر چند سطحی. مثلاً مطالبی را درباره‌ی اسیدهای آمینه می‌دانستم. از اولین مطالبم در روزنامه‌ی شریف این بود که اسید آمینه‌ی جدیدی کشف شده است. برای نیم قرن می‌دانستیم که در بدن انسان ۲۱ اسید آمینه وجود دارد و حالا یکی دیگر کشف شده بود و ما درباره‌اش نوشتیم. هیچ وقت کسی به ما به‌شکل آکادمیک روش‌های روزنامه‌نگاری را یاد نداد. ما در حین انجام کار، از دیگران یاد گرفتیم. و آن هم از کسانی که خودشان کار را به‌شکل تجربی یاد گرفته بودند. مثلاً علی قنواتی فیزیک و برق، کورش علیانی ریاضی، جواد رسولی صنایع خوانده بودند. این‌ها همه بچه‌های دانشگاه صنعتی شریف بودند و در این دانشگاه هیچ کدام درسی در روزنامه‌نگاری نگذرانده بودند.

سؤال این است که روزنامه‌نگاری آیا واقعاً علم است یا مهارت؟ تصور من این است که مهارت است. یعنی شما اگر می‌خواهی بروی روزنامه‌نگاریِ اقتصاد بخوانی باید اول اقتصاد بلد باشی بعد به کارهای روزنامه‌نگاری مسلط شوی. واقعاً تسلط به ابزارهای روزنامه‌نگاری و تبدیل شدن از روزنامه‌نگارِ صفر به روزنامه‌نگار خوب و مسلط به همه‌ی امکاناتی که فضای روزنامه و اینترنت یا فضای رسانه‌ای فراهم می‌کند، کار خیلی دشواری نیست. شاید با یکی دو سال تمرین به‌دست بیاید. به نظر من مشکلی که ما در محیط مطبوعاتی‌مان داریم این است که می‌رویم افرادی را در رشته‌ی ارتباطات در دانشگاه پرورش می‌دهیم و بعد این افراد وارد روزنامه نگاری می‌شوند. یعنی کسی که مثلاً در صفحه‌ی سیاسی خیلی از روزنامه‌ها می‌نویسد با ساده‌ترین اصول کلی سیاست آشنا نیست. بنابراین نمی‌تواند تحلیل کند فلان سیاستمدار چه گفته است و فقط به این اکتفا می‌کند که خبر را از خبرگزاری ترجمه کند یا بازنویسی کند. در علم هم همین‌طور است. کسی که از علم می‌نویسد باید به آن مسلط باشد. در مطلب اقتصادی اگر نویسنده به اقتصاد مسلط هم نباشد، زیاد مشکلی ندارد. اما علم دقیق است. افرادی که به رسانه‌ی علمی می‌آیند؛ اگر از راه رسانه وارد شوند، در مطالب آنها گسستگی خواهد بود.

بعد از حدود ده سال از شروع کار روزنامه‌نگاری علمی به شکلی حرفه‌ای‌تر، اوضاع کار چطور است؟

بعد از ۷-۸ سال کار در روزنامه‌ها، گروهی، آهسته آهسته شکل گرفتند که حالا می‌شود کارشان را مؤثر دانست. این گروه ۱۵ نفر هستند که می‌توانند مجله‌ی عمومی در سطح ملی، با شمارگان کم یا زیاد، که برای عموم مردم باشد منتشر کنند. واقعاً همین آدم‌هایی که در دهه‌ی ۸۰ شکل گرفتند، روزنامه‌نگار علمی هستند. شاید قبلاً هم داشته‌ایم ولی از بین رفته است.

صفحه‌ی علم روزنامه‌ی شرق، صفحه‌ی علم روزنامه‌ی جام‌جم و و بعد هم همشهری، از دهه‌ی ۸۰ شکل گرفتند. اگر الان نگاه کنید می‌بینید چیزی که ما خیلی مدیون آن هستیم ادبیات واحدی است که از دانشگاه آمده است. این کار را شاید بیشتر از دانشگاهیان باید روزنامه‌نگارها انجام می‌دادند ولی به دلیل اینکه آن فضا و آن تسلط وجود نداشته؛ ادبیات واحد در دانشگاه تولید شده است و ما الان راحت می‌توانیم با آن ادبیات صحبت کنیم. مثلاً شما روزنامه‌های سال ۵۷ و ۵۸ را ورق بزنید برای واژه blackhole می‌توانیم ترجمه‌های مختلف پیدا

دانستنیها مجله‌ای بود که وقتی ۱۰ تا ۱۲ ساله بودیم تنها راه ارتباط ما با دنیای علم بود. آن موقع هم درک درستی نداشتیم که چقدر از این مطالب علمی است و چقدر سرگرمی، یا این‌که چقدر از این مطالب دایرةالمعارفی است.

کنیم ولی وقتی که سیاه‌چاله از دانشگاه آمد، به طور خاص کار دکتر منصوری بوده است. در کتاب اخترفیزیک نسبیتی، این واژه جا افتاد. این یک وجه قضیه است که دانشگاه کمک کرد ولی یک وجه دیگر، همان تخصص است. مثلاً من کمی کیهان‌شناسی خوانده‌ام و محاسباتی کرده‌ام. وقتی جایزه‌ی نوبل فیزیک را به کشف انبساط شتابدار عالم می‌دهند عنوان جایزه‌ی نوبل را بدانم؛ می‌توانم بنویسم. یا مثلاً آقای فیض‌اللهی اگر بشنوند فلان فسیل پیدا شده؛ می‌دانند قضیه چیست و به روند کلی آشنا هستند. می‌دانند این کشف، کدام جای خالی را پر کرده است. یعنی اگر رشته‌ای که در آن روزنامه‌نگاری می‌کنیم را خوانده باشیم، اگر دوست داریم می‌توانیم به ابزارهای روزنامه‌نگاری مسلط شویم. اتفاقاً جاهایی هست که حواشی رسانه را دور می‌ریزد ولی مهارت‌های روزنامه‌نگاری را آموزش می‌دهد، مثلاً دوره‌های وزارت ارشاد. البته در زمان ما این دوره‌ها نبود.

خب اگر کسی تخصص را داشت و دوره‌های روزنامه‌نگاری را هم گذراند، دیگر چه باید بکند؟

من خودم مهم‌ترین ارتباطم با دنیای روزنامه‌نگاریِ عمومیِ علمی از طریق صداست. من هر روز، حدود نیم ساعت چند پادکست اخبار علمی مثل Scientific American و NPR on Science را گوش می‌دهم. برای خواندنِ اخبار هم باید وقت گذاشت. دیگر اینکه زبان انگلیسی‌شان باید خوب باشد و از همه مهم‌تر اینکه فارسی‌شان خوب باشد. یعنی بتوانند آن مطلبی را که درک کرده‌اند و فهمیده‌اند و خوانده‌اند را منتقل بکنند. این مورد آخر از همه مهم‌تر است یعنی اگر کسی زبان انگلیسی‌اش مشکل دارد به کلاس زبان می‌رود و می‌تواند از ابزارهای کناری کمک بگیرد یا با ماشین‌های ترجمه، ترجمه کند و بعد شروع به ویرایش کند، البته اگر روی موضوع مسلط باشد. یا اگر موضوع را بداند می‌تواند گزارشی راجع به وقایع روز بنویسد. بنابراین همه‌ی این‌ها به نوشتن ختم می‌شود، یعنی فارسی‌نویسی. اگر کسی به این موارد مسلط باشد، من دو کار انجام می‌دهم: یا موضوعی برای نوشتن به او می‌دهم یا به او تهیه‌ی یک گزارش را می‌دهم. بعد از خواندن متنی که نوشته است، قضاوت می‌کنم با این آدم کار بکنم یا نه. این است که در روزنامه‌ی شریف و بعدها به خصوص در روزنامه‌ی همشهری و الان در دانستنیها، سعی کردیم با دانشجویان کارشناسی‌ای که بالاتر از سال دوم و سوم باشند، کار کنیم که در فضای دانشگاهی جا افتاده باشند. من می‌توانم بگویم در تحریریه‌ی دانستنیها، تا زمانی که من بودم، همه همین‌طور بودند. یعنی ۸۰-۷۰ درصد، دانشجوی

سال دوم و سوم بودند، انگلیسی‌شان خوب بود، بلد بودند فارسی صحبت کنند و احساس کردم که در رشته‌ی خودشان می‌توانند بنویسند.

چه ایرادهایی را به خودتان در این حرفه وارد می‌دانید؟ تا چه حد با دانشگاهیانِ داخلی برای تهیه‌ی مطالب همکاری می‌کنید؟

ما به آدم‌هایی احتیاج داریم که بدانند چه کتابی درآمده، چه کنفرانسی است، چه برنامه‌ای است و چه چیزی برای عرضه وجود دارد. مثلاً هابل چیزی را کشف می‌کند و سایت ناسا می‌زند، یا اتفاقی که در سرن افتاد. هر جا یک روابط عمومی دارد که در حقیقت خبر اولیه را منتشر می‌کند. نکته این است که درک کردن اهمیت این خبر جایی است که ما در آن نقص داریم. یعنی ما (من و گروهم) به دلیل اینکه جوان هستیم و هنوز تجربه‌ی کافی نداریم، کمی صبر می‌کنیم که مثلاً آن خبر، عنوان New York Times بشود. یعنی ما در درجه‌ی اول باید وابسته به محیط‌هایی باشیم که خبر علمی اصلی را تولید می‌کنند. مثلاً اگر ما بتوانیم تا ۴۰-۳۰ سالِ آینده به شناخت کاملی راجع به کارکرد پروتئین برسیم، این اتفاق باعث درمان اکثر بیماری‌ها می‌شود، نه فقط ژنتیک. این اتفاق در حد اختراع لامپ مهم است و اهمیت این موضوع را کسی در دانستنیها نفهمید.

