فیزیک روز

فصلنامه‌ی علمی-ترویجی انجمن فیزیک ایران
شماره‌ی چهارم. بهار ۱۳۹۳

دبیرانه‌ها ۲
- فیزیک نظری، فیزیک تجربی

اخبار ۳
- فرهنگستان علوم ایران
- اتحادیه‌ی معلمان فیزیک ایران
- انجمن‌نانو فن‌آوری
- نشریه‌ی جدید انجمن فیزیک آمریکا
- انجمن‌ژئوفیزیک
- طرح چشمه‌ی نور ایران در مجلس شورای اسلامی
- انجمن‌نجوم و انجمن لیزر
- آشکارسازی مد- B تابش زمینه‌ی کیهانی
- گوشی برای انواع صداها
- تأملی درباره‌ی یک نظریه‌ی کوانتومی جایگزین
- آسیب دی‌ان‌ای ناشی از طول موج‌های ایمن برای چشم
- ترمودینامیک در رویارویی با مکانیک کوانتومی
- افزایش میزان نور عبوری از یک محیط تصادفی
- مدل رأی دهندگان، برای انتخابات ایالات متحده کار می‌کند.

مقاله‌ها ۱۲
- ترکیب پیاله ای که در هم پیوست
- مصاحبه با برنده‌ی جایزه‌ی نوبل فیزیک، آنتونی لِگت
- داده‌های بزرگ و نقش آن‌ها در شناخت فیزیک پدیده‌های اجتماعی
- دنیای باکتری‌ها
- دانشگاه ؟

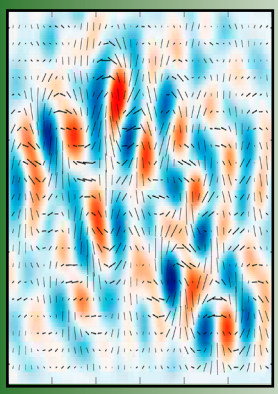
فیزیک در جامعه ۲۷
- چالش‌های مدیریتی یک دانش‌آموخته‌ی فیزیک

معرفی کتاب ۳۱
- نقد کتاب «مکانیک شاره‌ها»
- معرفی کتاب «طرح بزرگ»
- معرفی کتاب «منشأ کیهان»

پژوهش‌های روز ۳۵
- محبوس شدگی کوارک و شکست تقارن کایرال در کیهان اولیه
- مطالعه‌ی برهم کنش‌های تغییر طعم کوارک تاپ در برخورددهنده‌ی خطی آینده

پرسش‌های این شماره ۳۷
- پاسخ پرسش‌های شماره‌ی قبل
- پرسش‌های این شماره

اخبار انجمن فیزیک ۳۹
- فعالیت‌های اخیر انجمن
- جوایز انجمن



تصویر روی جلد:
امواج گرانشی ناشی از تورم، الگویی ضعیف ولی قابل تشخیص در قطبش تابش زمینه‌ی کیهانی به وجود می‌آورند موسوم به الگوی مد-B.
منبع: http://bicepkeck.org/visuals.html
به خبر صفحه‌ی ۷ مراجعه کنید.

صاحب امتیاز: انجمن فیزیک ایران

مدیر مسئول:هادی اکبرزاده
(رئیس انجمن فیزیک ایران)

سردبیر: کیوان آقابابایی سامانی

هیئت‌دبیران: محمدرضااجتهادی، سیدنادررسولی، سیما قاسمی، فرهنگ لران، حمیدرضا مشفق،فرشید محمدرفیعی.

مشاوران: محسن خاکزاد، مسلم زارعی، حسنی مقاری.

مسئول اجرایی: الهام صادقی

صفحه آرا: الهام صادقی

- 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.

www.psimag.ir

انجمن فیزیک ایران
تهران، میدان توحید، ابتدای خیابان نصرت غربی، شماره‌ی۱۴، طبقه‌ی چهار
وبگاه انجمن فیزیک ایران: www.psi.ir

فیزیک نظری، فیزیک تجربی

کیوان آقابابایی سامانی
دانشکده‌ی فیزیک، دانشگاه صنعتی اصفهان

«نظری بهتر است یا تجربی؟»، «آینده‌ی شغلی کدام‌یک روشن‌تر است؟»، «کدام‌یک بیشتر به‌درد مملکت می‌خورد؟». این‌ها سؤال‌هایی است که به ذهن بیشتر دانشجویان فیزیک که می‌خواهند برای آینده‌شان تصمیم بگیرند می‌رسد. اما واقعاً اولویت با کدام‌یک است؟ نظری، تجربی یا هردو؟

برنامه‌ی دکتری فیزیک در ایران از سال ۱۳۶۸ در دانشگاه‌های صنعتی شریف و شیراز آغاز شد. دانشجویان دوره‌های اول همگی کارهای نظری می‌کردند. در زمستان سال ۱۳۶۹ میزگردی در مورد «مسائل دکترای فیزیک در ایران» در شیراز برگزار شد که در آن تنی چند از استادان و دانشجویان این دوره‌ها حضور داشتند. گزارشی از این میزگرد در مجله‌ی فیزیک چاپ شد[۱]. یکی از مسائلی که در آن میزگرد مطرح شد امکان راه‌اندازی دوره‌های فیزیک تجربی بود. این مسأله موافقان و مخالفانی داشت که هر کدام دلایل خودشان را داشتند. مخالفان به کم بودن امکانات و تعداد اساتید فعال در زمینه‌ی فیزیک تجربی اشاره می‌کردند. موافقان، فیزیک نظری و تجربی را تفکیک ناپذیر می‌دانستند و حتی می‌گفتند بدون برگزاری دوره‌های دکتری فیزیک تجربی، دوره‌های دکتری فیزیک نظری هم موفق نخواهند بود.

در ابتدای راه‌اندازی دوره‌ی دکتری فیزیک، فیزیک نظری از اقبال بیشتری برخوردار بود. دانشجویان قوی‌تر جذب فیزیک نظری می‌شدند. کسی از نظری‌کارها نمی‌پرسید این کاری که می‌کنید به چه «درد»ی می‌خورد. صرف این که کار نظری می‌کردند خوب بود. در مورد کارهای تجربی اوضاع این‌گونه نبود و نگاه‌ها به این نوع کارها با نوعی تردید (و شاید گاهی تحقیر) در مورد کیفیت، اهمیت و فایده‌ی آن‌ها همراه بود. با تلاش‌های فراوان تنی چند از تجربی‌کارهای برجسته؛ کم‌کم فضا تغییر کرد. کارهای با کیفیتی در فیزیک تجربی انجام شد. گردهمایی‌های موفقی برگزار شد و دانشجویان خوبی جذب کارهای تجربی شدند و تولیدات علمی در زمینه‌های تجربی افزایش یافت.

امروز که نزدیک به ۲۵ سال از راه‌اندازی دوره‌های دکتری فیزیک در ایران می‌گذرد، اوضاع تا حدی وارونه شده است. اقبال به کارهای تجربی بسیار افزایش یافته و تعداد دانشجویان وتولیدات علمی در فیزیک تجربی زیاد شده است. تجربی‌کارها کمتر مجبورند دیگران را قانع کنند که چرا کار تجربی می‌کنند و چرا روی فلان موضوع خاص کار می‌کنند و کارشان چه فایده‌ی برای کشوردارد. برعکس، نظری‌کارها بیشتر با این پرسش‌ها روبرو می‌شوند.

خوشبختانه دیدگاه‌های دیگری نیز وجود دارد که پیشرفت جامعه‌ی فیزیک ایران را در تعامل فیزیک‌پیشگان نظری و تجربی می‌بینند. در دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی معتبر دنیا نیز بسیاری از کارهای برجسته از این گونه تعامل‌ها بر آمده است. به‌نظر می‌رسد در کشور ما نیز شرایط برای چنین همکاری‌هایی بیش از پیش فراهم شده باشد. خوب است در همایش‌هایی مثل کنفرانس فیزیک، نشست‌هایی به این موضوع و همین‌طور به نقد عملکرد و بررسی دستاوردهای بخش‌های مختلف جامعه‌ی فیزیک اختصاص یابد و فرصتی فراهم شود تا صاحب‌نظران دیدگاه‌های خود را بیان کنند و در معرض نقد دیگران قرار دهند و راه‌هایی برای ایجاد همگرایی بیشتر میان کارهای نظری و تجربی جستجو کنند. فیزیک نظری یا فیزیک تجربی هیچ‌یک به‌تنهایی اولویت ندارند. شاید امروز تعامل میان آن‌ها بیش از هر چیز دیگر اولویت داشته باشد.

---

۱. مجله‌ی فیزیک، سال ۹، شماره‌ی ۱ و ۲، ۱ (۱۳۷۰)

پنجمین سمینار شاخه‌ی فیزیک فرهنگستان علوم

پنجمین سمینار شاخه‌ی فیزیک فرهنگستان علوم با عنوان «نقش آزمایشگاه‌های آموزشی، پژوهشی و ملی فیزیک در توسعه‌ی کشور» و با همکاری و حمایت قطب علمی سامانه‌های پیچیده و ماده‌ی چگال و گروه فیزیک مواد پیشرفته‌ی دانشگاه صنعتی شریف، اسفندماه گذشته در سالن کنفرانس فرهنگستان علوم برگزار شد. مسائل مطرح شده در این سمینار حول محورهای زیر بود: آینده‌ی آموزش و پژوهش فیزیک در دانشگاه‌ها، رضایت پژوهشگران از کیفیت و کمیت نتایج آزمایش‌ها، چشم اندازها و چالش‌های فیزیک تجربی در دوره‌های تحصیلات تکمیلی، تأثیر آزمایشگاه‌های پژوهشی علمی ملی در پیشرفت کشور و لزوم تجدید نظر در سامانه‌ی اداری و آزمایشگاه‌های آموزشی و پژوهشی، آموزش آزمایشگاهی و آزمایشگاه آموزشی، چگونگی توزیع و نقش آزمایشگاه‌ها درتوسعه‌ی صنعت و نقش آزمایشگاه‌های فیزیک و علوم مدارس در توسعه‌ی کشور.

اعلام نگرانی فرهنگستان از افت کیفیت آموزش و پژوهش

شاخه‌های فیزیک و ریاضی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران در اظهار نظری نسبت به افت کیفیت آموزش و پژوهش در دانشگاه‌های کشور هشدار دادند. در متن اعلام نظر این شاخه با اشاره به اینکه ملاک ارزیابی توسعه و پیشرفت علمی، تولید و استفاده از علم نافع است، به دیدگاه‌های کمّی‌نگر به ارزیابی علمی -هم در آموزش و هم در پژوهش- انتقاد شده ونسبت به عدم توجه به کیفیت آموزش و پژوهش و رعایت استانداردهای جهانی انتقاد شده است. همچنین خلط جایگاه و رسالت دانشگاه‌های دولتی وابسته به وزرات علوم و دانشگاه‌های دولتی وابسته به سایر نهادها و وزارتخانه‌ها یکی از عوامل افت کیفیت آموزش و پژوهش عنوان شده است و برای افزایش کیفیت به لزوم توجه به کیفیت و توانایی علمی افراد در هنگام جذب اعضای هیئت علمی و در مرحله‌ی بعد دانشجویان تحصیلات تکمیلی، به ویژه دانشجویان دکتری اشاره شده است.

کردستان میزبان فرهنگیان

پانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران و پنجمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه توسط اتحادیه‌ی انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک ایران، انجمن علمی آموزشی معلمان فیزیک استان کردستان، اداره‌ی کل آموزش و پرورش استان کردستان و دانشگاه فرهنگیان ۵-۲ شهریور در سنندج برگزار خواهد شد. مسائل اصلی مورد بحث در این کنفرانس حول محورهای زیر خواهد بود: تجربه‌های خلاقانه و شیوه‌های تدریس، پژوهش در آموزش و آموزش حرفه‌ای معلمان، فعالیت‌های آزمایشگاهی، فن آوری‌های نوین، نقش فیزیک در زندگی فردی و اجتماعی، محیط زیست، نقش تاریخ علم، انجمن‌های علمی، سامانه‌های آموزشی، برنامه‌های درسی و بسته‌های آموزشی، تازه‌های علم فیزیک و فن‌آوری‌های نو (نانو فن‌آوری و ...) و سنجش و ارزشیابی در آموزش فیزیک.

گردهمایی دانش آموزی فیزیک امسال در شیراز

بیست و دومین گردهمایی دانش‌آموزی فیزیک با محورهای آموزش فیزیک، طرح‌ها و ابداعات دانش‌آموزی و مقالات و تحقیقات دبیران، از ۱۱ تا ۱۳ شهریور ماه در شیراز برگزار خواهد شد. در این مراسم بهترین طرح مسأله، بهترین محاسبه و تحلیل خطا، بهترین به کارگیری ابزار و بهترین توجه به جزئیات برگزیده و معرفی می‌گردد. این گردهمایی که شهریورماه هر سال برگزار می‌گردد، سال پیش در استان آذربایجان غربی برگزار شد.

پانزدهمین همایش دانش‌آموختگان فن‌آوری نانو

- انجمن نانوفن‌آوری ایران با همکاری دانشگاه تربیت مدرس و با حمایت ستاد ویژه‌ی توسعه‌ی فن‌آوری نانو، پانزدهمین همایش دانش‌آموختگان فن‌آوری نانو را در روزهای ۴ و ۵ اردیبهشت ماه سال۹۳ در دانشگاه تربیت مدرس برگزار کرد. همایش‌های دانش‌آموختگان فن‌آوری نانو با هدف ایجاد هم‌افزایی و تعامل میان پژوهشگران حوزه فن‌آوری نانو، توانمندسازی محققان برای ورود به عرصه‌ی بازار و ارائه‌ی مدل‌ها، الگوها و راهکارهای کسب موفقیت برای فعالیت در بازار فن‌آوری نانو، هر ساله در یکی از دانشگاه‌های کشور برگزار می‌شود و تاکنون ۱۴ همایش از این مجموعه همایش‌ها در دانشگاه‌های تربیت مدرس، کاشان، شیراز، رازی کرمانشاه، علوم پزشکی تهران، علوم پزشکی شهید بهشتی و علوم پزشکی مشهد، دانشکده‌ی پردیس فنی تهران واحد گیلان، دانشگاه صنعتی امیرکبیر وعلوم پزشکی تهران برگزار شده است.
- انجمن نانو با همکاری دانشکده‌ی مهندسی مکانیک و پژوهشکده‌ی مطالعات آینده‌ی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، کارگاه آموزشی «نانوفن‌آوری محاسباتی» را نیز در دانشگاه صنعتی امیرکبیر برگزار کرد.

نشریه‌ی جدید انجمن فیزیک آمریکا

انجمن فیزیک آمریکا که ناشر مجموعه نشریات علمی بسیار معتبر Physical Review است، نشریه‌ی جدیدی به این خانواده اضافه کرد. نشریه جدید با عنوان Physical Review Applied قرار است خلأ میان فیزیک و مهندسی را پر کرده و به کاربردهای مهم علم فیزیک در فن آوری بپردازد. اولین شماره‌ی این مجله با هفت مقاله و از طریق وبگاه مجله http://journals.aps.org/prapplied به شکل الکترونیکی قابل دسترسی است.

کنفرانس ژئو فیزیک

در راستای توسعه و تبادل نظر علمی و فنی و ارائه‌ی آخرین دستاوردهای علمی و پژوهشی مربوط به فیزیک زمین و فضا، انجمن ژئوفیزیک ایران با همکاری دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و مراکز علمی و فنی، دستگاه‌های اجرایی، شرکت‌ها و بخش خصوصی مرتبط، شانزدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران را ۲۳ تا ۲۵ اردیبهشت ماه برگزار کرد. هدف از این کنفرانس آشنایی با تازه‌ترین دستاوردهای علمی و فنی، ارایه‌ی نتایج فعالیت‌های پژوهشی محققان و دانشجویان، ایجاد زمینه‌ی بحث و تبادل نظر علمی بین پژوهشگران، کارشناسان و دانشجویان، ارتقاء سطح علمی و فنی دانش ژئوفیزیک و علوم وابسته، ایجاد زمینه‌ی بحث و تبادل نظر بین محققین و صنعت و توسعه‌ی ارتباط میان مراکز آموزشی-پژوهشی و صنعت عنوان شده است.

طرح چشمه‌ی نور ایران در مجلس شورای اسلامی

در ۲۶ اسفند ۱۳۹۲ در جلسه‌ای در مجلس شورای اسلامی بر ضرورت ادامه‌ی طرح چشمه‌ی نور ایران تأکید شد و توافق شد که بودجه‌ی کافی در اختیار طرح قرار داده شود. هم‌چنین توافق شد که این طرح یکی از پروژه‌های مهم در برنامه‌ی ۵ ساله‌ی ششم باشد و در سال ۱۳۹۴ ردیف بودجه به آن اختصاص یابد. در ۲۱ فروردین ۱۳۹۳ در اولین جلسه‌ی شورای اداری قزوین تصمیم‌های جلسه‌ی مجلس به اطلاع مدیران استان قزوین رسید و جلسه‌ی دیگری نیز با حضور اساتید دانشگاه امام خمینی قزوین و دانشگاه آزاد برگزار شد تا جزئیات طرح به آگاهی آنان برسد.