از سومین شماره‌ی دانستنیها که مؤسسه‌ی همشهری منتشر کرد، تا شماره‌ی ۵۰ درگیر این کار بودم. از شماره‌ی سه ۵۰۰۰ نسخه فروخته شد و شمارگان دانستنیها در شماره‌ی ۵۰ به ۹۰۰۰۰ رسید.

بزرگترین ضعف ما این است که به منابع سطح دوم وابسته‌ایم. در بخش گزارش، با توجه به خصلت آدم‌هایی که گفتم، اکثراً می‌توانند مطالبشان را بنویسند. یک مقدار جذابیت‌های نگارشی باید اضافه کنند که تقریباً یک چهارم یا یک سوم کار ماست. سه چهارم یا دو سوم از آن هم ترجمه‌ی مقالات مجله‌های مهم دنیاست. بخش دیگر هم اخبار است. آن متنی که ترجمه شده است؛ ابزارش، ساختارش و اجزایش یعنی ستون‌ها و عکس‌ها، کامل و خوب است. چون به هر حال در آمریکا و انگلیس تهیه شده است. عملاً با ۲۰٪ تغییر و کمی ایرانی کردن، آن‌ها را منتشر می‌کنیم. بنابراین کل کار ما به این سه حوزه که گفتم ختم می‌شود و مهم‌ترین ایرادهای ما در همان بخش خبری است. کاری که ما انجام نمی‌دهیم و اولین بار است که می‌گویم این است که وقتی در جایی نوبل را به کسی می‌دهند ما از شما یا دکتر منصوری سؤال نمی‌کنیم که نظرتان چیست؟ و این اشتباه است. ما نه تنها این کار را نکردیم بلکه به سراغ استادهای درجه یک خود نیز نرفتیم در حالی‌که در این مملکت هم کاری در حال انجام است؛ هر چند با آهنگ و تواتر کم. ارتباطمان را با دانشگاه یکی نکردیم به این دلیل که پول ما از بالا می‌آید. اگر قرار بود چرخه شکل بگیرد من مجبور بودم دانستنیها را با دو شرکت لینک کنم و با دو دانشگاه! در مقاله‌ای، فکر می‌کنم شمارهٔ ۴۶ یا ۴۷ دانستنیها در دی ماه سال ۱۳۹۰، از روند آماده‌سازی رصدخانه ملی نوشتیم؛ از لحاظ گرافیک و محتوا بهترین کار ما بود و آن مقاله اگر لغت به لغت ترجمهٔ انگلیسی می‌شد

فکر می‌کنم قابلیت کار در مجله‌های معتبر دنیا را هم داشت. یعنی ما با این تیم ۱۶-۱۵ نفره و با این سابقه و تسلطی که بچه‌ها روی موضوعات مختلف دارند و این همه تیراژ مجله‌ی دانستنیها و این همه امکانات، به طور کلی، سر جمع یک کار در این حد انجام دادیم.

ما روزنامه‌نگاران علمی، کار علمی نمی‌کنیم. ما کار سرگرمی می‌کنیم و این را نباید یادمان برود. ما روزنامه‌نگار علمی هستیم که بخش روزنامه‌نگاری‌اش مهم‌تر است. شاید اگر بخواهیم سطح کارمان را بالاتر ببریم و در سطح Scientific American بخواهیم کار کنیم، دیگر مخاطب ما عوض می‌شود و استاد دانشگاه مخاطب ما می‌شود ولی الان برای دانشجوی کارشناسی مطلب می‌نویسم که فقط بداند ذره و موج با هم قاطی می‌شوند. همین که بفهمد چنین چیزی وجود دارد کافی است. انتهای مطلب هم من لینک می‌دهم و کتاب را معرفی می‌کنم که اگر خواست بخواند. فرق روزنامه‌نگار و خبرنگار این است که خبرنگار می‌رود وارد محیط میدانی می‌شود، چیزی را می‌بیند و می‌نویسد ولی روزنامه‌نگار با خبرنگار فرق دارد و روزنامه‌نگار روندها را هم درک می‌کند. مهمترین داشته‌ی اولیه‌ی آمدن به این کار، دانستن فارسی است. بیش‌تر از آن به تکرار، تمرین و نوشتن برمی‌گردد و قاعدتاً اولین مطلبی که کسی می‌نویسد و جایی چاپ می‌شود آن قدر برایش جذابیت دارد که خودش خود به خود تشویق می‌شود که دومی را بنویسد، حق تحریر را که بگیرد تشویق می‌شود ادامه بدهد.

آینده‌ی کاری برای تازه واردها؟

زمانی که آقای فیض‌اللهی می‌خواستند سرویس علم روزنامه‌ی شرق را راه بیندازند، هنوز سرویس علم روزنامه‌ی جام‌جم راه نیفتاده بود. اما الان، فضا کم‌کم در حال گسترش است و رسانه‌ها اهمیت این قضیه را فهمیده‌اند. وقتی National Geography به صورت فارسی پخش می‌شود؛ این در حقیقت نشان می‌دهد که در یک محیط فارسی‌زبان، اتفاقاتی در حال افتادن است. وضعیت زبان فارسی در اینترنت، یعنی زبان هشتم یا نهم اینترنت، نشان می‌دهد که دنیا به محتوای فارسی‌زبان توجه دارد و این نشان می‌دهد که ما در محیط روزنامه‌نگاری علمی می‌توانیم آینده‌ی خوبی را پیش‌بینی کنیم. الان به مهم‌ترین چیزی که احتیاج داریم این است که تعدادمان به حدی برسد که بتوانیم تشکل یا جامعه‌ای تشکیل دهیم. بنابراین سختی‌ها تمام شده است■

نسخه‌ی الکترونیک «فیزیک روز» در وبگاه www.psi.ir در دسترس است.

بازار شلوغِ کتاب‌های فیزیک پایه

مهدی سعادت
گروه فیزیک، دانشگاه شهید رجایی

تعداد کتاب‌های درسی فیزیک پایه زیاد است. نویسنده در این مطلب تلاش کرده است مرور نسبتاً کاملی بر این کتاب‌ها ارائه کند و آنها را بر حسب محتوا و مخاطب طبقه‌بندی کند.

در این نوشته‌ی کوتاه می‌خواهم در حد اطلاعات خودم کتاب‌های فیزیک پایه را مرور کنم. به نظر من کتاب‌های موجود در این زمینه دو دسته‌اند. دسته‌ی اول برای آموزش فیزیک به دانشجویانی نوشته شده که حساب دیفرانسیل و انتگرال در حد فیزیک پایه یاد نگرفته‌اند ولی جبر و مثلثات مقدماتی را می‌دانند، مثلاً دانشجویان علوم زیستی و تربیت‌بدنی که رشته‌ی دبیرستانی‌شان غیر از ریاضی است و در دانشگاه نیز حسابان در سطح پایین‌تری به آنها آموزش داده می‌شود. دسته‌ی دوم برای آموزش فیزیک به دانشجویان رشته‌های مهندسی و علوم پایه که در دانشگاه، درس حساب دیفرانسیل و انتگرال را هم‌زمان می‌گذرانده‌اند و یا قبلاً گذرانده‌اند.

کتاب‌هایی که برای آموزش فیزیک به دسته‌ی اول تألیف شده‌اند. هر کدام حدود ۳۰ فصل دارند و تقریباً ۱۱۰۰ صفحه‌اند.

● **فیزیک پایه تألیف فرانک. ج. بلت چاپ سوم (۱۹۸۹).** در پایان هر فصل خلاصه‌ای از مطالب ارائه‌شده در آن فصل، تعدادی پرسش چهارگزینه‌ای و تعدادی مسئله وجود دارد که درجه‌ی سختی آنها و این‌که مربوط به کدام بخش از فصل هستند، مشخص شده است. مؤلف در بیشتر فصل‌ها در حد امکان، گریزی به کاربرد مطلب در طبیعت زده است. مثلاً این‌که کدام یک از اندام‌های بدن فضانورد هنگام شتاب‌گرفتن سفینه‌ی فضایی‌اش آسیب می‌بیند و این‌که فضانورد هنگام شتاب گرفتن چه حالت‌هایی را تجربه می‌کند. این کتاب به فارسی ترجمه شده و برای دانش‌آموزان دبیرستان که علاقه‌مند به فراگیری مطالبی بیشتر از کتاب درسی خود هستند بسیار مناسب است.

● **فیزیک، اصول و کاربردها، تألیف داگلاس گیانکولی، چاپ هفتم (۲۰۱۳).** در پایان هر فصل، خلاصه‌ی مطالب فصل، تعدادی پرسش، تعدادی تمرین با ذکر آن بخش از فصل که با پرسش ارتباط دارد و تعدادی مسئله آمده است. از خصوصیت‌های این کتاب این است که علاوه بر مثال‌های متداول دو نوع مثال دیگر دارد: مثال‌هایی با برچسب برآورد و مثال‌هایی با برچسب کاربرد فیزیک. در این مثال‌ها تلاش می‌شود، دانشجویان برآوردکردن کمیت‌های فیزیکی و کاربرد فیزیک در زندگیِ روزمره را بیاموزند. این کتاب به فارسی ترجمه نشده است.

● **فیزیک پیش دانشگاهی تألیف ریموند سروی چاپ نهم (۲۰۱۱).** ساختار کلی کتاب شبیه به کتاب قبلی است و هر دو تصاویر بسیار جذابی دارند. این کتاب نیز به فارسی ترجمه نشده است.

کتاب‌هایی که برای آموزش فیزیک به دسته‌ی دوم دانشجویان نوشته شده‌اند و در آنها حسابان و گاهی معادلات دیفرانسیل ساده به‌کار برده شده است. دانشجویانی که هم‌زمان درس ریاضی عمومی ۱ را نیز بگذرانند بدون مشکل خاصی می‌توانند این کتاب‌ها را بخوانند.