روز نجوم

روز نجوم یکی از روزهای تعطیل تقویم هر کشوری است که در هفته‌ی نزدیک به نخستین تربیع ماه بین ۱۵ آوریل تا ۱۵ می است. روز نجوم امسال در ایران جمعه ۱۹ اردیبهشت، انتخاب شد. انجمن نجوم از تمامی گروه‌های نجومی که قصد انجام فعالیت‌های ترویجی در هفته و روز نجوم را داشتند دعوت کرد تا در طرح ملی « نجوم برای مردم » با محوریت ترویج علم نجوم بین عموم مردم و پرهیز از ترویج خرافات علمی و در حد امکان با فعالیت‌های مبتکرانه ، با این انجمن همکاری نمایند. به این ترتیب روز نجوم در پنج پایگاه انجمن نجوم مسجد امام علی(ع) میدان پونک، انجمن نجوم آسمان زنده‌رود زرین‌شهر، مؤسسه‌ی دانش پژوهان آسمان دز (انجمن نجوم دزفول)، واحد فناور مکعب آبی دانشگاه شهید بهشتی و انجمن نجوم مشهد برگزار شد.

سومین کنفرانس لیزر وکاربردهای آن

سومین کنفرانس لیزر وکاربردهای آن به ابتکار پژوهشکده‌ی لیزر و اپتیک وبا همکاری دانشگاه تربیت مدرس تهران شهریورماه با محورهای فن‌آوری لیزر، لیزر در صنعت، اپتیک لیزر، بیو فوتونیک، طیف نگاری لیزری، شتاب دهنده‌های لیزری، برهم کنش لیزر با ماده، لیزر و انرژی و لیزرهای فوق کوتاه در محل دانشگاه تربیت مدرس تهران برگزار خواهد شد. آخرین مهلت ثبت نام سوم شهریور خواهد بود.

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

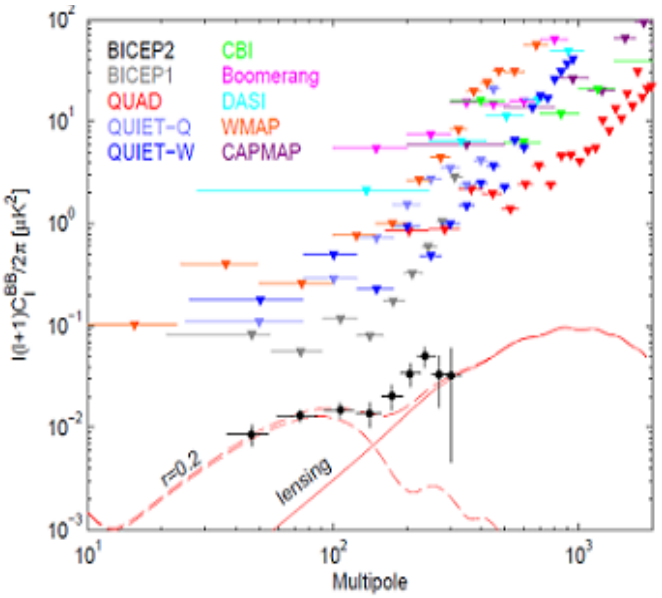
آشکارسازی مد- B تابش زمینه‌ی کیهانی

منبع: http://arxiv.org/abs/1403.3985

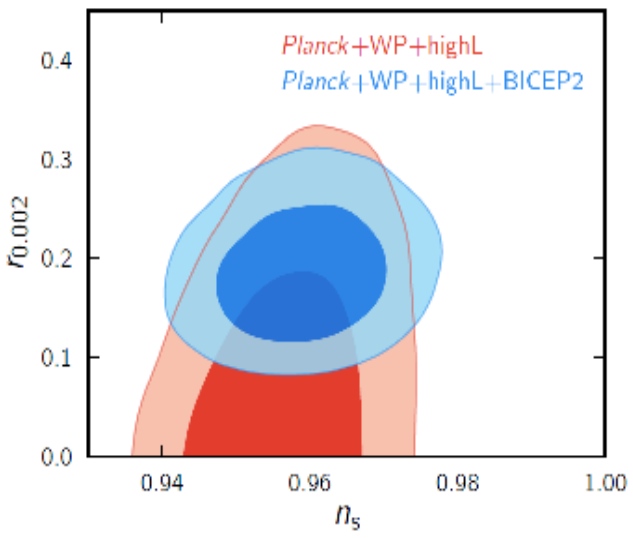
داده‌های اخیر تلسکوپ $BICEP_2$ واقع در قطب جنوب نشان می‌دهد که برای نخستین بار مد- B تابش زمینه‌ی کیهانی آشکارسازی شده است [۱]. تابش زمینه‌ی کیهانی، یک نوع تابش جسم سیاه آغازین است که در کیهان اولیه و هنگام تشکیل اتم هیدروژن (دوره بازترکیب) آزاد می‌شود. این تابش ناهمسانگردی‌های اولیه ای دارد که می‌توانند به علت افت و خیز کوانتمی یک نوع میدان اسکالر و یک میدان تانسوری در دوره‌ی تورمی باشند. وجود ناهمسانگردی در تابش زمینه باعث می‌شود که پس از دوره‌ی بازترکیب، وقتی این فوتون و الکترون آخرین پراکندگی کامپتون را انجام می‌دهند، درصدی از آن قطبیده شود. کیهان شناسان قطبش حاصل را هوشمندانه به دو نوع قطبش E و قطبش B تقسیم می‌کنند که قطبش نوع B تنها در صورتی غیر صفر است که ناهمسانگردی اولیه‌ی تابش زمینه، به علت حضور میدان تانسوری به وجود آمده باشد. این میدان تانسوری همان موج گرانشی است که از کیهان اولیه می‌آید. بنابراین بر اساس این نظریه، آشکارسازی مد- B به طور غیر مستقیم به معنی آشکار سازی موج گرانشی اولیه می‌باشد. نظریه‌ی تورم پیش بینی می‌کند که امواج گرانشی می‌توانند در طول دوره‌ی تورم ایجاد شوند. کیهان شناسان برای توصیف بزرگی طیف توانی این امواج از پارامتر r استفاده می‌کنند. بزرگی دامنه‌ی طیف توانی موج گرانشی مساوی است با حاصلضرب r در دامنه طیف توانی افت و خیزهای ناشی از میدان اسکالر. همانطور که شکل ۱ نشان می‌دهد، مد-B اندازه گیری شده توسط تلسکوپ $BICEP_2$ با مدلی که در آن $r = 0.2$ است تطابق بسیار خوبی دارد. این نتیجه نشان می‌دهد که مقیاس انرژی تورم از مرتبه‌ی مقیاس انرژی (GUT) است. به همین ترتیب مدل‌های با $r = 0$ نیز با دقت ۷ سیگما رد می‌شوند.

همان طور که انتظار می‌رفت از همان روزهای اول انتشار داده‌های $BICEP_2$، گروه‌های زیادی شروع به بحث در مورد این نتایج و تحلیل داده‌های آن نمودند. یکی از موضوعاتی که مورد بحث قرار گرفته است عدم تطابق نتایج ماهواره پلانک و $BICEP_2$ در مورد پارامتر r است. نتایج اندازه گیری تابش زمینه‌ی کیهانی توسط ماهواره‌ی پلانک که در سال گذشته منتشر شد، قید $r < 0.11$ را به دست می‌دهد که در مقایسه با نتیجه‌ی $r = 0.2$ به نظر می‌رسد یک عدم سازگاری وجود دارد (شکل ۲). البته قید پلانک، ناشی از اندازه گیری قطبش نیست و باید منتظر نتایج داده‌های قطبش اندازه گیری شده توسط ماهواره‌ی پلانک تا چند ماه آینده بود.

تهیه کننده: مسلم زارعی



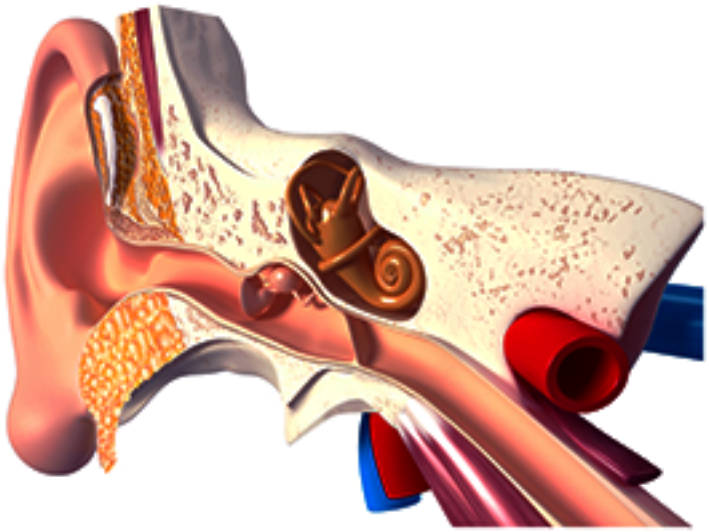
شکل ۱: مقایسه‌ی داده‌های $BICEP_2$ و مدل شامل موج گرانش با r=0.2



شکل ۲: مقایسه‌ی نتایج ماهواره‌ی پلانک و $BICEP_2$.

گوشی برای انواع صداها

منبع: http://physics.aps.org/synopsis-for/10.1103/PhysRevApplied.1.014003



گوش انسان توانایی شگفت انگیزی در تمرکز روی یک صدا در میان مجموعه ای از اصوات ورودی دارد. گوش می‌تواند صدای یک ویولن سل را در میان بقیه‌ی سازهای نواخته شده در یک سمفونی دنبال کند یا به یک مکالمه‌ی خاص در یک مهمانی شلوغ دزدیده گوش دهد.

معمولاً گمان می‌رود که فرایندهای پیچیده‌ی شنوایی از این دست در قسمت شنوایی پوسته‌ی مغز انجام می‌شود. اما اخیراً دیدگاهی مطرح شده است که بخش‌هایی از این فرآیندهای پیچیده پردازش صوت نه در مغز (سامانه‌ی عصبی مرکزی) بلکه در سامانه‌ی شنوایی جانبی انجام می‌شود: در گوشها. گروه تحقیقاتی رودی استوپ در دانشگاه زوریخ سوییس مدلی را پیشنهاد کرده اند که دلایل تازه ای در تأیید این دیدگاه ارائه می‌کند که مراحل اصلی انتخاب صداها با نوعی پیش-گزینش در قسمت حلزونی گوش درونی انجام می‌شود.

در اولین شماره‌ی مجله‌ی Phys. Rev. Appl.، استوپ و گروه همکار او، قسمت حلزونی را با مدلی به نام مدل هوپف توصیف می‌کنند که معمولاً برای توصیف نوسانگرهای زیستی، از جمله سلول‌های مویین در سامانه‌ی شنوایی به کار گرفته می‌شوند.

آن‌ها این مدل را برای توضیح این پدیده به کار می‌گیرند که چگونه گوش یک صدای خاص را در میان مجموعه‌ای از صداها با زیر و بمی‌های مختلف انتخاب می‌کند. نتایج آن‌ها پیشنهاد می‌کند که نورون‌هایی که از مغز به سلول‌های مویین بیرونی در قسمت حلزونی پیغام می‌فرستند، می‌توانند فرآیندی را محقق کنند که بهره‌های فرکانسی متفاوت را در بازه‌های مختلف فراهم کرده و کنترل می‌کند. این نتایج می‌توانند توضیح دهند که چگونه قسمت حلزونی می‌تواند صداهایی را که شخص انتخاب می‌کند، تقویت و در مقابل، بقیه‌ی صداهای ورودی را تضعیف کند.

مترجم:علیرضا ولیزاده

تأملی درباره‌ی یک نظریه‌ی کوانتومی جایگزین

منبع:

http://physics.aps.org/synopsis-for/10.1103/PhysRevLett.112.130404

فیزیک‌پیشه‌ها از سال ۱۹۹۸ براساس تأملاتی درباره‌ی فضازمان، نظریه‌ی کوانتومی اصلاح‌شده‌ای را بررسی کرده‌اند. این نظریه‌ی به اصطلاح PT متقارن، پیش‌بینی‌های خاصی می‌کند ـ مانند میانبرهای زمانی در تحول بین دو حالت ـ که در عین این که با مشاهدات سازگار است با مکانیک کوانتومی متعارف مغایرت دارد. اما یک ارزیابی جدید از این مدلِ جایگزین نشان داده است که خطاهای بنیادینی دارد. نویسندگان در فیزیکال ریویو لترز نشان داده‌اند که نظریه‌ی PT متقارن منعِ ارتباطاتِ سریعتر از نور را نقض می‌کند.

یک اصل اساسی مکانیک کوانتومی این است که معادله‌ی هامیلتونی‌ای که انرژی در یک سامانه‌ی کوانتومی را توصیف می کند باید خاصیتِ ریاضی‌ای موسوم به هرمیتی بودن داشته باشد تا تضمین شود که همه‌ی مقادیر انرژی‌های پیش‌بینی شده حقیقی باشند. اما به شیوه‌ی دیگری هم می‌شود از حقیقی بودنِ مقادیر انرژی مطمئن شد، با تأکید بر این که هامیلتونی در فضازمان تقارن بازتابی (وارونی) داشته باشد. در گذشته، پژوهشگران از مدل PT متقارن برای توصیف سامانه‌های اپتیکی خاصی استفاده می‌کردند. اگر تقارن PT واقعاً بنیادی باشد ـ یعنی

جایگزین محدودیت هرمیتی بودن بشود در آن صورت تبعات اساسی و ریشه‌ای خواهد داشت، از جمله آن که سامانه‌ی کوانتومی سریعتر از آن چه به طور معمول پیش‌بینی می‌شود تحول یابد. اما یی ـ چانلی و همکارانش از دانشگاه ملی تسینگ ـ هوئا در شهر هیسنچوآ، در تایوان چالشی پیش روی این مفهوم گذاشته اند. آن‌ها به وارسی دو فرض ضمنی در نظریه‌ی PT متقارن پرداختند، یکی این که چگونه به طور موضعی تعریف شده و دیگری این که پیش‌بینی‌هایش چگونه محاسبه می‌شوند. آن‌ها این دو فرض را با یک آزمایشِ فکریِ کلاسیک به آزمون گذاشتند که در آن آلیس و باب دو حالتِ درهم تنیده را مشترک هستند. این گروه با انتخاب این که آلیس چگونه حالتش را اندازه می‌گیرد متوجه شدند که او می‌تواند اطلاعات را سریعتر از سرعت نور به باب بفرستد. نویسندگان مقاله بر این باورند که این نتیجه تقارن PT را که یک نظریه‌ی بنیادی می‌تواند باشد رد می‌کند، اما هنوز هم به‌عنوان یک نظریه‌ی کارآمد می‌تواند مفید باشد و مدلی جالب توجه برای سامانه‌های باز در اپتیک کلاسیک به شمار رود.

مترجم: ماندانا فرهادیان

آسیب دی‌ان‌ای ناشی از طول موج‌های ایمن برای چشم

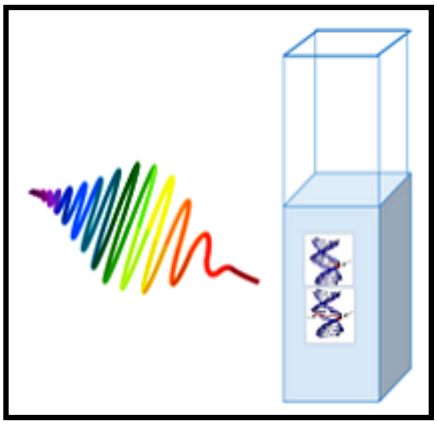
منبع: physics.aps.org/synopsis-for/10.1103/physRevLett.112.138105

اغلب فرض می‌شود که لیزرهای مادون قرمزِ دور به چشم انسان آسیبی نمی‌رسانند. به همین دلیل جذابیت زیادی برای استفاده در ابزارهایی مانند رادار لیزری، فاصله‌یاب و هدف گیری‌های سامانه‌ای که در فضاهای باز به کار می‌روند، پیدا کرده‌اند. اما تحقیقات جدید نگرانی‌هایی را در مورد ایمنی طول موج‌های بلند ایجاد کرده است. آزمایش‌هایی که در مجله فیزیکال ری‌ویو لِترز گزارش شده‌اند، نشان می‌دهد پالس‌های فمتوثانیه از لیزرهای مادون قرمزِ دور، می‌توانند باعث شکستگی دی‌ان‌ای‌هایی که در معرض آن‌ها قرار می‌گیرند، شوند.

بسیاری از مقررات و دستورالعمل‌های ایمنی برای لیزرها بر اساس حفاظت از شبکیه چشم از نور شدید و متمرکز است که می‌تواند این بافت حساس را بسوزاند. در طول موج‌های مادون قرمز دور (بزرگتر از ۱۴۰۰ نانومتر)، اکثر نور توسط محیط آبی در جلوی چشم جذب می‌شود. این امر مانع رسیدن نور به شبکیه چشم می‌شود. به همین دلیل حداکثر توان قابل قبول برای لیزرهای مادون قرمزِ دور، بالاتر از لیزرهایی با نور مرئی و یا مادون قرمزِ نزدیک است.

اما تهدید و آسیب از ناحیه لیزر تنها محدود به گرمای بیش از حد نیست و تغییرات شیمیایی القا شده توسط نور را نیز شامل می‌شود. دیپاک ماتور و همکارانش از مؤسسه‌ی تحقیقات بنیادی تاتا در هندوستان، در مطالعات پیشین خود نشان دادند که پالس‌های لیزر با طول موج ۸۰۰ نانومتر می‌توانند از طریق تولید الکترون‌های آزاد و رادیکال‌های هیدروکسیل (OH) در آب محیط اطراف، باعث شکستگی دی‌ان‌ای شوند. آن‌ها اکنون آزمایش مشابهی را با پالس‌های لیزر فمتوثانیه (تراهرتز) در طول موج ۱۳۵۰ و ۲۲۰۰ نانومتر انجام داده‌اند. تحلیل‌ها نشان می‌دهد، بعد از حدود ۳ دقیقه نوردهی، تقریبا ۹۵٪ مولکول‌های دی‌ان‌ای مورد نظرشکستگی‌هایی در یک رشته و یا هر دو رشته پیدا کرده‌اند. این گروه دریافتند که با معرفی مولکول‌های «لاشخور» که رادیکال‌های هیدروکسیل را غیرفعال می‌کنند، می‌توانند میزان آسیب را کاهش دهند. از این رو آن‌ها حدس می‌زنند آسیب دی‌ان‌ای، در درجه‌ی اول، ناشی ازمولکول‌های OH با تکانه زاویه‌ای بسیار زیاد است که در میدانِ نوریِ قویِ پالس‌های لیزر به وجود می‌آیند. اگر چه، این مسأله هنوز باقی مانده است که نشان داده شود، آیا این رادیکال‌های هیدروکسیل که به دی‌ان‌ای حمله می‌کنند در توان‌های پایین این نوع لیزرها که در کاربردهای تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند، نیز ایجاد می‌شوند یا خیر.

مترجم: محمد اولین چهارسوقی



Krithika Dota and Deepak Mathur/ Tata Institute of Fundamental Research

ترمودینامیک در رویارویی با مکانیک کوانتومی

منبع: http://physics.aps.org/articles/v7/35

چکیده: گرمایی که الکترون‌ها در یک ابزارِ ترموالکتریکی با خود حمل می‌کنند به «لوله‌ای» نیاز دارد که به طرز حیرت‌آوری پهن باشد. موردِ نادری که اثرهای کوانتومی پیامدهای ماکروسکوپی دارد.

قدرت کنجکاوی. ابزارهای ترموالکتریکی که برای اکتشاف فضا به کار می‌روند ـ از جمله کاوشگرِ سیارِ مریخ به نام کیوریاستی[1] ـ باید کوچک، جمع وجور و کم حجم باشند، چون محدودیت جا و وزن برای ابزارهایی که در سفینه‌ی فضایی سوار می‌شوند وجود دارد. اما مکانیک کوانتومی در کمال تعجب حد بزرگی روی کوچکترین اندازه‌ی این ابزارها می‌گذارد.

ابزارهای ترموالکتریکی که گرما را به الکتریسیته تبدیل می‌کنند، به طور بالقوه می‌توانند انرژی مفید از چشمه‌های گرمایی ای مانند گازهای خروجی داغ از وسایل نقلیه را بازپس بگیرند. اما یک مطالعه‌ی نظری در فیزیکال ریویو لِترز نشان داده است که اگر این ابزارها بخواهند در ضمن این که قدرت قابل ملاحظه‌ای تولید کنند در حد نسبی نیز کارآمد باقی بمانند، نمی‌توانند از حد معینی که شاید به پهنای چند میلیمتر باشد کوچکتر باشند. قوانین فیزیک کوانتومی که بر رفتار الکترون‌ها حاکم است حد این اندازه را تعیین می‌کند، گو این که این اثرهای کوانتومی معمولاً به مقیاس‌های اندازه ای کوچکتری مربوط هستند.

قوانین ترمودینامیک در اواسط قرن نوزدهم برای توصیف بازدهی تبدیل گرما به کار مفید توسعه یافتند و در مورد موتورها و ماشین‌های آن زمان به‌کار می رفتند. امروزه حوزه‌ی ترمودینامیکِ کوانتومی، که در حال شکل گیری است، به این می‌پردازد که اصول ترمودینامیک در ابعاد کوچک تا چه اندازه باید تغییر و اصلاح یابند، ابعادی که اندازه‌ی آنها اکنون به سرحد ماشین‌های نانویی رسیده است.

رابرت ویتنی از دانشگاه گرونوبل، فرانسه، و مرکز ملی فرانسه برای تحقیقات علمی (CNRS) اکنون نشان داده است که چنین اثرهای کوانتومی‌ای می‌توانند پیامدهای ماکروسکوپی شگفت‌انگیزی داشته باشند. او اثرهای ماهیت کوانتومی الکترون‌ها روی عملکرد ابزار ترموالکتریکی را مطالعه کرد، ابزاری که وقتی الکترون‌ها از منطقه‌ی داغ یک ماده به منطقه‌ی سرد دیگر آن پخش می‌شوند، جریان الکتریکی تولید می‌کنند. سوال این است: یک کانال رسانش چقدر می‌تواند باریک شود بدون این که ماهیت موجی الکترون‌ها بر روی جریان الکتریکی اثر بگذارد؟ در سال ۱۹۸۳، جان پندرای از امپریال کالج لندن نشان داده بود که حدی برای مقدار گرمایی که الکترون‌ها می‌توانند از یک منفذ عبور دهند وجود دارد [1]. ویتنی می‌گوید «جریان الکترون از یک مولد کمی شبیه به ترافیک در یک جاده‌ی اصلی است». جریان در پهنای مشخصی در کانال بند می‌آید و قفل می‌شود.کمینه‌ی پهنا به « اندازه‌ی» مؤثر الکترون‌ها که توسط طول موج کوانتومی، آن‌ها تعیین می‌شود، بستگی دارد.

ویتنی برای پارامترهای نوعیِ عملیاتی یک دستگاه ترموالکتریکی محاسبات مکانیک کوانتومی انجام داد تا تعیین کند چه وقت این نوع تراکم الکترون‌ها بازدهی را کاهش می‌دهد. او فهمید که به ازای یک برون داد انرژی معین، گرما وقتی با بیشترین بازدهی انتقال می‌یابد که الکترون‌ها دارای یک انرژی بیشینه و کمینه‌ی کاملاً تعیین شده باشند. مشابهت با ترافیک جاده ای در این است که حرکت ماشین‌ها وقتی با بیشترینِ بازدهی در جریان است که گستره‌ی کاملاً معینی از سرعت‌ها وجود داشته باشند، نه این که ماشین‌ها با همه‌ی سرعت‌های ممکن در حرکت باشند.

سپس ویتنی مقدار گرمایی را به‌دست آورد که این نمایه‌ی انتقالِ بهینه در عرض کانالی با اندازه‌ی خاص می‌تواند حمل شود. نتایج او را شگفت زده کردند. یک مولدِ ۱۰۰ واتی که با بازدهی بالا در حال کار است باید سطح مقطعی دست کم به اندازه‌ی ۰٫۵ سانتیمترمربع داشته باشد ـ به گفته‌ی او «در حدود مساحت دگمه‌ی یک بلوز». «این مساحت در قیاس با اجسامی که این توان را مصرف می کنند عظیم است؛ مثلاً سطح مقطعِ رشته‌ی یک لامپ ۱۰۰ واتی چیزی در حدود موی سر شما است.»

به نظر می‌رسد اندازه‌ی کمینه از این واقعیت به‌دست می‌آید که «کانال» انتقال هر الکترون یک پهنای حداقلی دارد که طول موج کوانتومی الکترون آن را دیکته می‌کند و نمی‌تواند با کانال‌های دیگر همپوشانی و تداخل داشته باشد. هر کانالی برای بازدهی بیشینه باید تا حد ممکن کمترین انرژی را حمل کند، بنابراین برای به‌دست آوردن

۱۰۰ وات به تعداد زیادی از این کانال‌های موازی با هم نیاز است. اما ویتنی اعتراف می‌کند که هنوز تصویر شهودی کاملی برای توضیح چنین اندازه‌های کمینه‌ی بزرگی ندارد.

ویتنی می‌گوید ۱۰۰ وات برای ترموالکتریک‌هایی مثل آن‌هایی که ناسا در کاوشگر کیوریاستیِ مریخ استفاده کرده است متعارف است. اما اگر بتوان توان آن را کمتر کرد، آن وقت محدودیت‌های اندازه ای نیز کاهش می‌یابد. سطح مقطع یک مولدِ ۱ واتی (مقدار توانِ مصرفی یکَ تلفنِ هوشمند در طی یک تماس تلفنی) می‌تواند ۱۰۰ برابر کوچکتر باشد. ویتنی می‌گوید «پس اگر بخواهیم مولدهای انرژیمان را مینیاتوری بسازیم باید توان مورد نیازمان را کمتر کنیم».

دیوید سانچز از دانشگاه جزایر باله آریک در پالمادِ مایورکا در اسپانیا می‌گوید که چنین یافته‌هایی نشان می‌دهند که فیزیک کوانتومی پنجره‌های جدیدی به ترمودینامیک _ رشته‌ای قدیمی که بسیاری آن را باور داشتند و حق مطلب درباره‌ی آن ادا شده است_ باز می‌کند. سانچز طبق یافته‌های ویتنی می‌گوید «معلوم شده است که این یافته‌های بنیادین طبعات جدی ای برای ابزار کاربردی در پی داشته است». او اضافه می‌کند که پژوهش ویتنی همچنین شیوه‌ی تازه ای برای تحقیق ارتباط بین کوانتوم و دنیاهای ماکروسکوپی فراهم می‌آورد. نظریه‌ی جدید؛ ابزاری به آزمایش‌گران می‌دهد تا توان تولید شده از یک دستگاه کاملاً کوانتومی را با یک هم ارز کلاسیکی اش مقایسه کنند.

مترجم: ماندانا فرهادیان

مراجع:

1.J. B. Pendry, “Quantum Limits to the Flow of Information and Entropy,” J. Phys. A 16, 2161 (1983).

1. Curiosity

افزایش میزان نور عبوری از یک محیط تصادفی

منبع: physics.aps.org/synopsis-for/10.1103/physRevLett.112.133403

«لکه لکه» شدن نور لیزر پراکنده شده از یک سطح، بدین علت اتفاق می‌افتد که پرتوهای همدوس نور، مسیرهای متفاوتی را در یک زمان طی می‌کنند که باعث می‌شود در نقاط مختلف همدیگر را تقویت یا تضعیف کنند. اما محققین اثر معکوسی را در مجله فیزیکال ری‌ویو لِترز گزارش کرده‌اند، طوری که می‌توانند با اعمال یک طرح فاز مشخص بر لکه لیزر، باریکه‌ی لیزر را از یک محیط مات عبور دهند.

یک ماده‌ی شفاف مانند آب نور زیادی را جذب نمی‌کند، ولی قطره‌های کوچک آب، نور را در همه جهت‌ها پراکنده می‌کنند. به‌طور معمول، یک ساختار پراکنده کننده مانند یک ابر سفید، که ضخامت آن بسیار بیش‌تر از مسیر آزاد میانگین است، همه‌ی نور را پراکنده می‌کند و تنها بخش کوچکی از نور می‌تواند از آن عبور کند. ولی فیزیک‌پیشگان نظری در یک دهه‌ی گذشته دریافته‌اند، تداخل موج می‌تواند رفتار متفاوتی را نتیجه دهد. این پدیده برای اولین بار در حوزه‌ی الکترونیک مطالعه شد: طبق نظریه، در یک ماده رسانای نامنظم تداخل الکترون می‌تواند به چینش یک‌سری حالت‌های خاص، که به آن «کانال‌های باز» می‌گویند، منجر شود. بر اثر این پدیده، جریان الکتریکی از طریق مسیرهای تصادفی رسانش عبور می‌کند. ولی برای توضیح مستقیم این اثر، راهی عملی برای ایجاد ساختارهای خاص برای فاز ورودی الکترون‌ها وجود ندارد.

سباستین پاپ‌آف و همکارانش در دانشگاه یِل، اثر متناظری برای موج‌های نور نمایش دادند. برای این منظور از تلفیق کننده فضایی نور[1] که فاز نور را در عرض لکه لیزر به طور مستقل کنترل می‌کند استفاده کردند. آن‌ها یک ورقه به ضخامت ۲۰ میکرون که از تکه‌های دی‌اکسیدتیتانیوم با قطرهای حدودی نیم میکرومتر ساخته شده بود را، مورد استفاده قرار دادند. در حالت اولیه، با تابش باریکه‌ی لیزر به این ورقه، ضریب عبور برابر ۵٪ بود. این گروه لکه‌ی لیزر را به ۴۶۰ ناحیه تقسیم کرد و با تغییر توزیع فاز و استفاده از روش تکرار، توانستند ضریب عبور را به بیشینه‌ی مقدار خود، یعنی ۳۰۶ برابر حالت اولیه افزایش دهند. همچنین، آن‌ها به‌سادگی با تنظیم فازها ضریب عبور را به یک سوم حالت اولیه کاهش دادند.

مترجم: احسان احدی اخلاقی

1.Spatial light Modulator

S. M. Popoff/Yale University

مدل رأی دهندگان، برای انتخابات ایالات متحده کار می‌کند.

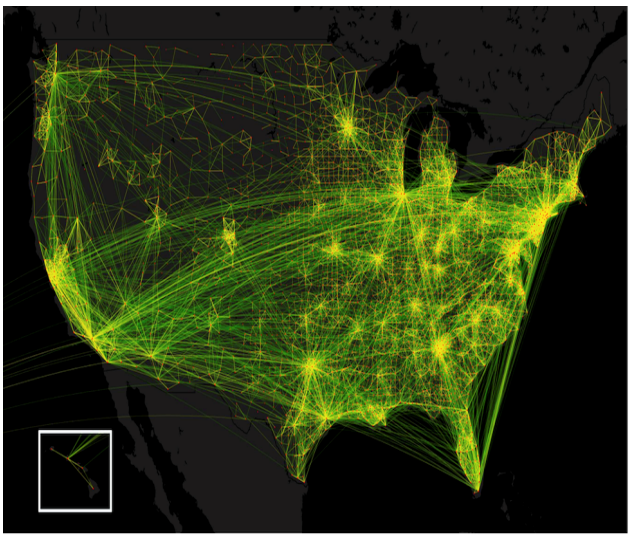
منبع: http://physics.aps.org/articles/v7/40

یک شبیه سازی کامپیوتری از رفتار رأی دهندگان، با اندازه گیری‌های آماری داده‌های ۳۰سال انتخابات ریاست جمهوری امریکا، مطابقت دارد.

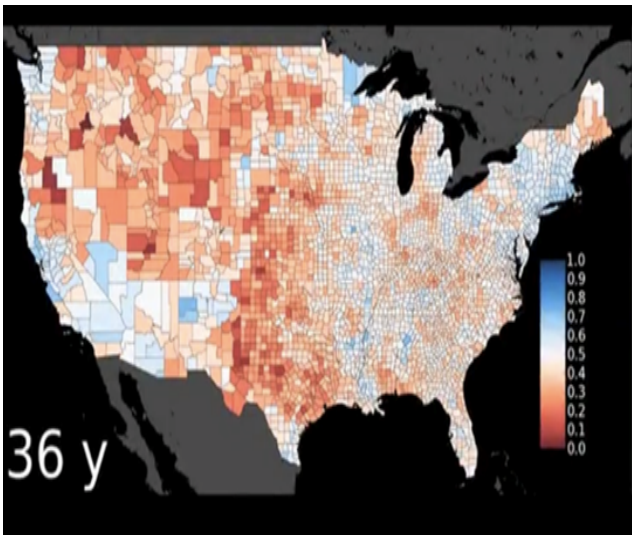
بر طبق یک گزارش در مجله‌ی فیزیکال ریوو لترز یک شبیه سازی کامپیوتری از رأی دهندگانی که بر یکدیگر در گذر زمان تأثیر می‌گذارند، می‌تواند الگوهای آماری پایدارِ انتخابات ریاست جمهوری آمریکا را بازتولید کند. مدل از جمعیت و داده‌های جابجایی در هر شهرستان ایالات متحده استفاده و فرض می‌کند که رأی دهندگان می‌توانند نظرهای سیاسی خود را بر اساس تعامل با دیگران در محیط خانه و یا کار تغییر دهند. این نوع مدل مورد استفاده توسط پژوهشگران، تاکنون به صورت مستقیم با داده‌های انتخابات قیاس نشده بود و پژوهشگران بر این باور بودند که مدل‌های مشابه، توانایی روشن ساختن نحوه‌ی تغییر عقاید فرهنگی و سیاسی در میان یک جمعیت و یا پایدار ماندن آن‌ها در گذر زمان را دارند.

مدل‌های رأی دهندگان، پخش شدن عقاید در بین مردم را شبیه سازی می‌کنند. در بیشتر این شبیه سازی‌ها، «رأی دهندگان» نقطه‌ها یا «نُدها»ی موجود در یک شبکه‌ی بزرگ بوده که به‌یکدیگر متصل شده اند و هر رأی دهنده می‌تواند یکی از دو نظر را در مورد یک موضوع داشته باشد، موافق یا مخالف. در هر گام زمانی، همچنان که شبیه سازی در حال انجام است، احتمال این که رأی دهنده ذهنیت خود را بر مبنای عقیده‌ی همسایه‌های خود تغییر دهد، توسط یک قاعده داده می‌شود. پژوهشگران ۱۲ مدل رأی دهندگان را با جزئیات ریاضی متفاوت توسعه دادند که منجر به ظهور دو پدیده شد: پدیده‌ی پایداری همچون «توافق عمومی» برای زمانی که همه‌ی رأی دهندگان موافق هستند و پدیده‌ی «خوشه ای» برای زمانی که نظرها به تعداد زیادی از شهرستان‌های کوچک تقسیم می‌شوند. اما پژوهشگران به ندرت نتایج مدل رأی دهندگان را به صورت مستقیم با داده‌های آرای واقعی مقایسه کرده اند.