● **فیزیک، تألیف رزنیک، هالیدی و کرین، چاپ پنجم (۲۰۰۲).** این کتاب شامل ۵۲ فصل در ۱۲۰۰ صفحه است. چاپ اول آن در سال ۱۹۶۰ عرضه شده است و تقریباً در پنج دهه‌ی گذشته (به همراه کتاب مبانی فیزیک) کتاب درسی فیزیک دانشجویان مهندسی و علوم پایه در دانشگاه‌های ایران است که هم‌زمان با درس حساب دیفرانسیل و انتگرال تدریس می‌شود. در پایان هر فصل تعدادی پرسش چهارگزینه‌ای، تعدادی تمرین متناسب با هر بخش از فصل و تعدادی مسئله وجود دارد. پرسش‌های آن عالی است و حتی تعدادی برگرفته از مقالات آموزشی در زمینه‌ی فیزیک پایه است و مؤلف نشانی مقاله را در انتهای پرسش آورده است. هم‌چنین مسئله‌های کتاب از تنوع و درجه سختی‌های متفاوت

برخوردار است. چاپ پنجم کتاب به نظر من یک اشکال در بخش مکانیک دارد که چاپ‌های قبلی کتاب ندارند. اشکال این است که مؤلفان، پس از فصل ۶ که اختصاص به دینامیک تک ذره دارد در فصل‌های ۷، ۸، ۹ و ۱۰ به‌ترتیب دستگاه ذرات، سینماتیک دورانی، دینامیک دورانی و تکانه‌ی زاویه‌ای و سپس در فصل‌های ۱۱، ۱۲ و ۱۳ قضیه‌ی کار و انرژی جنبشی، انرژی پتانسیل و بقای انرژی، هم برای تک‌ذره و هم برای دستگاه ذرات و جسم صلب شرح می‌دهند. اما به نظر من همان فصل‌بندی چاپ‌های قبلی که ابتدا کار و انرژی پتانسیل را برای تک‌ذره و سپس، یک بار دیگر، بعد از فصل‌های مربوط به دستگاه ذرات و جسم صلب برای این‌ها توضیح می‌داد برای یادگیری بهتر بود. به جز این تغییر، در بقیه‌ی کتاب جابه‌جایی فصل‌ها صورت نگرفته است.

● **مبانی فیزیک، تألیف جرل واکر، چاپ دهم (۲۰۱۳).** این کتاب که شامل ۴۴ فصل و حدوداً ۱۵۰۰ صفحه است در واقع چاپ دهم کتاب مبانی فیزیک تألیف هالیدی و رزنیک است که چاپ اول آن مربوط به سال ۱۹۷۴ است. از چاپ پنجم که جرل واکر همکاری خود را با نویسندگان اصلی کتاب شروع کرده، به تدریج ساختار کتاب تغییراتی اساسی کرده است. قبل از این، کتاب مبانی فیزیک شباهت زیادی به کتاب فیزیک داشت، به‌عبارت دیگر درس و مسئله‌ها در دو کتاب تقریباً یکسان بود و بیشتر تفاوت در پرسش‌ها بود. چاپ‌های مختلف این کتاب در ایران ترجمه شده و آخرین ترجمه مربوط به چاپ نهم کتاب است. به هر حال، کتابی است که در چهار دهه‌ی گذشته در دانشگاه‌های ایران تدریس شده و همه با آن آشنایی دارند.

● **فیزیک، تألیف هانس اوهانیان، چاپ دوم (۱۹۸۹).** این کتاب شامل ۴۶ فصل و ۱۱ میان‌گفتار است. در انتهای هر فصل طبق معمول تعدادی پرسش و مسئله با درجه‌های سختی متفاوت وجود دارد. حسن این کتاب در این است که بسیاری از مسئله‌های آن مبتنی بر واقعیت‌های موجود در زندگی روزمره، فناوری و ورزش است. بنا به گفته‌ی مؤلف در ابتدای کتاب، بسیاری از مسئله‌ها مبتنی بر داده‌های استخراج‌شده از درس‌نامه‌های مهندسی، کتابچه‌های راهنمای تعمیر و نگهداری اتومبیل، کتاب رکوردهای جهانی گینس، اخبار روزنامه‌ها و غیره متکی است. میان‌گفتارها که بسیار جالب‌اند اختصاص به موضوعات پیشرفته‌تر مانند ساختار بلورها، الکتریسته‌ی جو، پلاسما، ابررسانایی، تشعشع، گرانش و کیهان شناسی، لیزر، راکتور و بمب هسته‌ای دارد. این کتاب ارزشمند به فارسی ترجمه شده است.

● **فیزیک عمومی، تألیف مارچلو آلونسو و ادوارد جی فین.** این کتاب در ۳ جلد جداگانه با عناوین مکانیک، میدان‌ها و امواج و فیزیک کوانتومی به‌ترتیب در سال‌های ۱۹۶۷، ۱۹۷۴ و ۱۹۸۰ منتشر شده است. سطح این کتاب از کتاب هالیدی و سایر کتاب‌های فیزیک که در ادامه به آنها اشاره می‌شود بالاتر است. مثلاً در جلد دوم فصلی به انتشار امواج الکترومغناطیسی در محیط و نیز تابش الکترومغناطیسی و در جلد سوم بخش‌هایی به آمار کوانتومی اختصاص داده شده است. این کتاب پرسش ندارد و در پایان هر فصل فقط تعدادی مسئله دارد و نیز مراجعی برای مطالعه‌ی بیشتر ذکر شده است. این کتاب از لحاظ تعداد شکل و کیفیت و جذابیت تصاویر در سطحی نازل است و به فارسی ترجمه شده است.

● **فیزیک دانشگاهی، تألیف هریس بنسون (۱۹۹۶).** این کتاب شامل ۴۴ فصل و حدود ۱۰۰۰ صفحه است. در پایان هر فصل طبق معمول تعدادی پرسش، تمرین و مسئله وجود دارد که تعداد آنها نسبت به کتاب هالیدی و سایر کتبی که در ادامه به آنها اشاره می‌شود کمتر است ولی در عوض همه‌ی مسئله‌های استاندارد مرتبط با موضوع فصل آورده شده است. کتاب، دلنشین و جمع‌وجور است و تقریباً مدرس می‌تواند هر فصل را در یک هفته تدریس کند. بعضی از فصل‌های کتاب یک یا دو یادداشت تاریخی و یا مباحث ویژه‌ی مرتبط با موضوع فصل دارد. مثلاً در فصلی که قوانین بازتاب و شکست اسنل و پاشندگی نور در منشور، بیان شده مبحثی ویژه درباره‌ی پدیده‌ی رنگین‌کمان آمده است. این کتاب به فارسی ترجمه نشده است.

● **فیزیک دانشگاهی، تألیف هیو یانگ و راجر فریدمن، چاپ سیزدهم (۲۰۱۲).** این کتاب شامل ۴۴ فصل در حدود ۱۶۰۰ صفحه است و در واقع چاپ سیزدهم کتاب فیزیک دانشگاهی تألیف سیرز و زیمانسکی است که اولین چاپ آن مربوط به سال ۱۹۴۹ است و قبل از فیزیک هالیدی در دهه‌ی پنجاه شمسی در ایران تدریس می‌شده است. در ابتدای هر فصل عکسی آمده است که در کنار آن به اهداف آموزشی آن فصل اشاره شده است. در فصل‌های این کتاب مسئله‌هایی وجود دارد که بین مثال‌های تک مفهومی و مسئله‌های پیچیده‌تر چند مفهومی ارتباط برقرار می‌کند و به جای حل کامل مسئله، دانشجو مرحله به مرحله به سوی حل هدایت می‌شود. ضمناً در پایان بخش‌های مختلف هر فصل آزمونک‌هایی برای سنجش یادگیری دانشجو وجود دارد. هم‌چنین هر فصل شامل چندین فن حل مسئله است. در انتهای مسئله‌های هر فصل تعدادی مسئله‌ی مسابقه‌ای که تقریباً مشکل‌تر از سایر مسئله‌هاست وجود دارد.

● **فیزیک، تألیف ریموند سروی و جان جویت، چاپ نهم (۲۰۱۳).** این کتاب شامل ۴۶ فصل در حدود ۱۶۰۰ صفحه است. ساختار کلی کتاب شبیه کتاب قبلی است. در پایان هر فصل از این کتاب تعدادی سؤال با عناوینِ دارای وجود خارجی، مفهومی و مسابقه‌ای وجود دارد.

● **فیزیک، تألیف داگلاس گیانکولی، چاپ چهارم (۲۰۰۹).** این کتاب شامل ۴۴ فصل در حدود ۱۳۰۰ صفحه است. در هر فصل تعدادی مثال با بر چسب کاربرد فیزیک آمده که مرتبط با پدیده‌ای فیزیکی یا اساس کار وسیله‌ای است. همچنین مثال‌هایی با برچسب مفهومی در هر فصل به‌چشم می‌خورد. در انتهای مسئله‌های هر فصل بخشی به مسئله‌های عددی و کامپیوتری اختصاص دارد.

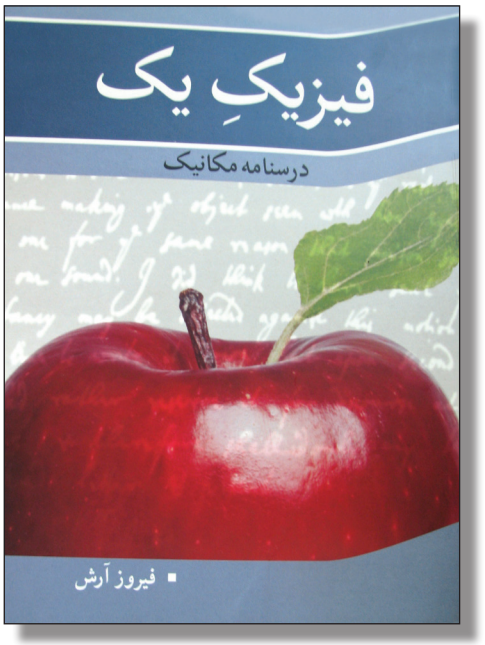
● **فیزیک، تألیف پاول تیپلر و جن موسکا، چاپ ششم (۲۰۰۸).** این کتاب شامل ۴۱ فصل در حدود ۱۶۰۰ صفحه است. وجود مسئله‌های مفهومی چندگزینه‌ای در هر فصل به همراه پاسخ آنها و پرسش‌هایی که اختصاص به تقریب‌زدن و برآوردکردن کمیت‌ها دارد از ویژگی‌های این کتاب است.