ویکتور اگیولیوز از مرکز فیزیک بین رشته‌ای و سامانه‌های پیچیده (IFISC) از پالما دی مالورکای اسپانیا و همکارانش، نتایج مدل رأی دهندگان را با داده‌های انتخابات اخیر ریاست جمهوری ایالات متحده امریکا مورد قیاس قرار دادند. همچنان که در نقشه‌ی آبی-قرمز در یک زمان طولانی دیده می‌شود، نتایج انتخابات از یک الگوی جغرافیایی مشخصی پیروی می‌کند؛ جمهوری خواهان در غرب و جنوب و دموکرات‌ها در خوشه‌هایی در سواحل. پژوهشگران یک همبستگی بلندبرد را یافتند؛ اختلافِ میانگین در نتایج انتخابات



اتصال توسط جابجاشوندگان. این نقشه نشان‌دهنده‌ی اتصالات بین شهرستان‌های کار و محل زندگی افراد بر اساس آمار سرشماری است. پژوهشگران از این داده‌ها به‌عنوان بخشی از شبیه‌سازی رفتار رأی‌دهندگان در انتخابات ریاست جمهوری ایالات متحده آمریکا استفاده کرده‌اند.



نتایج شبیه‌سازی نقشه‌ی انتخابات آمریکا. این شکل نشان‌دهنده‌ی شبیه‌سازی دوره‌ی اخیر انتخابات ریاست‌جمهوری است. شهرستان‌های دموکرات با رنگ آبی و شهرستان‌های جمهوری‌خواه به رنگ قرمز نشان داده شده‌اند. شدت رنگ بیانگر فاصله‌ی تعداد آرای دو حزب از یکدیگر است.

بین دو شهرستان، با لگاریتم فاصله‌ی جدایی آنها از هم افزایش می‌یابد و این همبستگی در گذر زمان پایدار باقی می‌ماند. الگوی پایدار دیگر، تنوع کسر رأی دهندگان (سهم رأی) از یک شهرستان به شهرستان دیگر است. به بیان دیگر، میانگین ملّی سال به سال تغییر می‌کند اما میزانِ نوسان دو شهرستان نسبت به هم، تقریباً ثابت باقی می‌ماند.

مدل رأی دهندگانِ ارائه شده توسط اگیولیوز و همکارانش، هر ۳۱۱۷ شهرستان امریکا را به‌عنوان یک نُد با جمعیتی مطابق با داده‌های سرشماری، نشان می‌دهد. هر شهرستان در صورتی با شهرستان دیگر اتصال دارد که ساکنان آن در شهرستان دیگر مشغول به کار باشند. برای شروع شبیه سازی، گروه پژوهشی تعداد دموکرات‌ها برای هر شهرستان را بر اساس داده‌های انتخابات سال ۲۰۰۰در نظر گرفتند.

در هر گام زمانی جدید، پژوهشگران تعداد را بر اساس قاعده‌شان برای احتمالِ تغییر نظر به‌روزرسانی می‌کنند. احتمالِ تغییر حزب یک دموکراتِ شاغل در شهر خودش، بستگی به تعداد جمهوری خواهانِ تأثیرگذار بر او دارد. این تعداد هم شاملِ جمهوری‌خواهانی است که در شهر او زندگی و کار می‌کنند و هم جمهوری‌خواهانی که از شهرهای دیگر برای کار به شهر او می‌آیند. همچنین تیم پژوهشی مقداری عدم قطعیت را به صورت یک جمله‌ی «نویز تصادفی» برای به حساب آوردن تأثیر عوامل دیگر روی انتخاب رأی دهنده وارد کردند.

این نویز تصادفی برای روندِ پایداری در داده‌های انتخابات، همبستگی فاصله‌ی لگاریتمی و نوسانات کسر رأی دهندگان شهر به شهر، نقش حیاتی دارد. تصادفی بودن زیاد منجر به آشوب می‌شود و شهرستان‌های آبی و قرمز مخلوط می‌شوند. اما تصادفی بودن خیلی ناچیز، باعث می‌شود که همبستگی در طول زمان تا اندازه‌ای افزایش یابد که در سراسر نقشه، تنها یک رنگ باقی بماند. اگر قدرت جمله‌ی تصادفی را به اندازه‌ی قدرت بقیه‌ی عوامل بکنیم، شبیه سازی نقشه‌ای را به ما نشان می‌دهد که در آن همبستگی‌ها و نوسانات کسر جمعیت رأی دهندگان در طول زمان پایدار باقی می‌مانند و با نتایج انتخابات ریاست جمهوری ایالات متحده بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۲ سازگار است.

محققان تأکید دارند که این مدل محدودیت‌هایی نیز دارد. خوان فرناندز-گراسیا، دانشجوی تحصیلات تکمیلی IFISC و عضو تیم پژوهشی، می‌گوید: «ما پییش بینی نمی‌کنیم که چه کسی برنده می‌شود، بلکه عواملی را که در پیروزی فرد نقش دارند پیش‌بینی می‌کنیم.» اگیولیوز بیان می‌کند که مدل‌های مشابه می‌توانند چگونگی توزیع و پخش شدن عقیده‌ها را در گذر زمان در مورد گرم شدن زمین و دیگر موضوعات روشن کند.

ژان فیلیپ بوشو، فیزیک‌پیشه‌ای از مرکز مدیریت منابع مالی پاریس می‌گوید: «مسأله‌ی هیجان انگیز (در مورد نتایج)، این ایده است که می‌توان رفتار آماری مردم را به خوبی کمّی کرد.» اخیراً او و همکارش یک مدل رأی دهندگان ارائه داده‌اند که الگوی مشابهی در مورد داده‌های انتخابات فرانسه بازتولید کرده‌است .البته بوشو خاطر نشان می‌کند که چنین مدل‌هایی می‌توانند الگوهایی واقعی تولید کنند، اما دقیقاً بیان نمی‌کنند که چرا این الگوها ظاهر می‌شوند. علاوه بر آن او چنین هشدار می‌دهد که «ما باید مطمئن شویم که یک سازوکار بدیهی برای توضیح این همبستگی بلندبرد لگاریتمی وجود ندارد.»

مترجم: مرضیه عسگری

مراجع:

J.-P. Bouchaud, C. Borghesi, and P. Jensen, “On the Emergence of an ‘Intention Field’ for Socially Cohesive Agents,” J. Stat. Mech.: Theory Exp. 2014, P03010 (2014)

فرصتی برای صاحبان مشاغل، مدیران شرکتها،
سازمان‌های معتبر و نیز دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های کشور
فیزیک روز آگهی‌های جذب دانش‌آموختگان فیزیک (در هر مقطعی)
برای فرصت‌های شغلی مرتبط با فیزیک را با کمال میل و تا اطلاع ثانوی
به صورت رایگان در مجله منتشر می‌کند. برای اطلاعات بیشتر با دفتر
مجله به شماره ۶۶۴۲۵۸۷۲ یا آدرس ایمیل info@psimag.ir
تماس بگیرید.
انجمن فیزیک ایران
تهران، میدان توحید، ابتدای خیابان نصرت غربی، شماره ۱۴،
طبقه‌ی چهار

ترکیب پیاله‌ای که درهم‌پیوست

رضا عسگری
پژوهشگاه دانش‌های بنیادی

«سلام مالک جان، چطوری؟ چه خبر؟ لطفاً عنوان و چکیده‌ی سخنرانی‌ات را در کارگاه گرافین برام بفرست. برنامه سخنرانی‌ها تقریباً آماده است. قربانت م».

متن ایمیلی را که دو روز پیش برایش فرستاده بودم، برای چندمین بار خواندم. جواب نداده بود هنوز. خودش بهتر از هر کس دیگری می‌دانست که فرصت زیادی نداریم. یکشنبه بعدازظهر ایمیل که زدم فکر کردم حتماً سرش شلوغ است . دیروز هم که جواب نداد گذاشتم به حساب جلسات هفتگی دوشنبه‌هایش با دانشجوها. ولی امروز دیگر چرا؟ فرصت چندانی نداشتیم و برنامه‌ی کارگاه باید هر چه زودتر مشخص می‌شد، آن وقت مالک برای جواب دادن این دست و آن دست می‌کرد. گوشی موبایل را دوباره چک کردم، خبری نبود. حتی جواب تلفنش را هم نمی‌داد.

سکوت سنگین خانه را، موسیقی ملایم زنگ یک گوشی موبایل برهم می‌زد که روی میز جلوی کاناپه بود. گوشی سرجایش روی شیشه‌ی میز می‌لرزید. صفحه اش روشن می‌شد و صدا می‌داد.

مرد نشسته بود روی کاناپه و لپ تاپ را روی پاهایش گذاشته بود. یک دستش را روی پشتی کاناپه گذاشته بود و بی توجه به صدای گوشی موبایل زل زده بود به نقطه ای نامعلوم در سقف. این اولین بار بود که با مالک به این مشکل برخورده بودم. آدم منظمی بود. دقیق و علمی. ده سال بیشتر بود که همدیگر را می‌شناختیم. آشنایی که از گردهمایی ماده‌ی چگال ۲۰۰۴ در زنجان شروع شده بود و حالا بدل شده به یک رفاقت صمیمانه.

می‌توانستیم ساعت‌ها بنشینیم و مشتاقانه راجع به موضوعات مختلف فیزیک با هم صحبت کنیم. از مسائل دنیای فیزیک شروع می‌کردیم. با بررسی وضعیت آموزشی و پژوهشی در ایران و مقایسه‌ی آن با دنیای خارج ادامه می‌دادیم و کم‌کم می‌رسیدیم به مشکلات فرهنگی و اجتماعی. قرار بود بزودی مالک در دانشگاه صنعتی شریف شاغل شود و این خبر خوبی برای من و او بود که در زمینه‌های نزدیک به هم کار می‌کردیم. فرصتی بود برای همکاری هر چه بیشتر.

کنفرانس‌هایی که مالک برگزار می‌کرد، از کیفیت علمی خوبی برخوردار بود و در برگزارکردن همایش، کنفرانس و فعالیت علمی همیشه موفق بود. رمز موفقیتش هم از یک سو قدرت هماهنگی و آشنایی با دقایق کار حرفه ای بود و از سوی دیگر طیف گسترده دوستان و آشنایانش. این طیف از مستخدمین دانشگاه شروع می‌شد و دامنه اش، گسترده می‌شد تا دانشجویان، همکاران و اساتید داخلی و خارجی. ساده و صمیمی بود و گریزان از رفتارهای پرتکلّف.

قبلاً با هم هماهنگ کرده بودیم که سخنرانی اش را صبح بگذاریم. سومین سخنران صبح کارگاه بود. قول داده بود برای تنظیم برنامه و برگزار کردن کارگاه و کنفرانس کیش همکاری کند و حالا کمتر از

یک هفته مانده به موعد کنفرانس حتی جواب ایمیل را هم نمی‌داد.

در کارش حرفه‌ای بود. استاد فیزیک مرکز تحصیلات تکمیلی زنجان بود. در زمینه‌های اثر مجاورت ابررسانایی، ترابرد کوانتومی و اسپین‌ترونیک کار می‌کرد. بیش از ۴۰ مقاله در مجلات بسیار معتبر چاپ کرده بود. دانشجویان زیادی با او کار کردند و دانش‌آموخته شدند که حالا خود در دانشگاه‌ها عضو هیأت علمی اند. فیزیک را خوب می‌فهمید و خوب درس می‌داد. با بزرگان حوزه‌ی تخصصی خودش به بحث می‌نشست و استدلال‌های محکم و قوی علمی داشت.

دو تصویر از مالک هست که ناخودآگاه در ذهن من ماندگار شده است. نخست خاطره‌ای است از جلسه‌ی سخنرانی بنیگر. سالن ۳۰۰ نفره‌ی«آی سی تی پی» مملو از جمعیت محققین و اساتید فیزیک بود. بنیگر در میانه حرف‌هایش رو کرد به مالک و پرسید: «با استدلال من موافقی یا نه؟ این همین نکته ای است که درمقالات به آن اشاره کرده‌ای؟» تصویر مالک که با لبخندی بر لب جواب بنیگر را می‌داد انگار در ذهن من حک شده است.

تصویر دوم مربوط می‌شود به وقتی که با نومورا در ژاپن بحث می‌کرد. نومورا در یک جلسه خصوصی داشت با حرارت و اشتیاق راجع به کار و ایده‌ی جدیدش صحبت می‌کرد، مالک وارد بحث شد و به درستی نقاط ضعف ایده را بیان کرد. نومورا به یکباره سکوت کرد و در فکر فرو رفت. مالک در جامعه‌ی فیزیک ایران شناخته شده بود و در حال رسیدن به جایگاه خوبی در عرصه‌ی فیزیک جهانی بود. در چندین کنفرانس معتبر بین المللی خارج از ایران سخنران مدعو بود. همین سال دوهزار و سیزده در آلمان و آمریکا.

می‌توانستیم ساعت‌ها بنشینیم و مشتاقانه راجع به موضوعات مختلف فیزیک با هم صحبت کنیم. از مسائل دنیای فیزیک شروع می‌کردیم. با بررسی وضعیت آموزشی و پژوهشی در ایران و مقایسه‌ی آن با دنیای خارج ادامه می‌دادیم و کم‌کم می‌رسیدیم به مشکلات فرهنگی و اجتماعی.

در سفری که اخیراً به ژاپن داشتیم، قول داده بود برنامه‌ی کارگاه را با هم هماهنگ کنیم و حالا کمتر از یک هفته مانده به کارگاه و کنفرانس کیش، حتی جواب ایمیل را هم نمی‌داد.

زنگ هم زده بودم. هم دوشنبه و هم امروز. جواب نمی‌داد. نه اینکه در دسترس نباشد، نه! برنمی‌داشت. گوشی زنگ می‌خورد اما جواب نمی‌داد. اول فکر کردم شاید درگیر جلسه ای, چیزی باشد اما مگر می‌شد از دیروز تا الان چشمش به این همه «میس‌کال» و اس‌اماس نیفتاده باشه؟ شاید گوشی اش را گم کرده باشد. اما اگر این طور است چرا جواب ایمیل‌هایش را نمی‌دهد؟ نکند چیزی پیش آمده و از دست من ناراحت شده است؟ اما نه! از مالک بعید است.آخرین بار که از هم خداحافظی کردیم روی شانه ام زد و با لبخند همیشگی‌اش گفت: «همکاری‌های بلند مدت و راه اندازی یک مینی-فیلد در دو بعد ...».

سالن ۳۰۰ نفره‌ی «آی سی تی پی» مملو از جمعیت محققین و اساتید فیزیک بود. بنیگر در میانه حرف‌هایش رو کرد به مالک و پرسید: «با استدلال من موافقی یا نه؟ این همین نکته ای است که درمقاله ات به آن اشاره کرده ای؟» تصویر مالک که با لبخندی بر لب جواب بنیگر را می‌داد انگار در ذهن من حک شده است.

روی صفحه‌ی مانیتور لپ تاپ باکس جدیدی باز شد و برای چندمین بار تعداد ایمیل‌های جدید و ناخوانده را اعلام کرد. مرد حرکتی نکرد. همچنان خیره مانده بود به سقف. صدای زنگ بی وقفه‌ی تلفن با هشدار «لو-باطری» گوشی موبایل درهم شده بود. تصویر دختر بچه‌ی خندانی که روی گوشی بود، روشن شد و بعد صفحه‌ی موبایل تاریک شد. صدای زنگ تلفن هم قطع شد و خانه به یکباره در سکوت بهت آلودی فرورفت. درست شبیه بهت و ناباوری دوستان و همکاران مالک بعد از شنیدن خبر. مالک برای همیشه رفت.

فصل نامه‌ی «فیزیک روز» درگذشت این استاد فرهیخته را به جامعه‌ی فیزیک ایران تسلیت می‌گوید.

مصاحبه با برنده‌ی جایزه‌ی نوبل فیزیک، آنتونی لِگت

مصاحبه و تنظیم: امین صالحی، مالک زارعیان

در بهمن ماه سال گذشته چهارمین کنفرانس از سری کنفرانس‌های پیشرفت‌های ابررسانایی انجمن فیزیک ایران در دانشکده‌ی فیزیک دانشگاه صنعتی شریف برگزار شد. رویداد منحصربفرد این کنفرانس حضور فعال تعدادی از فیزیک‌پیشگان برجسته در فیزیک ابررسانایی و ابرشارگی بود. به طور خاص این کنفرانس میزبان آنتونی لگت برنده جایزه‌ی نوبل فیزیک بود. مجله‌ی «فیزیک روز» از این فرصت برای مصاحبه‌ای اختصاصی با ایشان استفاده کرد و ایشان نیز در کمال فروتنی دعوت ما را پذیرفتند.

این مصاحبه توسط آقای امین صالحی دانشجوی دکتری پژوهشکده‌ی نانو دانشگاه صنعتی شریف و به همراهی زنده‌یاد دکتر مالک زارعیان استاد فیزیک دانشگاه تحصیلات تکمیلی زنجان انجام شده است.

ممنون که دعوت ما را برای مصاحبه با «فیزیک روز» پذیرفتید. مجموعه‌ی هدف این مجله عمدتاً دانش‌جویان دوره‌ی کارشناسی اند.