● **فیزیک، تألیف رندال نایت، چاپ دوم (۲۰۰۸).** این کتاب که شامل ۴۳ فصل و حدوداً ۱۵۰۰ صفحه است؛ ساختار کلی شبیه کتاب‌های اخیر دارد و تفاوت عمده‌ی آن، رویکرد آموزشی مؤلف به موضوع است. به عبارت دیگر مؤلف کتاب از دستاوردها و نتایج کار دست‌اندرکاران آموزش علوم در نگارش کتاب استفاده کرده است.

لازم به ذکر است که کتاب‌هایی که در سال‌های اخیر چاپ شده‌اند وبگاه پشتیبانی‌کننده هم دارند که علاقه‌مندان با مراجعه به آنها می‌توانند مطالب جالبی را ببینند. نشانی وبگاه‌ها در ابتدای هر کتاب آمده است.

فیزیک پایه برای دانشجوی ایرانی

حمیدرضا سپنجی
دانشکده فیزیک، دانشگاه شهید بهشتی



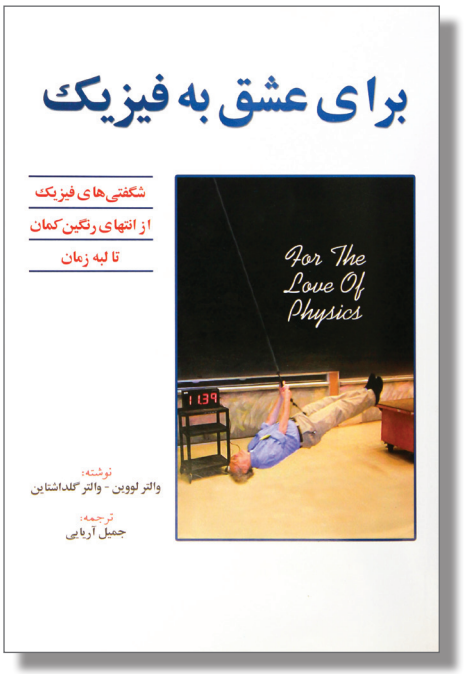
کتاب هالیدی و رزنیک سال‌های طولانی کتاب اصلی در دروس پایه سال اول فیزیک و مهندسی در دانشگاه‌های ایران بوده است. این کتاب حاصل تجربه‌ی وسیع مؤلفین آن، در تدریس این دروس در دانشگاه‌های آمریکا در پنج دهه‌ی گذشته است و مورد استقبال بسیاری از دانشگاه‌ها در سراسر جهان قرار گرفته است. در طول سال‌های متمادی که به دفعات، تدریس درس فیزیک پایه۱ به من واگذار شده است، متوجه شدم که فصل‌های اول این کتاب برای دانشجویان، کسل‌کننده است. دلیل این مسئله را می‌توان در سیستم دروس فیزیک سال‌های آخر دبیرستان‌های ایران جستجو کرد. در سیستم دبیرستانی ایران برخلاف آمریکا، ریاضیات و فیزیک بیشتری به دانش‌آموزان تدریس می‌شود و در نتیجه با قوانین نیوتون و پیامدهای آن آشنایی قابل‌قبولی دارند. این موضوع در سال‌های اخیر، بیشتر به چشم می‌خورد زیرا به نظر می‌رسد که این درس با درک عمیق‌تری نسبت به گذشته در دبیرستان‌ها تدریس می‌شود. البته کتاب‌های دیگری به غیر از کتاب هالیدی و رزنیک وجود دارند ولی کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند.

در چند سال اخیر، من با درس‌نامه‌ی آقای دکتر فیروز آرش از دانشگاه تفرش برای درس فیزیک پایه۱ آشنا شدم و بعد از مطالعه‌ی آن متوجه شدم که روی مطالب آن کار زیاد شده است و از نظر محتوا طوری مطالب تدوین یافته‌اند که با توجه به آنچه که در بالا ذکر شد، برای درس فیزیک پایه۱ در دانشگاه‌های ایران مناسب‌تر است. این کتاب در سال گذشته تحت عنوان فیزیک۱، با کیفیت خوب به چاپ رسید و در دسترس است و از نظر من از معدود کتاب‌های دانشگاهی است که در ایران تألیف شده است. از نظر ساختاری، این کتاب فرقی با کتاب‌های استاندارد فیزیک پایه ندارد. چیزی که آن را از بقیه متمایز می‌کند تلاش فراوان نویسنده برای توصیف دقیق و در عین حال ساده‌ی موضوع‌ها و مسائل مورد بحث در کتاب است. این تلاش را می‌توان در غالب بحث‌های بعضاً طولانی و مثال‌های متعدد مشاهده کرد. کتاب، با مرور نسبتاً مفصلی از ابزار ریاضیِ لازم در فصل‌های یک و دو، در غالب سینماتیک، حرکت خطی و دورانی سعی در ارائه‌ی تصویری روشن از این مفاهیم می‌کند. شیوه‌ی ارائه، دقیق و درخور توجه است. مؤلف برای ارائه‌ی حساب بردارها از بیان تعاریف دقیق و مثال‌های فیزیکی استفاده می‌کند و خواننده تشویق به دنبال‌کردنِ مطلب تا پایان آن می‌شود. فصل‌های بعدی کتاب با ارائه‌ی کاربردهای متنوع قوانین نیوتون در چارچوب مثال‌های فراوان ادامه می‌یابد. از ویژگی‌های این کتاب، شمار زیاد مثال‌های حل‌شده و مسائل فراوان حل نشده در انتهای هر فصل است که جواب‌شان در انتهای کتاب آمده است. تنوع و نوآوری در مسائل، بسیار به چشم می‌خورد و بعضی از مثال‌ها در کمتر کتابی در این سطح با دقت بررسی شده‌اند. مثلاً حرکت پرتابی و نوسانگر در حضور نیروهای اصطکاک (پسار) با دقت و به طور کامل حل شده است. فصل‌های بعدی کتاب، به موضوع‌های معمول در مکانیک می‌پردازند که احتیاجی به ذکر آنها نیست. در تمام طول کتاب، هر مبحث با مثال‌های متنوع و درجات دشواری مختلف، کامل شده است.

این کتاب نسبتاً پر حجم است و درس‌دادن تمامی آن در طول یک ترم کمی دشوار به نظر می‌رسد. تجربه‌ای که من از درس دادنِ این کتاب، به دست آوردم این است که می‌توان تمامیِ مباحث مهم را درس داد و باید از بعضی مطالب فرعی‌تر گذشت. مؤلف در این خصوص پیشنهادهایی را در مقدمه ارائه می‌کند. در مجموع، این کتاب به خاطر ویژگی‌هایی که اشاره شد، کتاب بسیار مناسبی برای تدریس درس فیزیک پایه۱، به‌خصوص برای دانشجویان رشته‌ی فیزیک‌دانشگاه‌هاست.

برای عشق به فیزیک

میلاد حدادی
دانشکده فیزیک – دانشگاه صنعتی اصفهان



عنوان: برای عشق به فیزیک
عنوان اصلی:
For the love of physics: From the end of rainbow to the edge of time – a journey through the wonders of physics
تألیف: والتر لووین و وارن گلدشتاین
ناشر: شرکت سهامی انتشار با همکاری انتشارات حریر
چاپ اول: ۱۳۹۱
تیراژ: ۱۲۰۰ نسخه

عبارت «برای عشق به فیزیک» توصیف‌گر پنجاه سال فعالیت آموزشی و پژوهشی پروفسور والتر لووین مؤلف کتاب است. والتر لووین استاد بازنشسته‌ی دانشگاه MIT است که ویدئوهای درس‌های فیزیک پایه‌ی او بسیار مشهور است. موفقیت او در تدریس را می‌توان حاصل عشقش به فیزیک، خلاقیت و علاقه‌اش به آموزش دانست. او چنان اهمیتی برای تدریس خود قائل است که وارن گلدشتاین دیگر نویسنده‌ی کتاب در مقدمه می‌نویسد: « او برای هر درس لااقل سه بار در کلاس خالی تمرین می‌کند که آخرین آن ساعت پنج صبحی است که درس می‌دهد»[۱]. او با انجام آزمایش در کلاس‌های پرانرژی خود علاوه بر این که دانشجویان را به هیجان می‌آورد، قوانین و مفاهیم فیزیک را به آنان می‌فهماند، زیرا معتقد است: «آن‌چه مهم است حجم مطالبی نیست که درس می‌دهید بلکه حجم مطالبی است که می‌فهمانید»[۲]. او می‌خواهد عشقش به فیزیک را به مخاطبان خود انتقال دهد و هدف خود از نوشتن این کتاب را ایجاد پلی میان افراد عادی کنجکاو و باهوش و دانشمندان عنوان می‌کند[۳].