ممکن است به‌طور ساده برای ما بگویید «ابرشارگی» چیست؟

ابرشارگی اساساً به دو شکل عمده دیده می‌شود که به نظر می‌رسد یک شکل است که از دو چارچوپ مرجع مختلف دیده می‌شود؛ ولی در واقع از نظر مفهومی با هم متفاوت اند. اولی که گاهی اوقات اثر هس فیربنک[1] نامیده می‌شود این است که اگر من یک سطل هلیم را روی مثلاً گردونه‌ی گرامافون بگذارم و گردونه را به چرخش در آورم آن‌وقت در دماهای بالا که هلیم مایع است ولی هنوز ابرشاره نشده است رفتارش خیلی شبیه به آب است، یعنی با سطل چرخان به تعادل می‌رسد. اگر حالا شروع کنم به سرد کردن هلیم، آن‌وقت زیر یک دمای معین لاندا، که در آن ابرشاره می‌شود، به‌تدریج از تعادل با سطل خارج می‌شود و در چارچوب مرجع آزمایشگاه به سکون می‌رسد یا درواقع به‌طور دقیق‌تر در چارچوب ستارگان ثابت. این باید اثر تعادل ترمودینامیکی باشد. من چیزی را به‌جز دما تغییر نداده‌ام، بنابراین این پدیده نمی‌تواند فقط اثر «وشکسانیِ صفر» باشد. این یک شکل ابرشارگی است. شکل دوم آن این است که اگر من هلیم را در یک چنبره (فضای دونات شکل) قرار دهم و بتوانم آن را با بیش از یک سرعت معین به دوران درآورم، تا زمانی‌که در حالت ابرشاره باشد خواهد چرخید. حالا اگر تا دمای بالاتر از دمای لاندا گرمش کنم که به حالت عادی برگردد، نسبت به چارچوب آزمایشگاه ساکن می‌شود، در غیر این صورت به چرخش ادامه می‌دهد.

در میان موضوعات جذاب فیزیک چرا ابرشارگی را انتخاب کردید؟ آیا کسی روی شما تأثیر داشت؟

شخص خاصی به نظرم نمی‌رسد. من بخشی از کار دوره‌ی دکتری‌ام را روی برهم‌کنش فونون‌ها در هلیم۴ انجام دادم. بعد در دوره‌ی پسادکتری ام روی هلیم کار کردم. سپس در ۱۹۶۷ شغلی در ساسکس به دست آوردم و بیشتر روی فاز عادی هلیم۳ کار می‌کردم. بعد از آن وقتی در مورد آزمایشهایی که در ۱۹۷۲ در کورنل انجام شده بود شنیدم، چنان شیفته‌ی آن‌ها شدم که چیزهای دیگر را کنار گذاشتم و تصمیم گرفتم به توضیح این آزمایش‌ها فکر کنم.

بیشترین کارهای عملی شما روی چه موضوعاتی است و چه موقع آن‌ها را انجام داده اید؟

خب، باید بگویم که حوزه‌هایی که من تلاش کرده‌ام در آن‌ها مشارکت داشته باشم، اول از همه نظریه‌ی تشدید مغناطیسی هسته‌ای است در چیزی که ما امروز فازهای ابرشارگی هلیم ۳ می‌نامیم. این کاری بود که من در سال‌های ۱۹۷۲ تا ۱۹۷۳ انجام دادم. پس از آن کارهایی در مورد نقش اتلاف در اثرهای کوانتمی ذاتی مانند تونل‌زنی انجام دادم. کار بعدی‌ام را بیشتر با دانشجویم امیر کلدیرا[۲] در اوایل دهه‌ی ۸۰ انجام دادم . سپس توانستم مقدار زیادی روی ابررسانایی دمای بالا کار کنم و به طور مشخص آزمایشی پیشنهاد کردم که توسط همکارم دیل ون هارلینگن[۳] در دانشگاه ایلینویز انجام شد، که اولین آزمایشی بود که با اطمینان مشخص می‌کرد که پارامتر نظم در ابررساناهای کوپرات تقارن $d_{x^2-y^2}$ دارد. پس از آن فکر نمی‌کنم (مطمئن نیستم) روی چیز خاصی کار کرده باشم ولی سعی کردم که به‌عنوان مثال روی گازهای فوق‌سرد و حول و حوش اطلاعات کوانتمی کار کنم. راستی یک چیز دیگر هم هست که من خیلی به آن می‌بالم و آن را با محقق پسادکتری‌ام در اواسط دهه‌ی ۸۰ انجام دادم که اساساً رونوشتی از نامساوی‌های بل بود که تغییرات زمانی را هم در نظر می‌گرفت و گاهی نامساوی‌های بل زمانی نامیده می‌شود و اخیراً در حوزه‌ی فیزیک کوانتمی بنیادی خیلی مورد توجه قرار گرفته است.

وقتی که به شما گفته شد که برای دریافت جایزه‌ی نوبل انتخاب شده اید آیا شگفت‌زده شدید یا انتظار آن را داشتید؟

بله ... نه ببینید درست نیست که بگویم هرگز به ذهنم نرسیده بود که ممکن است روزی جایزه‌ی نوبل بگیرم. با این حال فکر نمی‌کردم کار روی هلیم باعث دریافت این جایزه بشود؛ چون قبلاً در این زمینه یک جایزه به تجربی‌کارها داده بودند و من فکر می‌کردم محتمل نیست که یکی دیگر هم به من بدهند. ولی نه؛ من عملاً انتظار آن را نداشتم و برایم غافل‌گیرکننده بود.

چه مسائل مهم دیگری در ابرشارگی هست که فکر می‌کنید هنوز حل نشده‌اند؟ می‌خواهید خودتان حل‌شان کنید؟

(لبخند) خب، فکر می‌کنم همه‌ی ما می‌گوییم که درک خوبی از ابرشارگی داریم و از تعادل و شرایط نزدیک تعادل. ولی مسائل مشخصی در ارتباط با واکنش شکست بسیار قوی تعادل ابرشاره‌ها وجود دارند که فکر می‌کنم هنوز قابل بررسی‌اند و من دوست دارم خودم حلشان کنم. فکر کنم اندازه‌گیری‌های تجربی به حل آن بینجامد.

در مورد آینده‌ی ابررسانایی دمای بالا چه فکر می‌کنید؟ فکر می‌کنید در چند سال آینده به ابررسانایی در دمای اتاق دست پیدا کنیم؟

نه. نه در چند سال آینده. من معمولاً به دانشجویانم می‌گویم که

عکس از: نیما رونقی

گرچه به نظر من ابررسانایی در دمای اتاق در مدت زندگی من تحقق نخواهد یافت ولی حاضرم شرط ببندم که در مدت زندگی آن‌ها تحقق خواهدیافت.

شما اخیراً در سمپوزیمی در مورد فن‌آوری کوانتمی توپولوژیک در توکیو شرکت کرده‌اید. آیا انتظار دارید مواد توپولوژیک انقلابی در علم و فن‌آوری به‌وجود آورند؟ به‌طور مشخص تأثیر ابررسانایی در دمای اتاق و فن‌آوری توپولوژیک را چگونه با هم مقایسه می‌کنید؟

اولاً اگر بتوانیم ابررساناهای مقاومی در دمای اتاق بسازیم کاربردهای عملی بسیاری خواهد داشت. یک مثال خیلی بدیهی را در نظر بگیرید: فیلم‌های علمی‌تخیلی که در آن‌ها مردم روی یک چهارپایه بالاتر از زمین شناورند. اگر ما ابررساناهای مقاومی در دمای اتاق به‌دست آوریم دلیلی ندارد که این ایده‌ها عملی نباشند. در مورد تأثیر عملی مواد توپولوژیک همیشه باید به خاطر داشته باشید که اگر با یک عایق توپولوژیک استاندارد سروکار دارید ، کپه ماده رفتار متفاوتی از عایق‌ها یا نیم‌رساناهای معمول ندارد. فقط حالت‌های لبه اند که به‌طور واضح متفاوت اند و تعداد آن‌ها هم زیاد نیست. بنابراین شک دارم که کاربردهای زیادی برای آن‌ها پیدا شود. البته ممکن است من در اشتباه باشم.

الآن بیش‌تر از ۱۰ سال از زمانی که جایزه‌ی نوبل را برده‌اید می‌گذرد. این جایزه چه تأثیری در زندگی شخصی شما گذاشته است؟

[لبخند] فکر کنم تأثیر اصلی این بوده که دائماً از من خواسته می‌شود که نظرهای عمومی در مورد موضوعاتی داشته باشم که،

خیلی ساده بگویم، به‌اندازه‌ی کافی در موردشان نمی‌دانم . مثلاً از من دعوت می‌شود سخنرانی عمومی ارائه کنم و غیره. من پیش از جایزه هم تعداد زیادی از این دعوت‌نامه‌ها دریافت می‌کردم اما تعداد آن‌ها تاحدی افزایش پیدا کرده است ولی نه خیلی زیاد.

جایزه‌ی نوبل چه تأثیری در زندگی شخصی شما داشته است؟

خب، درواقع گاهی اوقات به برنامه‌هایی دعوت می‌شوم که اگر جایزه‌ی نوبل را نبرده بودم دعوت نمی‌شدم. اغلب این برنامه‌ها در زمینه‌هایی دور از زمینه‌ی تخصصی من هستند. ترجیح می‌دهم آن‌ها را قبول نکنم چون فکر می‌کنم نمی‌توانم واقعاً در آن‌ها مشارکت داشته باشم.

با توجه به تجربه‌ها و دیدگاه‌های فعلی‌تان، اگر به سال‌های ۱۹۶۰ برگردید، چه تغییرات یا اصلاحاتی در زندگی حرفه‌ای خود خواهید داد؟

سؤال جالبی است. فکر نمی‌کنم خیلی تغییر بدهم. من همیشه کارکرد اصلی فعالیت‌های دانشگاهی را تدریس می‌دانسته‌ام و همیشه سعی کرده ام انرژی و زمان کافی برای تدریسم بگذارم و قطعاً این را تغییر نخواهم داد زیرا فکر می کنم این کار نه‌تنها برای دانشجویانم که برای خود من هم خیلی مفید بوده است. بعضی از پروژه‌های تحقیقاتی خیلی جالب من به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم از همین تدریس‌ها بیرون آمده است. فکر کنم چیزی که اگر برگردم تغییرش خواهم داد، این است که وقتی که اولین آزمایش در مورد چیزی که ما امروز اثر کوانتمی‌هال می‌نامیم انجام شد، در اوایل دهه‌ی ۸۰، به‌شکل تقریباً مبهمی به آن علاقه‌مند شدم ولی در آن موقع داشتم کارهای دیگری می‌کردم بنابراین آن را خیلی جدی نگرفتم و فکر می‌کنم خوب بود اگر از ابتدا در توسعه‌ی مفهومی این حوزه درگیر می‌شدم. یک‌کمی به کسانی مثل راب لافلین و برت‌هالپرین حسودی می‌کنم. بنابراین اگر برمی‌گشتم حتماً از ابتدا در این کار درگیر می‌شدم.

گاهی‌اوقات به برنامه‌هایی دعوت می‌شوم که اگر جایزه‌ی نوبل را نبرده بودم دعوت نمی‌شدم. اغلب این برنامه‌ها در زمینه‌هایی دور از زمینه‌ی تخصصی من هستند. ترجیح می‌دهم آن‌ها را قبول نکنم چون فکر می‌کنم نمی‌توانم واقعاً در آن‌ها مشارکت داشته باشم.

آیا مربی یا معلمی هست که روی زندگی حرفه‌ای شما تأثیر گذاشته باشد؟

بله، خیلی. می‌توانم اسم یک شخص را ببرم که خیلی مؤثر بوده است ولی در آن زمان نه من و نه او از این تأثیر خبر نداشتیم. در واقع من بیشتر دوره‌ی دبیرستانم را در یک مدرسه‌ی یسوعیون در بریتانیا گذراندم و یکی از جنبه‌های غیرمعمول که این مدارس دارند، دست‌کم در بریتانیا، این است که بیشتر اعضای هیأت علمی‌شان هیچوقت معلم‌های حرفه‌ای نبوده و کارهای دیگری داشته‌اند: کشیش محل بوده اند، مبلغ مذهبی بوده اند و در بعضی موارد استاد دانشگاه بوده اند. یک کشیش پیر بود که در واقع از معلمان شاغل در آنجا نبود و بازنشسته شده بود و در آن‌جا زندگی می‌کرد برای این که بالاخره باید در یک‌جایی زندگی می‌کرد! ولی استاد ریاضیات در یک دانشگاه کوچک ایرلندی بود و تعداد زیادی کتاب درسی در زمینه‌ی هندسه‌ی پیش‌بینی نوشته بود.

فکر می‌کنم مهم‌ترین چیزی که باید به‌عنوان یک پسادکتری یا استاد تازه‌کار از آن پرهیز کرد این است که فقط به مسائلی نگاه کنید که کاملاً مطمئنید می‌توانید حل‌شان کنید. به‌عبارت‌دیگر شما باید همیشه مصداق این ضرب‌المثل انگلیسی باشید که می‌گوید «هدف آدم باید بزرگ‌تر از فهمش باشد»

بعد از این که من توانستم از دانشگاه آکسفورد پذیرش بگیرم و قبل از آن که دانشگاهم شروع شود کاری برای انجام دادن در آن روزها نداشتم. بنابراین دور و بر مدرسه گشت می‌زدم و کاری انجام نمی‌دادم. یک روز او در راهرو به من برخورد و گفت: «من احساس می‌کنم تو کمی وقت آزاد داشته باشی و من هم همینطور. چرا چند ساعت در هفته به اتاق من نمی‌آیی تا چیزهای جالبی در مورد ریاضیات مدرن به تو درس بدهم». خوب فکرش را بکنید که من فقط مقدار کمی ریاضیات مقدماتی می‌دانستم و نه چیز دیگر. فکر کنم احتمالاً چیزی پیشرفته‌تر از هندسه‌ی جبری نمی‌دانستم و فکر نمی‌کنم حتی حساب دیفرانسیل بلد بودم و بنابراین مطلقاً دلیل نداشت که فکر کنم این ریاضیات پیشرفته ممکن بود در آینده به کار من بیاید. ولی خب کار زیادی نداشتم که انجام دهم و کشیش هم خیلی مشتاق به نظر می‌رسید. پس گفتم «چرا که نه!». شروع کردیم و او در یک دوره‌ی فشرده بعضی جنبه‌های ریاضیات مدرن را به من یاد داد. چیزی که خیلی ارزشمند بود این بود که او مرا ترغیب می‌کرد که نه‌تنها آن موضوعات را مطالعه کنم بلکه مقداری تمرین ساده هم انجام دهم. اولش فکر می‌کردم چرا باید این کار را انجام دهم، این هیچ استفاده‌ای برای من نخواهد داشت. ولی به‌تدریج متوجه شدم که نه‌تنها می‌توانم این تمرین‌ها را انجام دهم بلکه، مهم‌تر از آن، از انجام آن‌ها لذت می‌بردم. این کار یک یا دو ترم ادامه پیدا کرد. بعدش من به آکسفورد رفتم و کل ماجرا را فراموش کردم. ولی چهار سال بعدش که تصمیم گرفتم حرفه‌ام را عوض کنم و فیزیک‌پیشه شوم آن تجربه برایم فوق‌العاده ارزشمند بود، یعنی بدون آن تجربه از پس این کار برنمی‌آمدم. شخص دیگری که فکر می‌کنم خیلی تأثیر داشت و نقش مهمی در شکل‌گیری شخصیت حرفه‌ای من داشت یک مربی فیزیک نظری بود در بالیول، کالج سابق من، به نام دیوید برینک. چون در واقع او

عکس از: نیما رونقی

بود که تصمیم گرفت که مرا بپذیرند تا مدرک کارشناسی دیگری در فیزیک بگیرم و کاری که کرد این بود که کپی کتاب «ریاضیات چیست» نوشته‌ی کورانت را به من داد، یک کتاب زیبا، و به من گفت که در تعطیلات چند فصل آن را بخوانم. وقتی برگشتم امتحان کوچکی از آن کتاب از من گرفت و در نتیجه تصمیم گرفت که مرا به‌عنوان دانشجوی فیزیک بگیرد. چون من هیچ پیش‌زمینه‌ای نداشتم.

با توجه به تحولات جامعه‌شناسی دانشمندان، شما چه‌طور فضای دانشگاهی زمانی را که یک عضو هیأت عملی جوان در ساسکس بودید با وضعیت فعلی مقایسه می‌کنید؟

سؤال جالبی است. صادقانه باید بگوییم که خوش‌شانس بودم! اول از همه من شغلم را به‌عنوان مدرس به‌دست آوردم که در نظام آمریکایی تقریباً معادل استادیار است. سال ۱۹۶۷ بود و آن یک استخدام رسمی بود و من مجبور نبودم بعد از چند سال فرایند رسمی شدن را طی کنم، چنانکه اگر در یک دانشگاه آمریکایی و شاید بریتانیایی امروز بودم مجبور بودم. چیز دیگری که در ساسکس دوست داشتم، یا دست‌کم تعبیر من از اخلاق دانشگاهی ساسکس، این بود که به‌طور ضمنی شغل اصلی شما تدریس در نظر گرفته می‌شد و اگر تدریس خوبی می‌کردید می‌توانستید احساس کنید که کارتان را به‌درستی انجام داده‌اید و اگر می‌خواستید عصرها یا آخر هفته یا در تعطیلات تحقیق کنید دانشگاه شما را تشویق می‌کرد و آزمایش‌گاه و امکانات دیگر را در اختیار شما قرار می‌داد. ولی این بخش اصلی کار شما نبود و بنابراین من فضای خیلی آرامی را حس می‌کردم و صادقانه بگویم فکر می‌کنم که اگر من در محیطی با اخلاق دانشگاهی‌ای بودم که بیشتر دانشگاه‌های تحقیقاتی امروزی آمریکای شمالی را فرا گرفته است، نمی‌توانستم تحقیقاتم را به انجام برسانم.

در سخنرانی جایزه‌ی نوبل‌تان به انجام تحقیقات صادقانه اشاره کردید و گفتید که این کار بعداً یک‌جایی در آینده به درد خواهد خورد. اگر ممکن است کمی بیشتر در مورد تحقیقات صادقانه توضیح دهید.

خب، به‌طور ساده تحقیقات صادقانه یعنی تحقیقاتی که در آن شما سعی می‌کنید که در کارتان کم‌کاری نکنید و سعی کنید همه چیز را با حداکثر توان‌تان از کار دربیاورید؛ نه این که فقط داده‌های تجربی‌ای را انتخاب کنید که به نظریه‌ی شما می‌خورد و غیره. من می‌توانم یک مثال خیلی واقعی بزنم: وقتی که من دکترایم را گرفتم، یک دوره‌ی سه‌ساله پسا دکتری داشتم. یکی از آن سال‌ها را در ژاپن گذراندم و داشتم دنبال یک مسأله می‌گشتم. مسأله‌ی روشنی

وجود نداشت. منظورم این است که به استاد راهنمای مشخصی کار نمی‌کردم که مسأله‌ی مشخصی به من بدهد، بنابراین باید خودم یک مسأله پیدا می‌کردم. در آن روزها آزمایش‌هایی انجام شده بود که به نظر می‌رسید نشان می‌دادند که نیوبیوم ممکن است به‌اصطلاح «ابررسانای دو نواره» باشد، یعنی ابررسانایی است که دو نوار انرژی در سطح فرمی دارد و اتفاقات جالبی در آن می‌افتد. بنابراین تصمیم گرفتم به بعضی پدیده‌هایی که ممکن است در چنین ابررساناهای دونواره‌ای رخ می‌دهد نگاهی بیندازم و به ایده‌ای رسیدم که شما ممکن است چیزی شبیه به اثر جوزفسون داخلی به‌دست آورید که در آن ذره به‌جای آن که بین زوج‌های کوپرات تونل بزند، بین دو نوار تونل می‌زند. خب، من چند ماهی روی این موضوع کار کردم و نهایتاً چند مقاله برای چاپ فرستادم به «پراگرس آو تئوریتیکال فیزیکس» . درست همان موقعی که من مقاله‌ها را فرستادم، آزمایش‌های جدیدی انجام شد که ثابت کرد نیوبیوم اصلاً ابررسانای دو نواره نیست. بنابراین همه‌ی آن کارها به‌نظر می‌رسید که تلف شده است و من تقریباً فراموششان کردم. ولی هشت سال بعد وقتی من با مسأله‌ی ساختن یک نظریه‌ی ریزمقیاس برای تشدید مغناطیسی هسته‌ای در هلیم ۳ روبرو شدم، دقیقاً آن کار بود که برگشت و به من کمک کرد و اگر من می‌توانستم آن کار را به حالت سه‌بعدی تعمیم دهم که شما در NMR با آن سروکار دارید، این یک راه ارزشمند برای حل آن مسأله بود و همین اتفاق هم افتاد.

به طور ساده تحقیقات صادقانه یعنی تحقیقاتی که در آن شما سعی می‌کنید که در کارتان کم‌کاری نکنید و سعی کنید همه چیز را با حداکثر توان‌تان از کار دربیاورید؛ نه این که فقط داده‌های تجربی‌ای را انتخاب کنید که به نظریه‌ی شما می‌خورد و غیره.

دانشجویان و استادان جوان دوست دارند توصیه‌ای از شما داشته باشند. شما توصیه می‌کنید چه کاری انجام دهند و از چه چیزهایی بپرهیزند؟

فکر می‌کنم مهم‌ترین چیزی که باید به‌عنوان یک محقق پسادکتری یا استاد تازه‌کار از آن پرهیز کرد این است که فقط به مسائلی نگاه کنید که کاملاً مطمئنید می‌توانید حل‌شان کنید. به‌عبارت‌دیگر شما باید همیشه مصداق این ضرب‌المثل انگلیسی باشید که می‌گوید «هدف آدم باید بزرگ‌تر از فهمش باشد» و من فکر می‌کنم این در کارهای دانشگاهی خیلی مصداق دارد. شما همیشه باید دست‌کم یک مسأله داشته باشید که روی آن کار کنید درحالی که مطمئن نیستید آیا اصلاً قادر به حل آن خواهید بود یا نه. مسأله‌ای که با روش‌های معمول حل نمی‌شود. من فکر می‌کنم این وسوسه دست‌کم در نظام آمریکایی، که در آن شما باید فرایند رسمی شدن را طی کنید، وجود دارد که پس از چند سال چه تعداد مقاله داشته باشید تا بتوانید رسمی شوید، بنابراین فقط روی مسائلی کار می‌کنید که کاملاً مطمئن باشید به جواب می‌رسند. این اشتباه است.

اگر امروز را با روزهای آغاز فعالیت حرفه‌ای شما در دهه‌ی ۱۹۶۰ مقایسه کنیم، شما تحول تبادل دانش بین غرب و شرق را، به‌ویژه در حوزه‌ی فیزیک ماده‌ی چگال، چه‌گونه می‌بینید؟

فکر می‌کنم خیلی تغییر کرده است و به‌نظرم دلیل اصلی‌اش بهبود و ارتقای ارتباطات، امکانات، و چیزهای مثل اینترنت، آرکایو و غیره است و به نظرم این خوب است.

احساس شما از فیزیک در ایران چیست، به‌ویژه در دانشگاه صنعتی شریف؟

خب، تحت‌تأثیر اشتیاق زیاد و سطح دانش آدم‌ها قرار گرفتم. من چند سخنرانی در این‌جا داشتم و سؤال‌هایی پرسیده شد که دست‌کم به اندازه‌ی بقیه‌ی جاهای دنیا جالب بود و همه‌ی دانشجویان خیلی مشتاق به نظر می‌رسیدند. این برای من خیلی جالب است.

(دکتر زارعیان):فکر می‌کنید ممکن است یک فیزیک‌پیشه‌ی ایرانی که در داخل ایران کار می‌کند، کاری در سطحی که شما کرده‌اید انجام دهد؟ در سطح جایزه‌ی نوبل؟

خب، فکر می‌کنم می‌توانند. اگر به تاریخ هم نگاه کنیم، به‌خاطر می‌آوریم که رامان کاری را که نهایتاً جایزه نوبل برایش به ارمغان آورد، در هند انجام داد، با امکانات هندی، که فکر می‌کنم خیلی کمتر بود. به‌نظرم اگر شما به‌اندازه‌ی کافی ایده‌ی خوب داشته باشید،آن‌وقت حتی با کار در شرایط نامطلوب هم می‌توانید نتایجی به دست آورید که دنیا را تکان دهد.

1.Hess-Fairbank
2.Amir Caldeira
3. Dale Van Harlingen

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

داده‌های بزرگ
و
نقش آن‌ها در شناخت فیزیک پدیده‌های اجتماعی

طاها یاسری
مؤسسه‌ی تحقیقات اینترنت آکسفورد، دانشگاه آکسفورد

اگرچه بررسی پدیده‌های اجتماعی در چارچوب روش علمی فیزیک تاریخچه‌ای نسبتاً طولانی دارد، اما به علت در دسترس نبودن داده‌های تجربی و عدم امکان انجام آزمایش‌های تحت کنترل، آنچنان که در فیزیک مرسوم است، این شاخه پیشرفت چندانی نداشته و بیشتر در حد یک شاخه‌ی نظری و بی‌ارتباط با مسائل واقعی اجتماعی باقی مانده است. در این نوشته‌ی کوتاه به بررسی این مسأله می‌پردازیم که چگونه استفاده‌ی روزافزون از فن‌آوری‌های نوین اطلاعاتی و ارتباطی مانند اینترنت، توانسته است به ایجاد منابع سرشاری از داده‌های اجتماعی منجر شود و نه تنها به تحقیقات «فیزیک اجتماعی» رونق دوباره بخشد، بلکه علوم اجتماعی کلاسیک را نیز بیش از پیش به علوم تجربی و محاسباتی نزدیک نماید.

بررسی و مطالعه‌ی پدیده‌های اجتماعی در چارچوب مدل‌های ریاضی و با استفاده از روش‌های مرسوم در فیزیک آماری تاریخچه‌ای در حدود چهار دهه دارد. اواخر دهه‌ی هفتاد میلادی فیزیک‌پیشگان با به کار بردن مدل‌هایی شبیه به مدل آیزینگ در توصیف مغناطیس، سعی در توصیف پدیده‌های مبتنی بر دینامیک عقاید و تأثیرگذاری اجتماعی کردند. (مرجع [۱] و مراجع آن را ببینید.) در چارچوبی کلی‌تر حتی می‌توان تاریخچه‌ی «فیزیک اجتماع» یا «فیزیک اجتماعی»[۱] را منسوب به سال‌های ۱۸۴۰ میلادی و حتی پیش‌تر از آن دانست. در واقع اگوست کنت، که بنیانگذار جامعه‌شناسی نوین شناخته می‌شود، در آغاز از اصطلاح «فیزیک اجتماعی» برای نامیدن آنچه که امروزه به‌عنوان علم جامعه‌شناسی شناخته می‌شود، استفاده می‌کرد. آدولف کوتله، اخترشناس، ریاضی‌پیشه و جامعه‌شناس بلژیکی در سال ۱۸۶۹ کتابی با عنوان «فیزیک اجتماعی» نگاشت که در آن با استفاده از روش‌های آماری سعی در توصیف تغییرات نرخ جرم و جنایت، نرخ ازدواج و یا نرخ خودکشی نموده بود. علی‌رغم تاریخچه‌ی نسبتاً طولانی استفاده از روش‌های آماری، تلاش‌های فیزیک‌پیشگان و ریاضی‌پیشگان برای توصیف و فهم پدیده‌های اجتماعی تا حدود یک دهه پیش منجر به پیشرفت زیادی نشده بود.

از موانع مهم در برابر فهم کمی پدیده‌های اجتماعی، در دسترس نبودن داده‌های تجربی بود. انقلاب صنعتی و پیشرفت‌های قابل توجه فن‌آوری، در اواخر قرن هجدهم و اوایل قرن نوزدهم، بستر مناسبی را برای ایجاد آزمایشگاه‌های پیشرفته‌ی فیزیک فراهم کرده بود و این، نقش غیر قابل انکاری در پیشرفت‌های چشمگیر فیزیک، در قرن نوزدهم و بیستم داشت. اما هرچقدر هم بشر در زمینه‌ی ساخت ابزار دقیق اندازه‌گیری پیشرفت کرده بود، جمع‌آوری اطلاعات قابل اتکا و در مقیاس بزرگ، در مورد رفتار انسان و برهم کنش‌های اجتماعی کماکان غیر ممکن می‌نمود. اگر چه تلاش‌هایی که در بالا

به آن‌ها اشاره شد، می‌توانستند در برخی موارد پدیده‌های اجتماعی را به شکلی کلی و کیفی توصیف کنند، اما هیچگاه فرصت انجام آزمایش و بررسی درستی مدل‌های ارائه شده به شکل تجربی و کمی -آن‌طور که در فیزیک معمول است- وجود نداشت و فاصله‌ی قابل توجهی بین تئوری‌های ارائه شده و پدیده‌های دنیای خارج وجود داشت.

اتفاقاتی که می‌توان آن‌ها را نجات‌بخش این شاخه‌ی نه‌چندان قطور از فیزیک آماری دانست، در پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای که طی دهه‌ی گذشته در زمینه‌ی فن‌آوری‌های اطلاعات و ارتباطات رخ داده‌است، ریشه دارند. پیشرفت این فن‌آوری‌ها و رشد روزافزون میزان استفاده‌ی افراد جامعه از آن‌ها نه تنها بسیاری از جنبه‌های زندگی فردی و اجتماعی ما را دستخوش تغییر کرده است، بلکه با تولید میزان انبوهی از اطلاعات دیجیتال به‌عنوان یک محصول جانبی خوراک بسیار ارزشمندی برای انجام مطالعات اجتماعی در چارچوب‌های کمی و در مقیاس‌های بزرگ را فراهم می‌کند.

امروزه کمتر کسی است که از فن‌آوری‌های ارتباطی مدرن استفاده نکند. ضریب نفوذ اینترنت در کشورهای پیشرفته به راحتی مرز ۹۰ درصد را پشت سر گذاشته است [۲]. در ایران حدود 48 میلیون مشترک تلفن همراه وجود دارد [۳] و در آمریکای شمالی بیش از نیمی از افراد جامعه، عضو شبکه‌ی اجتماعی فیس‌بوک هستند [۴]. مجموعه فعالیت‌های روزانه‌ی ما در فضاهای مجازی و با استفاده از فن‌آوری‌های ارتباطی مدرن منجر به تولید مقدار بسیار زیادی داده می‌شود که به لحاظ حجمی، قابل مقایسه با داده‌های کیهانی و یا اندازه‌گیری‌های صورت گرفته در مرکز تحقیقاتی سرن است. در حال حاضر به صورت روزانه در حدود5.2 کوانتیلیون (10^{18}) بایت داده تولید می‌کنیم که بدین معنی‌است که حجم داده‌ای که در دو سال گذشته توسط فعالیت‌های اجتماعی ما در دنیای دیجیتال تولید شده است برابر با ۹۰درصد از میزان حجم کل داده‌های دیجیتال از فعالیت‌های بشر در طول تاریخ است [۵].

این انقلاب داده‌ای بیش از هر چیز می‌تواند علوم اجتماعی را به علوم طبیعی نزدیک کند. از حدود ۱۵۰ سال پیش فیزیک‌پیشگان با استفاده از ابزار آماری و با تکیه بر مفاهیمی مثل قانون اعداد بزرگ و توابع توزیع احتمال توانسته‌اند رفتار سامانه‌های بسیار پیچیده و بزرگ را در قالب مکانیک آماری توصیف کنند. در دهه‌های اخیر بررسی آماری داده‌های بزرگ نجومی و نیز اندازه‌گیری‌های انجام‌گرفته در آزمایش‌های ذرات بنیادی باعث پیشرفت قابل توجهی در شناخت ما از طبیعت پیرامون‌مان شده‌است. فیزیک، امروز می تواند تصویر نسبتاً جامعی از جهان -از مقیاس کیهانی تا مقیاس زیراتمی- ارائه کند. حال که به لحاظ در دسترس بودن داده‌های کمی، پدیده‌های اجتماعی به اندازه‌ی پدیده‌های طبیعی مطالعه‌پذیر هستند، این وظیفه‌ی فیزیک‌پیشگان است که با استفاده از دانش و تجربه‌ای که در تحلیل داده‌های بزرگ دارند، به بررسی پدیده‌هایی در مقیاس انسان و جوامع انسانی نیز بپردازند.

علی‌رغم پیشرفت‌های قابل توجه در عرصه‌ی فن‌آوری، زندگانی اجتماعی بشر، امروز بیش از هر برهه‌ی دیگری از تاریخ دستخوش تهدید است. ناآرامی‌های اجتماعی، تنش‌های سیاسی، عدم ثبات در سامانه‌های اقتصادی، همه و همه مشکلات روزافزونی را در جوامع انسانی ایجاد کرده‌اند. «فیزیک اجتماع» با هدف بررسی و فهم دقیق و ارائه‌ی مدل‌هایی با قدرت پیش‌بینی پدیده‌های اجتماعی، اگرچه شاید در اواخر قرن گذشته به‌عنوان شاخه‌ای فرعی و یا شاید نه‌چندان جدی از فیزیک شکل گرفت، اما مسلماً می‌تواند نقش بارزی در فائق آمدن بر چالش‌های اجتماعی قرن حاضر ایفا کند.

مراجع:

1. Kohring, G.A.: Ising models of social impact: the role of cumulative advantage. J. Phys. I 6, 301–308 (1996).

2. Percentage of Individuals using the Internet 2000-2012, International Telecommunications Union (Geneva), June 2013،

۳. آخرین آمار کاربران اینترنت در ایران/ دسترسی 334 دانشگاه به اینترنت، خبرگزاری مهر، ۱۸/۲/۱۳۹۱،

4. Internet World Stats, Facebook Usage and Facebook Growth Statistics by World Geographic Regions, 30 September 2012،

5. IBM, What is Big Data, 2012،

1.Sociophysics; Social Physics.

شماره‌های پیشین فصل نامه‌ی «فیزیک روز»

در وبگاه مجله در دسترس است.

www.psimag.ir

دنیای باکتری‌ها

علی نجفی
دانشکده‌ی علوم، دانشگاه زنجان

دراین مقاله سعی‌می‌کنیم تا مختصری از دنیای مکانیک سیالاتی باکتری‌ها را شرح دهیم. باکتری‌ها در مواجهه با برخی پیچیدگی‌های شارشی مجبورند شناگرهای ماهری باشند.

ما با حرکت دادن دست‌ها و پاها می‌توانیم شنا کنیم. در واقع با به عقب راندن آب، از لختی و تکانه‌ی روبه جلوی تولید شده استفاده می‌کنیم تا به جلو سوق پیدا کنیم. شناگرهای ماهر برای غلبه بر اصطکاک و رسیدن به سرعت‌های بیشتر سعی می‌کنند تا از لختی، بیشترین استفاده را ببرند. اما باکتری‌ها برای شنا کردن جور دیگری عمل می کنند و بدون نیاز به لختی شنا می‌کنند.