کتاب دارای ۱۵ بخش است و به لحاظ موضوعی می‌توان آن را به چهار بخش جدا تقسیم کرد. بخش نخست چکیده‌ای از زندگی‌نامه و پژوهش‌های نویسنده است. در فصل دوم تا نهم نویسنده با معرفی پدیده‌های روزمره و شرح آزمایش‌هایی که در کلاس انجام می‌دهد، مفاهیم پایه‌ی فیزیک را توضیح می‌دهد؛ مفاهیمی که قوانین ساده‌ی نیوتون، چگونگی شکل‌گیری رنگین‌کمان، نحوه‌ی پرواز هواپیما تا مفاهیم پیچیده‌ای چون چگونگی اندازه‌گیری فاصله‌ی ستارگان را دربرمی‌گیرد. دانشجویان رشته‌ی فیزیک ممکن است این مطالب را پیش‌پاافتاده بیابند ولی به این دلیل که نویسنده مطالب پیچیده را به‌سادگی می‌فهماند، این بخش برای افراد علاقه‌مند به فیزیک که رشته‌شان فیزیک نیست جذاب خواهد بود. والتر لووین که از پیشگامان اخترشناسی پرتو ایکس است، در فصل‌های دهم تا چهاردهم به شرح این حوزه و پژوهش‌هایش در این زمینه می‌پردازد. فصل آخر مانند فصل نخست در مورد زندگی شخصی نویسنده است ولی این بار از علاقه‌اش به هنر و همکاریش با هنرمندان می‌نویسد. به هنر عشق می‌ورزد چون به او دیدگاه‌های جدیدی را آموخته است.[۴] او معتقد است که موضوع هنر زیبایی نیست بلکه «کشف» است و همین نقطه‌ی اشتراکی است بین هنر و دیگر حوزه‌ی مورد علاقه‌ی او، یعنی فیزیک.

۱. فصل اول ، صفحه‌ی ۲۰ کتاب
۲. مقدمه، صفحه‌ی ۱۵ کتاب
۳. فصل ۱۳ ، صفحه‌ی ۲۸۲ کتاب
۴. فصل ۱۵ ، صفحه‌ی ۳۰۸ کتاب

توصیف توپوگرافی کلی زمین با استفاده از مدل تراوش

عباس‌علی صابری
دانشکده فیزیک دانشگاه تهران

ارائه‌شده در: Phys. Rev. Lett. 110, 178501 (2013)

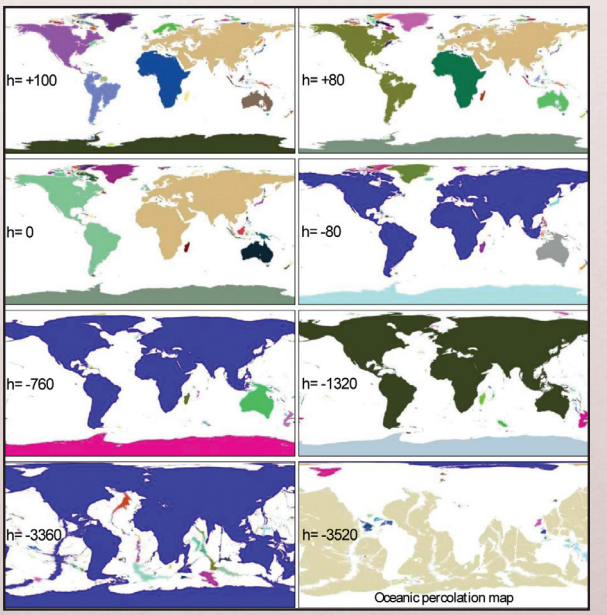
یکی از ویژگی‌های بارز سطح زمین، وجود «ناوردایی مقیاس»[1] در الگوهای مختلفی‌ست که خواص هندسی و آماری آن را در بر دارد. اندازه‌گیری نشان می‌دهد که در مقیاس‌های طولی بزرگ، تغییر طیف توانی S برای برش‌های یک‌بعدیِ عرضیِ توپوگرافی زمین، برحسب عدد موج k به‌شکل $S \propto k^{-2}$ است. این رابطه‌ی توانی موجب می‌شود خطوط هم‌ارتفاع در سطح زمین، مانند خطوط لبه‌ی ساحل‌ها، خواص فراکتالی با بعدی نزدیک به $\frac{3}{4}$ داشته باشند. در تحلیل دقیق‌ترِ خطوط ساحلی که آمار زوایای پیچش خطوط ساحل را نیز به‌حساب آورده باشد، نشانه‌های وجود تقارن بالاتری به‌نام «تقارن هم‌دیس»[2] را می‌توان دید. با این تقارن، خطوط ساحل در رده‌ی کلیِ خم‌های «کاتوره‌گشت خودپرهیز»[3] قرار می‌گیرد. یافتن این تقارن‌ها این امکان را می‌دهد که برای بسیاری از مسائل پیچیده‌ی زیست‌محیطی به نتایج تحلیلی برسیم. به عنوان نمونه، وجود تقارن هم‌دیس امکان می‌دهد تا غلظت موضعی آلودگیِ ناشی از منبع درون دریا را در لبه‌ی ساحل محاسبه کنیم.

با نگاهی به پیشینه‌ی تحولات توپوگرافیک بر روی زمین درمی‌یابیم که حرکت صفحات تکتونیک، در کنار عوامل مؤثری نظیر فرسایش، رسوب، تبخیر و غیره تأثیر به‌سزایی در شکل‌گیری و تغییرات زمانیِ الگوهای ریختیِ زمین، در مقیاس بزرگ، داشته است. نظریه‌ی «صفحات تکتونیک»[4] چارچوبی را مطرح می‌کند که در آن، نیروهای پیشرانِ صفحات با فرآیندهای تسهیل‌کننده‌ی اتلاف انرژی حرارتیِ زمین، ارتباط دارد. تابع توزیع مساحت این صفحات نیز تابعی توانی با نمای تقریبی ۰/۲۵ به‌نظر می‌رسد.

یکی از مسائل علم زمین‌شناسی که از دیرباز بسیاری از فیزیک و ریاضی‌پیشگان را به خود جلب کرده است، یافتن ارتباطی بین فرآیندهای تحول برآمده از فعالیت‌های درونی زمین و الگوهای توپوگرافیک کنونیِ سطح زمین، و پدیدارشدن تقارن و ناوردایی مقیاس به‌شکلی طبیعی است.

با الهام از خواص مشابه در سیستم‌های مکانیک آماری با رفتار بحرانی، این پژوهش شاید گامی ابتدایی و کوچک در جهت کشف این ارتباط باشد. یکی از ساده‌ترین سیستم‌ها با رفتار بحرانی، «مدل تراوش[5]» است، که در نقطه‌ی بحرانی با ظهور ناگهانی خوشه‌ی بی‌نهایت بزرگ در حد مقیاس‌های مسئله همراه است. در دو بُعد، الگوهای مختلف این مدل دارای تقارن مقیاس و هم‌دیس است و مرز بیرونی خوشه‌ها با بعد فراکتالی $\frac{3}{4}$، یعنی بُعد فراکتالی کاتوره‌گشت خودپرهیز، است.

با تعریف یک «سطح آب فرضی» به عنوان جایگزین احتمال اتصال (یا کسر نقاط روشن) در مدل تراوش دوبعدی، ارتباط بین این مدل ساده‌ی آماری با توپوگرافی زمین برقرار می‌شود. طبق نتایج به‌دست‌آمده، میانگین اندازه‌ی خوشه‌های خشکی و نیز طول هم‌بستگی، درست در سطح کنونی میانگین دریاها، واگرا می‌شود. این واگرایی (در مقایسه با اندازه‌ی سیستم) می‌تواند توجیه‌کننده‌ی ظهور الگوهای مقیاس-ناوردا و حتی ناوردای هم‌دیس بر سطح زمین باشد. شاید با بلندپروازی بتوان امید داشت که این نتایج، راهی به‌سوی کشف مسیر میانگین تحولات زمانی توپوگرافی زمین در مقیاس بزرگ بگشاید.



الگوهای خوشه‌ای خشکی که با پایین آمدن «سطح آب فرضی» h، به یکدیگر می‌پیوندند (از بالا به پایین). تصویر مربوط به h=0، این انباشت را در سطح فعلی میانگین دریاها نشان می‌دهد. پایین‌ترین تصویر سمت راست، خوشه‌ی بزرگ به‌هم پیوسته‌ی دریاها را در سطح آب فرضی h=-3520 متر، نشان می‌دهد.

مرجع:
Abbas Ali Saberi, “Percolation Description of the Topography of Earth and the Moon”, Phys. Rev. Lett. 110 (2013) 178501; http://prl.aps.org/abstract/PRL/v110/i17/e178501.

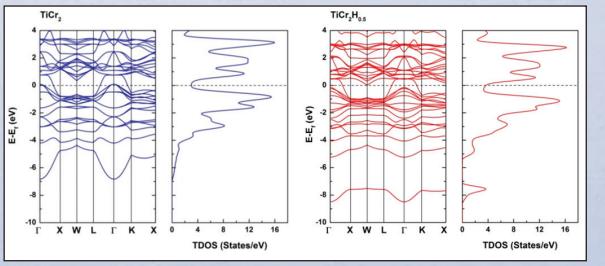
پانویس‌ها:

1. scale invariance
2. conformal symmetry
3. self-avoiding random walk
4. tectonic plates
5. percolation

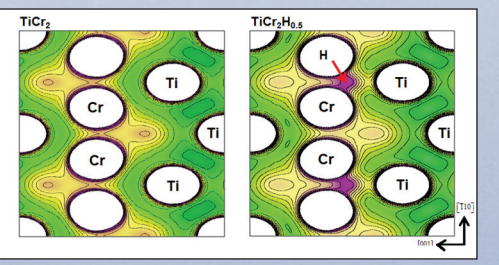
بررسی اثر جذب هیدروژن بر ویژگی‌های ساختاری، ترمودینامیکی و الکترونیکی ترکیبات دوتاییِ XCr_2 (X= Ti, Zr)

رضا سرحدی
آزمایشگاه مغناطیس و ابررسانایی، گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند
ارائه شده در: یازدهمین کنفرانس ماده چگال انجمن فیزیک ایران، سال ۱۳۹۱