باکتری‌ها برای زنده ماندن مجبورند همواره در حرکت باشند. جست‌وجو برای یافتن غذای بیشتر و تلاش برای تولید مثل، دلیل اصلی برای جنب و جوش باکتری‌ها است. هرچند حرکت‌های ناشی از افت‌وخیز گرمایی، باکتری‌ها را در محیط پخش می‌کنند، ولی به دو دلیل این نوع حرکت‌ها معمولاً پاسخگوی نیاز باکتری‌ها نیستند. از طرفی قدرتِ این حرکت‌ها کم و از طرف دیگر راستای آن‌ها بی‌نظم و تصادفی است. به این سبب باکتری‌ها مجبورند با سازوکارهای شیمیایی و فیزیکی حرکت‌های مکانیکی مورد نیاز را ایجاد کرده و حرکت کنند.

از آنجا که حرکت باکتری‌ها، عموماً در آب یا محیط‌هایی است که از نظر خواص فیزیکی بسیار شبیه به آب هستند، این پرسش به نظر مهم می‌رسد که آیا اصطکاک و چسبندگی باکتری به آب، نقشی در حرکت آن دارد؟ برای اینکه برآوردی از مرتبه‌ی بزرگی نیروی اصطکاک داشته باشیم، اجازه دهید کمی بیشتر، آن را با عدد و رقم بررسی کنیم. باکتریِ ای‌کولای[1]، یکی از مهم‌ترین موجودات زنده‌ی میکروسکوپی است.

تنوع و فراوانی این باکتری از یک سو و قدرت پاسخ‌دهی آن به انواع محرک‌های شیمیایی و اپتیکی از دیگر سو، باعث شده است تا بسیاری از محققین به مطالعه‌ی این باکتری علاقه‌مند باشند.

از نظر ظاهری، یک باکتریِ نوعی، مانند باکتریِ ای‌کولای را می‌توانیم بصورت کره‌ای با شعاع تقریباً چند میکرومتر $R \sim 10\mu m$ در نظر بگیریم. سرعت مشخصه‌ی باکتری‌ها از مرتبه‌ی میکرومتر بر ثانیه $v \sim 1\mu m / s$ و وشکسانی آب نیز از مرتبه‌ی ۱ میلی پاسکال بر ثانیه $\eta \sim 10^{-3}\ pa / s$ است. اکنون سؤال این است که این باکتریِ متحرک، چه نیروی اصطکاکی از طرف آب احساس می‌کند؟

هرچند می‌توان از محاسبات مدل‌های مکانیک شاره‌ها رابطه‌ی دقیقی برای نیروی اصطکاک به دست آورد، ولی بد نیست سعی کنیم از روش تحلیل ابعادی پاسخی برای این پرسش بیابیم. از آنجا که نیروی اصطکاک به η (وشکسانی آب)، v (سرعت کره) و R (اندازه‌ی شعاع کره) ارتباط دارد، یک رابطه‌ی ساده به شکلِ حدسی زیر را در نظر بگیرید:

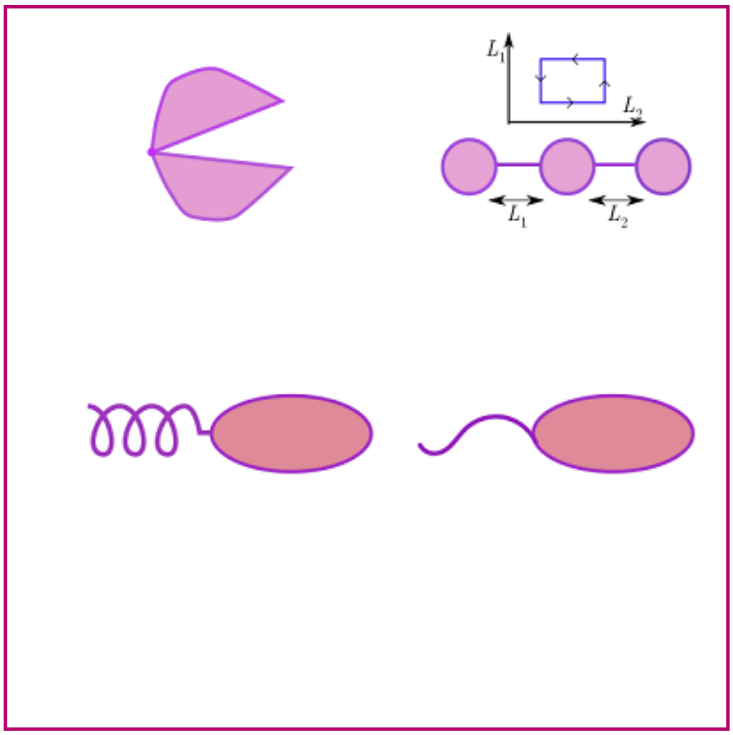
$$F \sim \eta^{\alpha} R^{\beta} v^{\gamma}$$

اکنون با قرار دادن ابعاد تمام متغیرهای سمتِ چپ و سمتِ راست این رابطه، توانهای نامشخص α، β و ν را به نحوی تعیین می‌کنیم که از نظر ابعادی هر دو سوی رابطه هم‌سان باشند. با اندکی محاسبه می‌بینید که تنها جواب ممکن به صورت زیر است:

$$F \sim \eta R v$$

در واقع محاسباتِ دقیق مکانیک شاره‌ها نیز این نتیجه را تنها با اختلاف یک ضریب کم اهمیت 6π تأیید می‌کنند. اکنون با قرار دادن مقادیر عددی می‌بینید که نیروی اصطکاک از مرتبه‌ی $F \sim 10^{14}\ N$ به دست می‌آید. آیا این نیرو کوچک است؟ معیار مناسب برای تشخیص کوچکی یا بزرگی این نیرو چیست؟ چون باکتری درون شاره حرکت می‌کند، پس با جابجا شدن باکتری، شاره نیز جابجا می‌شود. اندازه‌ی لختیِ این شاره‌ی متحرک معیار مناسبی برای مقایسه با نیروی اصطکاکِ به دست می‌دهد.

اگر شتاب شاره‌ی جابجا شونده را با a و جرم آنرا با m نشان



بالا چپ: یک شناگر خیالی به شکل صدف را در نظر بگیرید. آیا صدف با باز و بستن دو کفه‌ی خود می‌تواند شنا کند؟ یک دوره‌ی کامل از حرکات درونی این موجود، باز و بستن دوکفه، نسبت به وارونی زمان ناورداست. یعنی اگر فیلمی از این صدف که دو کفه‌ی خود را پیاپی بازوبسته می‌کند تهیه شود، هیچ راهی برای تشخیص فیلمِ اصلی از فیلمی که در جهت وارون نمایش داده می‌شود نداریم. پس حتی اگر سرعت باز کردن و بستن دو کفه با هم متفاوت باشد، صدف نمی‌تواند شنا کند.

بالا راست: یک شناگر ساده با دو درجه‌ی آزادی برای حرکات درونی نشان داده شده است. یک دوره‌ی کامل از سلسله حرکات درونیِ این سامانه بصورت یک منحنی بسته در فضای فاز رسم شده است. دقت کنید با وارون کردن زمان، جهت این مسیرِ بسته عوض می‌شود. به این سبب این سلسله حرکات تحت تبدیل وارونی زمان ناوردا نیست. با این حرکات بازگشتی، سامانه‌ی سه کره‌ای می‌تواند شنا کند.

پایین چپ: تاژک، مانندِ یک مارپیچِ صلب است که به بدنه‌ی برخی از باکتری‌ها متصل است. این باکتری با چرخاندن تاژک در نقطه‌ی اتصال، به پیش می‌رود. سازوکارِ حرکتی تاژک شبیهِ یک پیچ است که با چرخیدن درون چوب فرو می‌رود.

پایین راست: برخی از باکتری‌ها با کمک مژک حرکت می‌کنند. مژک یک دنباله‌ی انعطاف‌پذیر است که یک موج رونده روی آن تولید می‌شود. موج رونده از نقطه‌ی اتصال مژک به باکتری شروع و تا انتهای آن منتشر می‌شود. این موج رونده تقارن وارونی زمان را می‌شکند.

دهیم، لختی برابر با ma می‌شود. برای تخمین مرتبه‌ی بزرگی لختی به صورت زیر عمل می‌کنیم. مرتبه‌ی بزرگی شتاب برابر است با سرعت نوعیِ شاره تقسیم بر زمان مشخصه‌ای که در آن سرعت تغییر می‌کند. برای مسأله‌ی ما، سرعت نوعی شاره، برابر با سرعت باکتری است. از طرف دیگر، زمان مشخصه‌ی مورد نظر برابر با زمان لازم برای حرکت شاره در ناحیه‌ای به اندازه‌ی طول باکتری است. در این صورت $a \sim v/T = v^2/R$. اکنون اگر چگالی شاره را با ρ نشان دهیم، نیروی لختی برابر می‌شود با $ma=\rho R^2 v^2$. با جایگذاری مقادیر عددی، نیروی لختی از مرتبه‌ی 10^{-21}N به دست می‌آید. این نتیجه، بسیار عجیب به‌نظر می‌رسد. در حرکت باکتری، اصطکاک بسیار زیاد است و لختی هیچ نقشی ندارد. این موضوع تفاوتی اساسی بین دنیایِ بزرگ‌مقیاس ما و دنیایِ ریزمقیاس باکتری ایجاد می‌کند. در مسائل روزمره، ما همواره با کمک و امیدِ به لختی، راحت‌تر حرکت می‌کنیم. مثلاً یک شناگر درون آب، با یک حرکت در دست یا پا و تولید یک حرکت اولیه‌ی رو به جلو، به علت وجود لختی مقدار زیادی به سمت جلو سوق پیدا می‌کند. شناگرهای ماهر استفاده‌ی بهینه‌ای از لختی می‌کنند تا به سرعت‌های بیشتر برسند. در دنیای باکتری‌ها لختی هیچ اهمیتی ندارد و هر چه هست اصطکاک است. باکتری‌ها شناگرهای بسیار ماهری هستند که در شرایط بدون لختی با سرعتی برابر با طول خود در هر ثانیه جابجا می‌شوند.

در مکانیک شاره‌ها، نسبت دو نیروی لختی و اصطکاک یک عدد بدون بعدِ مهم به نام عدد رینولدز است ($Re=\rho R v/\eta$). این عدد بدون بعد، معیاری از درجه‌ی اهمیت لختی است. اگر بخواهیم با یک شبیه‌سازی، شرایط شناکردن باکتری‌ها را در ابعاد درشت‌مقیاس ایجاد کنیم، می‌توانیم وشکسانی محیط را افزایش دهیم. یک فرد شناگر که درون یک مایع بسیار وشکسان مثل عسل شنا می‌کند همان تجربه‌ای را کسب می‌کند که باکتری درون آب. اکنون واضح است که چرا باکتری‌ها مجبورند شناگرهای بسیار ماهری باشند.

علاوه بر موضوع بالا که حرکت در دنیای باکتری‌ها را سخت می‌کند، مسأله‌ی دیگری نیز هست که بر پیچیدگی شرایط حرکتی در دنیای ریزمقیاسِ باکتری‌ها می‌افزاید. اجازه دهید پیش از شرح این موضوع، ساختارِ یک شناگر را کمی ساده‌تر کنیم. در واقع هر شناگر از اجزای کوچکتری تشکیل شده که هر کدام از آن‌ها را می‌توانیم بصورت یک قسمت هندسی صلب در نظر بگیریم. مثلاً بدن یک فرد شناگر از اجزای دست‌ها، پاها و بدنه ساخته شده است. در مورد یک باکتری، معمولاً یک بدنه‌ی کروی یا بیضی‌گون به همراه تعدادی تاژک یا مژک، اجزای این شناگر ریز مقیاس را می‌سازند. در مورد صدف، دو کفه که به هم لولا شده‌اند ساختار آن را تشکیل می‌دهند.

از مکانیک شاره‌ها می‌دانیم که در عدد رینولدز بسیار کم، لختی بی‌اهمیت است و معادله‌ی حرکتِ هر جزء از این سامانه‌ی N جزیی را بصورت زیر می‌توان نوشت:

$$v_i = \sum_{i=1}^{N} \mu_{ij} f_j$$

که در آن v_i و f_j به ترتیب معرف سرعت و نیروی هیدرودینامیکی جزء iاُم است. دقت کنید که در مورد یک شناگر، محرک‌های درونِ شناگر، نیروها را تولید می‌کنند. در رابطه‌ی بالا، μ_{ij} معرف برهمکنشِ هیدرودینامیکی بین دو جز i وj است. برهمکنش هیدرودینامیکی تنها به فاصله‌ی بین اجزاء بستگی دارد و محاسبه‌ی شکل دقیق آن یکی از مسائل چالشی مکانیک شاره‌ها است.

اکنون بازگردیم به مسأله‌ی شناگر. اگر یک شناگر بخواهد با حرکت‌های تناوبی در اجزای خود به جلو منتقل شود، باید معادلات حرکت نیز این اجازه را بدهند. برای حرکتِ خالصِ روبه‌جلو، تقارن وارونی زمان شکسته می‌شود و در واقع معادلات نیز نباید نسبت به تقارن وارونی زمان $t\rightarrow -t$ ناوردا باشند. مطابق معادله‌ی بالا، ناوردای معادلات حرکت تحت وارونی زمان، دقیقاً به شکل نیروها وابسته می‌شود. از طرف دیگر، چون نیروهای هیدرودینامیکی توسط حرکت‌های داخلی تولید می‌شوند، پس نباید سلسله حرکات تناوبی درونی که سامانه انجام می‌دهد، نسبت به وارونی زمان ناوردا باشند. تنها در این صورت جابجایی خالصی تولید شود. به این حرکت‌ها، حرکت‌های غیربازگشتی می‌گوییم. این موضوع دومین پیچیدگی شناگرهای ریزمقیاس است که برای تولید حرکت انتقالی خالص، شناگر باید مهارت در انجام حرکت‌های درونی غیربازگشتی را داشته باشد.

برای مثال آیا یک صدفِ خیالی که از دو کفه‌ی صلب تشکیل شده می‌تواند با باز و بسته کردن دهان خود شنا کند؟ پاسخ منفی است. برای سامانه‌ای که از دوجزء تشکیل شده هیچ راهی برای تولید حرکات داخلی غیربازگشتی وجود ندارد. در واقع با تبدیل $t\rightarrow -t$ همیشه قسمت‌های بازکردن و بستن دهان به یکدیگر تبدیل می‌شوند. در این صورت سلسله حرکات درونی نسبت به تبدیل وارونی زمان ناوردا هستند. صدف، تنها یک درجه‌ی آزادی درونی که زاویه‌ی بین دو کفه است، دارد. ساده‌ترین سامانه‌ای که می‌تواند شناکند، لازم است تا دست‌کم دو درجه‌ی آزادی درونی داشته باشد. مثلاً ۳ کُره که با دو بازو بصورت خطی به هم وصل شده‌اند را در نظر بگیرید. فرض کنید در لحظه‌ی اول طول هر دو بازو یکسان باشد. ابتدا بازوی راست باز می‌شود، یعنی طول آن کمی افزوده می‌شود. سپس بازوی چپ هم باز می‌شود. در ادامه ابتدا بازوی راست و سپس بازوی چپ بسته می‌شوند. طی این چهار مرحله، یک دوره‌ی کامل از حرکات درونی انجام می‌شود تا سامانه به شکل اولیه‌ی خود بازگردد. دقت کنید این سلسله حرکات درونی «غیر بازگشتی» هستند. با تبدیل $t\rightarrow -t$ ، به سلسله حرکاتی می‌رسیم که کاملاً از سلسله حرکات اصلی قابل تمایز هستند. به این سبب این سامانه با تکرار این حرکات شنا کرده و به جلو منتقل می‌شود.

طبیعت در مورد باکتری‌ها پاسخ هوشمندانه‌ای به مسأله‌ی تقارن و حرکت در دنیای بی‌لختی داده است. تاژک[2] و مژک[3] دو ابزار اساسی حرکت ساز در بیشتر باکتری‌ها هستند. برخی از باکتری‌ها با تاژک، برخی با مژک و برخی هم ممکن است با ساز وکارهای ترکیبی چند تاژک و مژک حرکت کنند. یک فنر مارپیچ شکلِ صلب در بسیاری از موارد مدلی مناسب برای یک تاژک است. اگر یک سرِ این فنر را به بدنه‌ی باکتری وصل کنیم و آن را در نقطه‌ی اتصال با روشی بچرخانیم، باکتری شنا می‌کند. این سامانه، مشابهِ یک پیچ که با چرخاندن درون چوب فرو می‌رود، به جلو منتقل می‌شود. در مقابل، مژک یک دنباله‌ی انعطاف پذیر است که به برخی از میکروارگانیزم‌ها متصل است. حرکت‌های موجی که از ابتدا به انتهای مژک منتشر می‌شوند، نقش یک حرکت درونی غیر بازگشتی را ایفا می‌کنند تا سامانه را به پیش‌برانند.