امروزه استفاده از هیدروژن به عنوان حامل پاک و تمام نشدنی انرژی، جایگاه ویـژه‌ای در ابداع فناوری انرژی‌های نو و به‌ویژه فناوری یاخته‌ی سوختی پیدا کرده است. با این حال مهم‌ترین چالش پیش روی پیشرفت این فناوری، نحوه‌ی ذخیره‌کردن هیدروژن است. ترکیبات بین فلزی فاز لاوه با واحد فرمولی AB_2، به‌علت جذب/واجذب هیدروژن در نزدیکی دمای اتاق و فشار اتمسفر، گزینه‌های مناسب برای ذخیره‌کردن هیدروژن در مواد جامد محسـوب می‌شوند. در این بین، ترکیبات بر پایه‌ی کروم XCr_2، از جملـه $ZrCr_2$ و $TiCr_2$، بـه علـت مقاومـت زیـاد در برابر خوردگی و اکسیدشـدن و هم‌چنین قـدرت جذب زیاد هیدروژن، کاربردهای فراوانی در صنعت پیدا کرده‌اند. بررسی نظری این ترکیبات هم‌گام با فعالیت‌های تجربی، نتایج مناسـبی را جهت درک سـازوکار میکروسـکوپی جذب و نشـر هیدروژن به‌دسـت می‌دهد. در این کار پژوهشی، ویژگی‌های ساختاری، ترمودینامیکی و الکترونیکی ترکیبات ایزومری XCr_2(X= Ti,Zr) و هیدریدهای آنها XCr_2(X=Ti,Zr)، در چارچوب نظریه‌ی تابعی چگالی و بر پایه‌ی رهیافت شـبه پتانسیل بررسی شده است. مقادیر ثابت شبکه، مدول حجمی و گرمای شکل‌گیری که برای ترکیبات غیرهیدریدی XCr_2 به‌دست آمده‌اند در تطابق خوب با داده‌های تجربی هستند. با جذب هیدروژن، شبکه‌ی بلوری این ترکیبات انبساط پیدا می‌کند و مدول حجمی که معیاری از درجه‌ی سختی آلیاژ است، کاهش می‌یابد. این نتیجه‌ی نظری در توافق با نتایج تجربی است چرا که این آلیاژها قبل از جذب هیدروژن بسـیار سـخت هستند ولی پس از جذب/واجذب هیدروژن، به پودرهای بسیار نرم تبدیل می‌شوند. پیش‌بینی می‌شـود که واکنش جذب هیدروژن در این ترکیبات گرمازا باشد. مقدار زیاد گرمای آزادشده در نتیجه‌ی جذب هیدروژن، اندیشه‌ی استفاده از این آلیاژها در مبدل‌های حرارتی-هیدریدی را پیش می‌آورد. فضای بین جایگاهی نوع 2A2B بیشترین احتمال جذب هیدروژن را دارد و این نتیجه با نتایج حاصل از پراش نوترون در توافق اسـت. جذب هیدروژن ساختار الکترونیکی (سـاختار نواری، چگالی حالت و چگالی بـار الکترونی) ایـن ترکیبات را تغییر می‌دهـد طوری‌که پس از جذب هیدروژن، تراز فرمی (E_F) به سـمت انرژی‌های بیشتر جابه‌جا می‌شود. معنی جابه‌جایی تراز فرمی این اسـت که هیدروژن ترازهای خالی زیر تراز فرمی را پر کرده و انرژی تراز فرمی را افزایش داده است. در نتیجه می‌تـوان گفت هیدروژن به صورت دهنـده‌ی الکترون رفتار می‌کند. با بررسـی منحنی‌های چگالیِ حالت‌های جزئـی و چگالی بار الکترونی، می‌توان مشخصه‌ی پیوندهای جهت‌دار d-d را به این ترکیبات نسبت داد. ساختار نواری، چگالی حالت‌ها و چگالی بار الکترونی این دو ترکیب ایزومری شبیه یک‌دیگر هستند. منحنی‌های مربوط به ترکیبات $TiCr_2$ و $TiCr_2H_{0.5}$ در شکل نمایش داده شده‌اند.



(الف) ساختار نواری و چگالی حالت‌های کل



(ب) چگالی حالت‌های الکترونی در صفحه‌ی (۱۱۰)

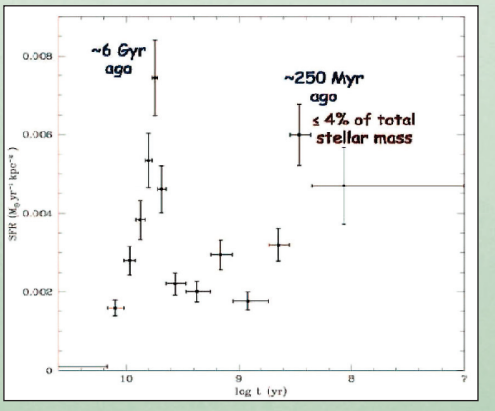
همکاران:
هادی عربی، دانشگاه فردوسی مشهد
فائز پورآرین، دانشگاه کارنگی ملون آمریکا Carnegie Mellon
محل انجام کار: گروه فیزیک، دانشگاه بیرجند

بررسی ستاره‌های غول قرمز در کهکشان M33: تاریخچه‌ی ستاره‌زایی و تولید غبار

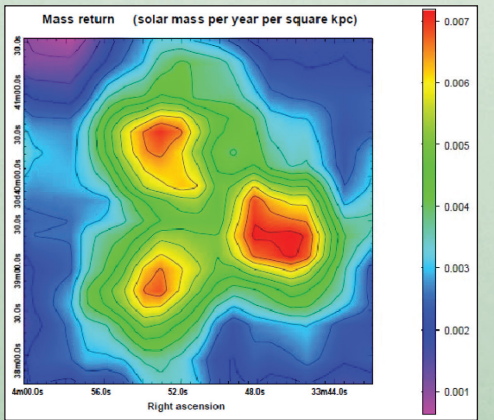
عاطفه جوادی
پژوهشکده‌ی نجوم، پژوهشگاه دانش‌های بنیادی
ارائه شده در: همایش گرانش و کیهان‌شناسی، سال ۱۳۹۱

کهکشان M33 یکی از سه کهکشان مارپیچی است که گروه محلی را تشکیل می‌دهند. این کهکشان در صورت فلکی مثلث قرار دارد و حدود ۱ درجه از آسمان را می‌پوشاند. زاویه‌ی تمایل M33 ، ۵۶ درجه است و قرص آن به‌خوبی از روی زمین دیده می‌شود. غبار موجود در بخش‌های مرکزی کهکشان راه شیری، این کهکشان را از دید تلسکوپ‌ها پنهان کرده است و کهکشان M31 نیز در موقعیتی قرار گرفته که قرص آن به خوبی دیده نمی‌شود (زاویه تمایل این کهکشان ۷۶ درجه است). بنابراین زاویه‌ی تمایل مناسب M33 باعث می‌شود که این کهکشان، گزینه‌ی مناسبی برای بررسی ساختار کهکشان‌های مارپیچی به‌شمار آید. ما در این پژوهش ستاره‌های AGB را در کهکشان M33 شناسایی کردیم و روش جدیدی برای بررسی تاریخچه‌ی ستاره‌زایی با استفاده از این ستاره‌ها ارائه دادیم. شناسایی ستاره‌های متغیر AGB روش خوبی برای بررسی تاریخچه‌ی تشکیل ستاره‌ها در کهکشان‌ها است چرا که این ستاره‌ها در مراحل آخر تحول خود هستند و درخشندگی این ستاره‌ها رابطه‌ی مستقیمی با جرم تولد آنها دارد. ما در این پژوهش برای شناسایی ستاره‌های AGB به تصویربرداری از کهکشان M33 با تلسکوپ UKIRT در فاصله‌ی زمانی ۲۰۰۷-۲۰۰۳ پرداختیم. در بخش مرکزی این کهکشان، ۱۸۳۹۸ ستاره شناسایی شد که ۸۰۳ ستاره متغیر بلنددوره هستند. با تخمین سن ستاره‌های متغیر و مدت نوسان این ستاره‌ها با استفاده از مدل‌های نظری تحول ستاره‌ها، آهنگ ستاره‌زایی در دوره‌های مختلف به‌دست آمد. از آن جا که ستاره‌های AGB یکی از منابع اصلی تولید غبار به حساب می‌آیند؛ با استفاده از داده‌های اسپیتزر در طول موج‌های فروسرخ میانی آهنگ تولید غبار این ستاره‌ها را تخمین زدیم و تأثیر این جرم ورودی به محیط بین ستاره‌ای بر روند ستاره‌زایی در کهکشان M33 را بررسی کردیم و در نهایت نقشه‌ی غبار ورودی به محیط بین ستاره‌ای را به دست آوردیم.

همکاران:
حبیب خسروشاهی، پژوهشگاه دانش‌های بنیادی
جاکوب ون لون، گروه نجوم دانشگاه کیل انگلیس
محمدتقی میرترابی، گروه فیزیک دانشگاه الزهرا



آهنگ ستاره‌زایی در بخش مرکزی (1kpc x 1kpc) از کهکشان M33



نقشه‌ی غبار ورودی به بخش مرکزی کهکشان M33

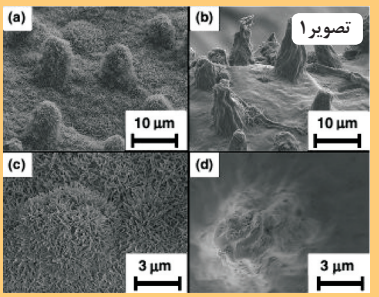
خاصیت خودتمیزکنندگیِ برگ نیلوفر آبی

پرسش: قطره‌های آب روی برگ نیلوفر آبی (و برخی گیاهان دیگر) به سطح برگ نمی‌چسبند و به شکل تقریباً کروی باقی می‌مانند. غلتش قطره‌ی آب روی برگ باعث تمیزشدنِ خودبه‌خود آن می‌شود. علت این پدیده چیست؟

(پرسش نود و یکم باشگاه فیزیک تهران، طرح از خسرو حسنی)

پاسخ: بررسی دقیق‌تر این پدیده نشان می‌دهد قطره‌های باران به برگ نیلوفر نمی‌چسبند و روی آن می‌غلتند. حال آن‌که اگر همین قطره‌ها بر اثر چگالش بخار آب (مثلاً در اثر کاهش دمای هوا) روی برگ شکل بگیرند، پخش می‌شوند و اصطلاحاً به برگ می‌چسبند. در حالتی که قطره روی برگ می‌غلتد، نیروی کشش سطحی آب بر چسبندگی میان برگ و آب غلبه کرده است. در این حالت فاصله‌ی تماس آب با سطح برگ زیاد است. عوامل مؤثر بر زاویه‌ی تماس، زبری میکرومتری سطح برگ و پرزهای نانومتری هستند که سطح برگ را می‌پوشانند. تصویر۱ ساختار ذره‌بینی برگ نیلوفر را با پرزهای نانومتری نشان می‌دهد.

هنگامی که قطره‌ی باران روی برگ می‌چکد، در فضاهای نانومتری میان پرزها نفوذ نمی‌کند و همین امر به غلتیدن قطره کمک می‌کند. اما هنگامی که قطره در اثر چگالش بخار آب روی برگ تشکیل می‌شود، نخست لابه‌لای پرزها قطرات بسیار ریز به‌وجود می‌آیند، سپس به‌هم می‌پیوندند و قطره‌های بزرگ‌تر را می‌سازند و با وجود این‌که ظاهراً زاویه‌ی تماس بزرگ است اما آب در میان پرزها وجود دارد و قطره‌ی آب به جای غلتیدن، به آب میان پرزها می‌پیوندد و به آنها گیر می‌کند. در نتیجه به نظر می‌آید که قطره به سطح برگ چسبیده است. با به کار بردن ساختار نانومتری مشابه در سطح شیشه‌ها، رنگ‌ها و ... می‌توان سطوحی طراحی کرد که خودبه‌خود تمیز شوند. به‌این ترتیب که آب با غلتش روی سطح، بدون آنکه به سطح بچسبد یا در آن نفوذ کند، به ذرات زاید روی سطح می‌چسبد و آنها را با خود می‌برد (تصویر۲). همچنین با حذف پرزهای نانومتری می‌توان به سطوحی دست یافت که اصطکاک‌شان بسیار کم است.



تصویر۱

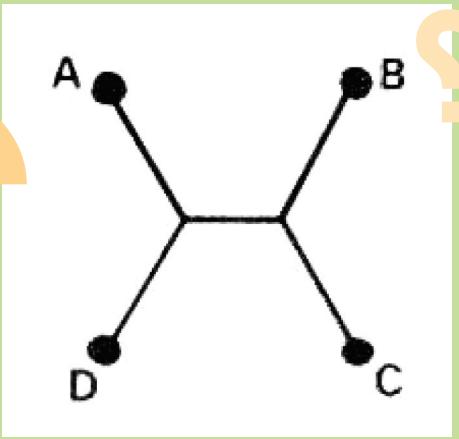
تصویر۲

بهینه‌سازی در طبیعت اطراف ما

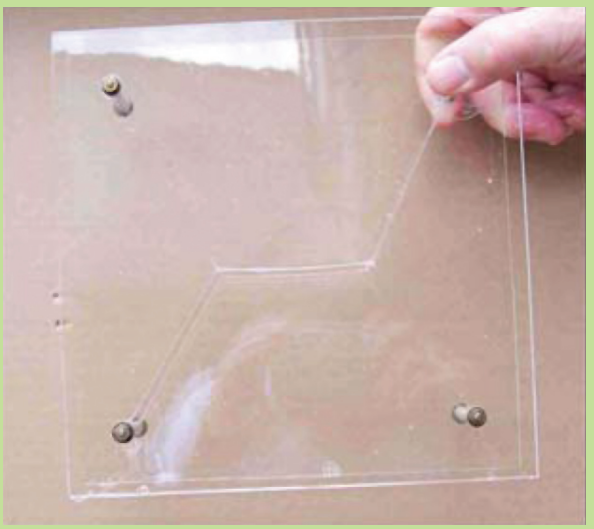
پرسش: فرض کنید چهار شهر درست در چهار رأس مربعی قرارگرفته باشند. می‌خواهیم با جاده‌هایی این چهار شهر را به هم مرتبط کنیم به‌گونه‌ای که از طریق این شبکه از هر شهر بتوان به هر شهر دیگر مسافرت کرد. آیا می‌توانید با نگاهی به پدیده‌های اطراف خود، شبکه‌ای را که در آن مجموع طول جاده‌ها کمینه می‌شود حدس بزنید؟

(پرسش آذرماه ۱۳۹۰ ، باشگاه فیزیک اصفهان)

پاسخ: شکل زیر پاسخ درست را نشان می‌دهد.



در هر یک از دو نقطه‌ی میانی، سه زاویه‌ی یکسان ۱۲۰ درجه تشکیل می‌شود. این پاسخ را می‌توان به کمک حباب‌های صابون نیز به دست آورد. دو صفحه‌ی شفاف موازی با چهار میله که چهار رأس یک مربع را تشکیل می‌دهند به هم وصل شده اند. این مجموعه را در ظرفی محتوی صابون محلول در آب فرو می‌بریم و به آرامی خارج می‌کنیم. شکلی شبیه شکل زیر تشکیل می‌شود.



حباب‌ها طوری به هم می‌پیوندند که انرژی سطحی کل آنها کمینه شود. این کمینه‌شدن متناظر است با کمینه‌شدن طول مسیری که چهار نقطه را به هم وصل می‌کند. توضیح کامل‌تر پاسخ این مسئله را می‌توانید در مقاله‌ی دوم همین شماره ببینید.

هر ماه باشـگاه‌های فیزیک در دو شهر تهران و اصفهان برگزار می‌شوند و بخشـی از فعالیت این باشگاه ها طرح پرسش‌های فیزیک برای شرکت‌کنندگان است.

دو سطح شیبدار با زاویه‌ی شیب یک‌سان در نظر بگیرید. یکی از آن‌ها از جنس چوب یا مقوا است و دیگری از جنس آلومینیوم. می‌توان روی هر دو سـطح، کاغذ چسباند تا اصطکاک دو سطح شـیبدار با هم برابر شود. اینک اگر یک آهنربای استوانه‌ای را از هر یک از این دو سطح شیب‌دار بغلتانید خواهید دید که شتاب حرکت استوانه روی دو سطح یکسان نیست. چرا؟

(پرسش باشگاه فیزیک اصفهان)

کش نواری نسبتاً پهنی را میان لب‌های خود قرار دهید و سر دیگر کـش را به آرامی بکشـید. چه حـس می‌کنید و چرا؟ حـالا اجازه دهیـد کش، دوباره به حالت اولیه برگردد. این بار چه تغییری حس می‌کنید؟ توضیح دهید.

(خسرو حسنی-پرسش باشگاه فیزیک تهران)

فعالیت‌های شاخه‌های تخصصی انجمن فیزیک ایران

شاخه‌ی فیزیک محاسباتی

انتخابات شورای اجرایی شاخه فیزیک محاسباتی در اردیبهشت ۱۳۹۱ برگزار شد و شاهین روحانی، سیدمهدی واعظ علایی، احسان ندایی اسکویی، سعید جلالی اسدآبادی و مهدی سرگلزایی به عضویت شورا انتخاب شدند. اعضای جانشین، مجتبی اعلایی و محسن خاتمی هستند.

فعالیت‌ها

دوره‌ی آموزشی شبیه‌سازی دینامیک مولکولی با استفاده از بسته‌ی محاسباتی LAMMPS (همراه با کارگاه عملی)، ۱۲ و ۱۹ اردیبهشت، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی قزوین.

انجمن فیزیک ایران با همکاری دانشگاه بین‌المللی امام خمینی قزوین، دوره‌ی آموزشی شبیه‌سازی دینامیک مولکولی با استفاده از بسته‌ی محاسباتی LAMMPS را در تاریخ‌های پنج‌شنبه ۱۲ اردیبهشت ۹۲ و پنجشنبه ۱۹ اردیبهشت ۹۲ برگزار کرد. آشنایی با شبیه‌سازی دینامیک مولکولی، شبیه‌سازی نانوساختارها، شبیه‌سازی نانولوله‌های کربنی و صفحات گرافن، محاسبه‌ی خواص مکانیکی و حرارتی نانوساختارها، شبیه‌سازی با پتانسیل‌های درشت‌دانه، شبیه‌سازی سیستم‌های زیستی نظیر پروتئین‌ها، آشنایی با نرم‌افزار VMD، اهداف این دوره بود.

سیدمهدی واعظ علایی از دانشگاه تهران، علی رجب‌پور از دانشگاه بین‌المللی امام خمینی قزوین، آرمان فتحی‌زاده از دانشگاه صنعتی شریف، فرخ یوسفی اکبزی از دانشگاه تحصیلات تکمیلی زنجان، خاطره عزیزی از دانشگاه تهران، اعضای کمیته‌ی علمی این دوره بودند.

شاخه‌ی دانشجویی

انتخابات شورای اجرایی شاخه‌ی دانشجویی در اردیبهشت ۱۳۹۱ برگزار شد و سمیرا محمودی حصار، رویا شریف‌پور، مرجان گل‌بندی، هادی لوک‌زاده، حسین آقاملاپور، محمدعلی ورشابی، علی‌محمد مصباحی‌نیا به‌عضویت شورا انتخاب شدند. برای جانشینی اعضای اصلی، عباس علیزاده و خانم سمیه لطفی انتخاب شدند. به این دلیل که مرجان گل‌بندی، سمیرا محمودی‌حصار و حسین آقاملاپور فرصت کار در شورا را نداشتند قرار شد که اعضای جانشین با شورا همکاری کنند.

شاخه ماده چگال

انتخابات شورای اجرایی شاخه‌ی ماده‌ی چگال انجمن در آبان‌ماه ۱۳۹۱ برگزار شد و رضا عسگری، عبدالله لنگری، ایرج کاظمی‌نژاد و سعید جلالی به عضویت شورا انتخاب شدند. بهرام خوشنویسان و یاسر عبدی نیز برای جانشینی اعضای اصلی انتخاب شدند.

شاخه‌ی گرانش و کیهان‌شناسی

انتخابات شورای اجرایی شاخه‌ی گرانش و کیهان‌شناسی در تیرماه امسال انجام شد. اعضای انتخاب شده از شاخه عبارتند از: سهراب راهوار، محمد نوری زنوز، حمیدرضا سپنجی، کوروش نوذری، شهرام خسروی و فاطمه شجاعی باغینی.

کمیته‌ی ارتباط با صنعت

این کمیته از تیرماه ۱۳۹۱ فعال شده است. اعضای این کمیته عبارتند از: اعظم ایرجی‌زاد، محمدرضا اجتهادی، سعدالله نصیری قیداری، مرتضی اسلام‌زاده قلیچی، حمید هراتی‌زاده، محمدتقی توسلی و محسن کارگر.

فعالیت‌ها

نشست همگرایی فیزیک و صنعت، ۲۳ اردیبهشت ۱۳۹۲، شهرک صنعتی عباس‌آباد.

انجمن فیزیک ایران با همکاری مجتمع سراسری هیئت‌های امنای شهرک‌های صنعتی، اولین نشست هم‌گرایی فیزیک پیشگان و صنعتگران را دوشنبه ۲۳ اردیبهشت ماه ۱۳۹۲ در شهرک صنعتی عباس‌آباد برگزار کرد.

هدف از برگزاری این نشست برقراری ارتباط نزدیک‌تر میان فیزیک‌پیشگان و صنعتگران، شناسایی نیازهای علمی بخش صنعت، بیان انتظارات علمی و کارشناسی بخش صنعت از فیزیک‌پیشگان، تقویت همکاری میان صنعتگران و فیزیک‌پیشگان در واحدهای تحقیق و توسعه، شناسایی نیازهای آموزشی در صنعت و برنامه‌ریزی برای آموزش‌های ضروری، شناسایی راه‌کارهای تجاری‌کردن دست‌آوردهای علمی با همکاری صنعتگران، تدوین کلیات برنامه‌ی راهبردی برای همکاری جامعه‌ی صنعتی و جامعه‌ی فیزیک بود.

برنامه‌ی نشست شامل سخنرانی فیزیک‌پیشگان، صنعت‌کاران و نیز میزگرد مشترک برای ارائه‌ی نظرها بود. هم‌چنین، دو نمایشگاه محصولات و پوستر برای آگاهی از توانمندی‌ها و دست‌آوردها در کنار این نشست برگزار شد.

دیگر فعالیت‌های انجمن در بهار ۱۳۹۲

کارگاه تخصصی نانومغناطیس، ۴ و ۵ اردیبهشت، دانشگاه صنعتی اصفهان

کارگاه تخصصی «نانومغناطیس، مبانی، ساخت، مشخصه‌یابی، کاربرد» ۴ و ۵ اردیبهشت ۱۳۹۲ در دانشگاه صنعتی اصفهان برگزار شد.

از ۶۲ مقاله‌ی رسیده به این کارگاه ۳۳ مقاله به‌صورت پوستر در کنار کارگاه ارائه شد.

حسین احمدوند (دانشگاه صنعتی اصفهان)، علی بیت‌اللهی (دانشگاه علم و صنعت ایران)، خلیل ذاکری لری (موسسه‌ی ماکس پلانک هاله، آلمان)، علی رستم‌نژادی (دانشگاه صنعتی مالک اشتر)، هادی سلامتی (دانشگاه صنعتی اصفهان)، سیدعلی سیدابراهیمی (دانشگاه تهران)، مسعود صلواتی نیاسر (دانشگاه کاشان)، محمدمهدی طهرانچی (دانشگاه شهید بهشتی)، علی قاسمی (دانشگاه صنعتی مالک اشتر)، ایرج کاظمی‌نژاد (دانشگاه شهید چمران اهواز)، پرویز کاملی (دانشگاه صنعتی اصفهان) ، مرتضی محمودی (دانشگاه علوم پزشکی تهران)، حمیدرضا مداح حسینی (دانشگاه صنعتی شریف)، مرتضی مظفری (دانشگاه رازی کرمانشاه) اعضای کارگروه علمی این کارگاه بودند. دبیر کمیته پرویز کاملی بود.

مدرسه‌ی پیشرفته‌ی گرافن و ادوات اپتوالکترونیکی آن، ۶ و ۷ خرداد ۱۳۹۲ دانشگاه تبریز

روزهای ۶ و ۷ خرداد با همکاری دانشگاه تبریز، انجمن فیزیک ایران مدرسه‌ی پیشرفته‌ی گرافن و ادوات اپتوالکترونیکی آن را در دانشگاه تبریز برگزار کرد. رضا عسگری از پژوهشگاه دانش‌های بنیادی، عصمت کایا از دانشگاه صابونچی ترکی، علی رمضانی از دانشگاه RWTH آخن آلمان، یاسر عبدی از دانشگاه تهران، سعید عابدین پور از دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، سعید شجاعی از دانشگاه تبریز، اصغر عسگری از دانشگاه تبریز مدرسین این مدرسه بودند.

فعالیت‌های انجمن در تابستان و پاییز ۱۳۹۲

باشگاه فیزیک

انجمن فیزیک ایران در فصل بهار سال جاری، ۳ باشگاه فیزیک در دانشکده‌ی فیزیک دانشگاه تهران برگزار کرد. عنوان سخنرانی‌های ارائه شده در این سه نشست عبارتند از:

- انبرک نوری: وسیله‌ئی برای بازی با یک مولکول
- عددهای بزرگ، برگشت‌ناپذیری، ناپیوستگی
- جزر و مد (کشند)

در دانشگاه صنعتی اصفهان نیز ۲ باشگاه فیزیک در اردیبهشت‌ماه و خردادماه امسال، برگزار شد. عنوان سخنرانی‌های ارائه شده در این باشگاه عبارتند از:

- سازوکار هیگز
- اصول عملکرد و کاربردهای سامانه‌های انرژی خورشیدی فتوولتایی

کنفرانس فیزیک ایران، ۴ تا ۷ شهریور ۱۳۹۲ دانشگاه بیرجند

انجمن فیزیک ایران کنفرانس فیزیک ایران و هجدهمین همایش دانشجویی فیزیک را از ۴ تا ۷ شهریور ماه ۱۳۹۲ با همکاری دانشگاه بیرجند برگزار می‌کند. هر روز در این کنفرانس پنج مدرسه با عنوان‌های مدرسه‌ی اسپینترونیک و ولی‌ترونیک، مدرسه‌ی نوبل فیزیک ۲۰۱۲، مدرسه‌ی کیهان‌شناسی: ماده‌ی تاریک یا تصحیحی بر گرانش، و مدرسه‌ی نانوفیزیک برگزار خواهد شد.

اعضاء کمیته‌ی علمی کنفرانس: علی‌رضا آقایی از دانشگاه سیستان و بلوچستان، احمد امیرآبادی از دانشگاه بیرجند، محمد بلوریزاده از دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری کرمان، حبیب تجلی از دانشگاه تبریز، داود ثانوی خشنود از دانشگاه سمنان، احمد درودی از دانشگاه زنجان، نادر رسولی از دانشگاه گیلان، پروانه سنگ‌پور از پژوهشگاه مواد و انرژی، فاطمه شجاعی از دانشگاه تهران، بابک شکری از دانشگاه شهید بهشتی، علی اصغر شکری از دانشگاه پیام نور تهران، رضا عسگری از پژوهشگاه دانش‌های بنیادی، حمیدرضا فلاح از دانشگاه اصفهان، محمدمهدی فیروزآبادی از دانشگاه بیرجند، حمیدرضا قمی مرزدشتی از دانشگاه شهید بهشتی، پرویز کاملی از دانشگاه صنعتی اصفهان، فرهنگ لران از دانشگاه صنعتی اصفهان (**دبیر کمیته**)، عبدالله مرتضی علی از دانشگاه الزهرا، حمیدرضا مشفق از دانشگاه تهران، علی‌رضا مشفق از دانشگاه صنعتی شریف، سامان مقیمی عراقی از دانشگاه صنعتی شریف، حمید نادگران از دانشگاه شیراز، امید ناصر قدسی از دانشگاه مازندران، افشین نمیرانیان از دانشگاه علم و صنعت، مجید هاشمی از دانشگاه شیراز اعضای کمیته‌ی علمی هستند.

بیست و یکمین گردهمایی دانش‌آموزی فیزیک ایران، ۱۴ تا ۱۷ شهریور ۱۳۹۲، ارومیه

انجمن فیزیک ایران با همکاری اداره کل آموزش و پرورش آذربایجان غربی، شهرستان ارومیه، بیست و یکمین گردهمایی دانش‌آموزی فیزیک ایران را با اهداف تشویق دانش‌آموزان به انجام فعالیت‌هایی فراتر از برنامه‌های درسی، پرورش خلاقیت و روحیه‌ی تحقیق و مطالعه در زمینه‌ی فیزیک، تشویق، ترغیب، و ارج‌نهادن به تحقیقات فردی و گروهی، و معرفی بهترین کارهای ارائه‌شده، برگزار خواهد کرد.

کنفرانس ملی اطلاعات و محاسبات کوانتومی، ۱۳ و ۱۴ شهریور، دانشگاه شاهرود

انجمن فیزیک ایران با همکاری دانشگاه شاهرود نخستین کنفرانس ملی «اطلاعات و محاسبات کوانتومی» را در شهریورماه ۱۳۹۲ برگزار می‌کند.

ششمین کارگاه محاسبات سریع HPC۶

۹ تا ۱۱ مهرماه ۱۳۹۲، پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

مدرسه‌ی پیشرفته آخرین دستاوردهای سیستم‌های همبسته قوی

۳ و ۴ مهرماه همکاری با پژوهشگاه دانش‌های بنیادی و CMS در برگزاری دوره