در پایان اشاره‌ای می‌کنیم به مراجع مرتبط با موضوع حرکت باکتری‌ها. مسأله‌ی دنیای باکتری‌ها در مقاله‌ی بسیار زیبای پورسل بصورت مقدماتی شرح داده‌شده است [۱]. کتاب برگ، شرح مفصلی است از باکتریِ ای‌کولای و سازوکارهای حرکتی آن [۲]. محاسبات سامانه‌ی دوبازو-سه‌کره نیز در مرجع [۳] آمده است. هیدرودینامیک یک شناگر دیگر در مرجع [۴] بررسی شده است. دو مسأله‌ی بسیار مهم که اخیراً توجه محققین را به خود جلب کرده است، پدیده‌ی هم‌گامی تاژک‌های یک باکتری و مسأله‌ی برهمکنش بین باکتری‌های در یک مجموعه از باکتری‌هاست. دو مرجع [۵] و [۶] محل خوبی برای ورود به تحقیقات نو در این زمینه‌ها هستند. علاوه بر تمام مراجع بالا، به خواننده‌ی علاقه‌مند مراجعه‌ی به مقالات مروری [۷] و [۸] را نیز پیشنهاد می‌کنم.

مراجع:

[1] E. M. Purcell, Am. J. Phys. 45, 3 (1977).

[2] H. C. Berg, E. Coli in motion (springer, New York, 2004).

[3] A. Najafi, R. Golestanian, Phys. Rev. E 69, 062901 (2004).

[4] A. Najafi, Phys. Rev. E 83, 060902 (2011).

[5] A. Baskaran. M. C. Marchetti, PNAS 106, 15567 (2009).

[6] D. Brumley, M. Polin, T. Pedley, R. Goldstein, PRL 109, 268102 (2012).

[7] E. Lauga, T. R. Powers, Rep. Prog. Phys. 72, 096601 (2009).

[8] S. J. Ebbens, J. R. Howse, Soft Matter 6, 726 (2010).

1. E.Coli
2. Flagellum
3. Cilium

دانشگاه ؟

محمدرضا کلاه چی
دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه‌ی زنجان

چکیده : محیط دانشگاه، بی اختیار شما را در جامعه‌ای سوای جامعه‌ی بیرون از آن قرار می‌دهد. در مسیر دانشگاه داشتن قدم برداریم؛ قدم‌های ظاهراً کوچک هم کمکی بزرگ هستند.

این روزها بحث از دانشگاه و درباره‌اش زیاد است. از روزی که افتخار شرکت در اولین شورای دانشگاه در این مرزوبوم را داشتم، بیست و دو سال و نیم می‌گذرد. آن روز را خیلی دقیق به خاطر دارم و دلیلش تنها، رخدادی نیست که همان روز اول در تهران به وقوع پیوست، بلکه تعبیری است که چهار سال بعدش، از یکی از همکاران باسابقه‌ام که همان‌جا در جلسه حضور داشتند درباره‌ی آن جلسه شنیدم. فقط این را می‌گویم که اگرچه ایشان با جدیت و باور تمام آن تعبیر را بیان کردند، گفته شان چنان برای منِ تازه‌وارد به محیط این جامعه غریبه بود که احتمالاً طبق نظریه‌ی هِب [۱] آن روز و وقایع پیرامونش را در حافظه‌ام حک کرد. پس اجازه دهید از آن ماجرا بگذرم و در عوض، قبل از کمی صحبت درباره‌ی خصوصیات دانشگاه، از خاطره‌ای دیگر بگویم.

مقاله‌ی معروف دو فیزیک‌پیشه، اهارانف و بوهم [۲] در سال ۱۹۵۹ چاپ شد و سال ۱۹۸۹ بود که به مناسبت سی‌امین سال چاپ آن و احتمالاً با این حدس که بوهم ممکن است به زودی از دنیا رود گردهمایی‌ای بود به افتخار این مقاله. این را بگویم که اثر اهارانف-بوهم را دو نفر دیگر هم اندکی پیش از این دو به میان آورده بودند و در مقاله‌ی بعدی اهارانف و بوهم از این دو یاد شد، از اهرنبرگ و سی‌دی [۳] . خیلی خلاصه این اثر به این اشاره می‌کند که در دنیای کوانتومی می‌توان به یک درجه‌ی آزادی ریاضیاتی هم اهمیت فیزیکی داد، یعنی به پتانسیل و نه فقط به تغییراتش؛ مقاله در خصوص میدان مغناطیسی بود و پتانسیل برداری. پیش بینی آن‌ها به طور تجربی هم ثابت شد، اندکی بعدش.

خب پس برمی‌گردیم به ۱۹۸۹، به مکانی در ایالت کارولینای جنوبی که از ایالت‌های شرقی امریکا است و در نیمه‌ی جنوبی آن، دانشگاه کارولینای جنوبی در شهر کلمبیا، چهاردهم تا شانزدهم دسامبر. شرکت در این اسمش را بگذاریم گردهمایی، شرط خاصی نداشت و من هم در آن شرکت کردم البته پس از شاید هشت ساعت رانندگی با همین مزدایی که آن موقع فقط دو سال از عمرش می‌گذشت و الان هر از گاهی با آن می‌آیم مدرسه.

بعد از پایان گردهمایی فکرم به این بود که حالا باید این همه راه رانندگی کنم تا برگردم خانه.غروب بود و نم نم هم باران می‌آمد و من که در سالن گردهمایی ایستاده بودم و بیرون را نگاه می‌کردم به خودم گفتم که با یک تاکسی بروم هتل و سوار ماشینم که آن جا پارک کرده بودم شوم و از آن جا هم سفر برگشت را هرچه زودتر شروع کنم. اما دیدم اتوبوس‌هایی آماده می‌شدند تا مردم را به همان هتل ببرند و به خودم گفتم شاید بهتر باشد با یکی از همان اتوبوس‌ها بروم گرچه ممکن است نیم ساعت شروع سفر را به تعویق اندازد.

رفتم و سوار یکی از اتوبوس‌ها شدم که تقریباً خالی بود، اما کم کم شروع کرد به پر شدن.کنار پنجره نشسته بودم و فکر کنم ردیف دوم و به باران نگاه می‌کردم و به فکر سفر برگشت با آن همه خستگی و بقیه‌اش، که ناگهان شخصی که همین تازه پهلوی من نشسته بود سر صحبت را با من باز کرد؛ خانمی مسن بودند.

هوای خوبیه!

بله همین طوره!

همیشه این جوریه؟

راستش من در این ایالت زندگی نمی‌کنم ولی به خاطر مکان جغرافیایی‌اش و این که به آب خیلی نزدیکه و جنوبی تر هم هست عجیب نیست!

ما در سفرهایمان آب و هواهای متنوعی را می‌بینیم و این جا

خیلی خوبه!

بله موافقم!

در پاسخ دادن به این خانم مسن که بسیار با خوشرویی صحبت می‌کردند نصف ذهنم، یا حداقل نصف ذهنم، مشغول سفر برگشت بود و بقیه اش هم با همه‌ی خستگی توأم با بی حوصلگی تلاش می‌کردم که مؤدب باشم و تازه در کنار این‌ها هی از خودم می‌پرسیدم پس این راننده کی میاد؟

اما خانم مسن ناگهان با سوال متفاوتی به صحنه آمدند:

ببینم شما چیزی از حرف‌های دیوید فهمیدید؟

وقتی شنیدم دیوید بی درنگ تمام فعالیت مغزی من تبدیل شد به یک تابع دلتا و انگار با صدایی مهیب و علامت سؤالی عظیم از خودم پرسیدم دیییییوییییید؟

...

آره، بنده افتخار هم صحبت شدن با همسر آقای دیوید بوهم را داشتم.

...

این حرف‌های دیوید برای من تازگی نداشت، آخه می‌دونید دوستاش میان خونمون و همه اش از این حرف‌ها می‌زنن. من هم دیگه همه‌ی این حرفارو می‌دونم ولی راستش هیچی ازشون نمی‌فهمم، شما چیزی فهمیدید؟

...

و اما موضوع دانشگاه، یعنی همان دانشگاه روی زمین که منظور همان کره‌ی خاکی در منظومه‌ی شمسی است، سومی از خورشید این طرف تر.

فرض کنیم کلاسی طبق برنامه ساعت دو بعداز ظهر شروع شود. در دانشگاه شما یاد می‌گیرید که دو بعد از ظهر یعنی دو بعد از ظهر و نه مثلاً دو و پنج دقیقه. البته پنج دقیقه چیزی نیست ولی دانشگاه به شما یاد می‌دهد که دو یعنی دو.

آهان، این را هم بگویم که چیزهایی که در دانشگاه یاد می‌گیرید به معنای یادگیری از طریق سرمشق است و نه به معنای ده فرمان و این را هم بدانید که در شهر این چیزها را یاد نمی‌گیرید، حالا می‌خواهید باور کنید می‌خواهید نکنید.

در دورانی که دانشجو بودم هیچ وقت نشد که هم کلاسی ام مثلاً روزنامه‌ی صبح را سر کلاس بخواند یا کتاب داستانی را که لابد به جای هیجان انگیزش هم رسیده بود سر کلاس بخواند. این جا دو سرمشق نهفته است. اول این که آداب کلاس حساب دارد تا هدف نایل شود. اگر خواستید، بگویید که نکته‌ی اول معادل این حرف است که احترام کلاس را نگه دارید، گرچه من از آداب بیشتر خوشم می‌آید تا از احترام. ضمناً این آداب را می‌توان به سادگی به جلسات دیگر هم تعمیم داد. نکته‌ی دوم اما بغرنج تر است و آن این که کسی شما را مجبور نکرده در کلاس حاضر باشید. و این دومی نتیجه ای در بر دارد که چندان واضح نیست - حضور و غیاب در دانشگاه مجاز نیست!- چون ممکن است به دلیلی، به هر دلیلی، نتوانسته باشید سر کلاس حاضر شوید. البته اگر آن جلسه از قضا مصادف باشد با جلسه‌ی امتحان، آن وقت بیا و درستش کن!

آهان، چیز جالبی که فقط یک بار رخ داد و اگر اتفاق نمی‌افتاد با این روشِ سرمشقی از آن آگاه نمی‌شدم این بود که یک بار ساعت شد دو و از استاد خبری نشد، در صورتی که دانشجوها حاضر نشسته بودند. شد دو و پنج دقیقه و باز هم خبری نشد. و همین جور گذشت و خبری نشد. راستی اون موقع‌ها موبایل و غیره هم نبود. خلاصه پچ پچ دانشجوها این پیغام را برایم داشت که این بسته به رتبه‌ی استاد است که چه موقع می‌توان کلاس را ترک کرد، یعنی اگر خبری مثلاً از دفتر آموزش نشود. آخرش این که بالاترین رتبه، معادل با این بود که دانشجوها باید تمام ساعت را می‌نشستند یا آن قدر که خبری آید.

فرض کنیم کلاسی طبق برنامه ساعت دو بعداز ظهر شروع شود. در دانشگاه شما یاد می‌گیرید که دو بعد از ظهر یعنی دو بعد از ظهر و نه مثلا دو و پنج دقیقه. البته پنج دقیقه چیزی نیست ولی دانشگاه به شما یاد می‌دهد که دو یعنی دو.

وقتی پاراگراف قبل را نوشتم که باید اقرار کنم خیلی هم در ذهنم دقیق نبود، یاد چیز دیگری افتادم که دقیق در ذهنم مانده؛ دقیق به خاطر نگاه چپ چپ خانم استاد به بنده که حدود هشت و ربع صبح به کلاس وارد شدم! آخر اولین پرواز کلمبیا بود، اولین پرواز اولین شاتل و من هم با اشتیاقی مثال‌زدنی با جمعی دیگر از دانشجویان در سالن بیرون کلاس مشغول تماشایش، مشغول تماشای جدا شدنش از سکوی پرتاب و اوج گرفتن و خارج شدنش از لایه‌های پایینی جو. اما بعد از این همه سال و با همه‌ی این حرف‌ها هنوز هم یک عذرخواهی به استاد بدهکارم[۴] .

خب، برویم سراغ موضوعی اساساً مهم: دروغ

بله این واژه‌ی تروتمیزی برای جامعه‌ی ما نیست؛ در واقع برای جامعه‌های دیگری هم که من می‌شناسم نیست ولی در دانشگاه مسأله فرق می‌کند. این واژه در دانشگاه مثل آن است که به این فکر بیفتید که از فرزند خردسالتان بپرسید: زودباش عزیزم بهم بگو ببینم بالأخره این گودو کی قراره بیاد [۵] . و در انتظار پاسخی

خردمندانه، از فکر بکر خود خوشنود هم باشید. پس دروغ می‌شود بی معنی چون در فضایی که دانشگاه برای تنفس در اختیارتان می‌گذارد این واژه جایی ندارد، کاری ندارد، کاربردی پیدا نمی‌کند، مطرود است و در ازایش شما یاد می‌گیرید که با دم و بازدم خود این خلوص را حفظ کنید و از آن نگهداری کنید و خود را مسئول بدانید. این را اضافه می‌کنم که این مسیر برای افزودن شانس آدم برای راهیابی به بهشت نیست، که خب این را همیشه می‌توان برای هر کار نیک گفت. اما موضوع آن است که این دال در کنار آن یکی دال ترکیبی است بی ربط؛ من فکر نمی‌کنم یک اثر داروینی باشد. ولی هرچه هست خیلی ازش خوشم می‌آید چون واقعاً چیزی است که در جامعه، بی معنی بودنش به وجود آدم رسوخ نمی‌کند. و شاید حتی بشه گفت که در جامعه طبق اثر داروینی هم آن خودش است که رسوخ می‌کند و خب این یعنی که دانشگاه جامعه‌ای است سوای جامعه‌ی معمول و محیط آن به شکلی مشاهده پذیر این داده‌ی تجربی را با دقت مطمئن بروز می‌دهد. دوباره تأکید می‌کنم که پای من روی زمین قرص است و از دانشگاهی مستقر بر روی ابرها سخن به میان نمی‌آورم.

این را هم بگویم که اگر در دانشگاه برای این واژه کاربردی بسازید، مطرود خواهید بود بدجور، یعنی خیلی بدجور، یعنی که می‌روید به جامعه‌ی معمول، بدون بازگشت.

خب، برگردیم به خانم بوهم.

پس دروغ می‌شود بی معنی چون در فضایی که دانشگاه برای تنفس در اختیارتان می‌گذارد این واژه جایی ندارد، کاری ندارد، کاربردی پیدا نمی‌کند، مطرود است و در ازایش شما یاد می‌گیرید که با دم و بازدم خود این خلوص را حفظ کنید و از آن نگهداری کنید و خود را مسئول بدانید.

آره، شما می‌توانید شب و روز با آقای بوهم زندگی کنید؛ تمام زندگی تان را پتانسیل‌های برداری و نظریه‌های پیمانه ای و قضیه‌ی بِل[۶] و مسأله‌ی ای پی آر [۷] پر کند و آن قدر از این چیزها بشنوید که در وجودتان حک شود، آن قدر که در حافظه‌ی بلند مدت خود به اندازه‌ی ده به توان هفده ثانیه[۸] دوام داشته باشد. آن قدر که وقتی سر صحبت را با یک غریبه باز می‌کنید بعد از وضع هوا ناخودآگاه بروید سراغ کنجکاوی قدیمی‌تان که آیا او که این صحبت‌های آقای بوهم را شنیده چیزی فهمیده؟ می‌توانید همسری فداکار برای آقای بوهم باشید و میزبانی خوب برای دوستان همسر عزیزتان که باز هم دارند به مدارهای مغزی شما با تکرار مکررات کمک می‌کنند مبادا چیزی از قضیه‌ی آن مقاله از قلم افتاده باشد و با همه و همه و همه و همه‌ی این حرف‌ها هنوز هم نفهمید که این داستان بوهمی چیست و خب، تعجبی هم ندارد چون که فهمیدن آن داستان به مقدماتی نیاز دارد که به دست آوردن آن مقدمات به راه‌های دیگری نیاز دارد، مسیرهایی متفاوت.

سال ۲۰۰۹ باز هم این اثر جشن گرفته شد، البته بدون بوهم و به احتمال زیاد بدون همسرش هم.

یه چیز دیگه، بلافاصله بعد از این که فهمیدم با خانم بوهم هم صحبت هستم نیم خیز شدم و دیدم آقای بوهم صندلی کنار پنجره‌ی آن طرف را در همان ردیف اشغال کرده بودند؛ میشه به این سؤال اندیشید: آیا برای دیوید، فیزیک همه چیز بوده؟

مراجع:

1. D. O. Hebb, 1949, The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory. New York, Wiley and Sons.

پیشنهاد می‌کنم به سخن دکارت هم درباره‌ی همین نظریه‌ی حافظه رجوع کنید چون فوق العاده است.

2. Aharonov, Y., Bohm, D., 1959, Significance of electromagnetic potentials in quantum theory, Phys. Rev. 115, 485-491.

3. W. Ehrenberg, R. E. Siday .

۴. من مهندسی می‌خواندم و مساله‌ی شاتل از زیبایی متفاوتی برایم برخوردار بود نسبت به الان.

آخرین پرواز آخرین شاتل همین اخیر رخ داد، حدود سه سال پیش. عکس‌های فوق العاده ای هست از فرودش در شب.

۵. اشاره به نمایشنامه‌ی» در انتظار گودو « اثر ساموئل بِکِت .

6. Bell, J. S., 1964, On the Einstein Podolsky Rosen paradox, Physics 1, 195-200.

7. Einstein, A., Podolsky, B., and Rosen, W., 1935, Can quantum mechanical description of physical reality be considered complete?, Phys. Rev. 47, 777-780.

۸. عمر کائنات تقریباً ده به توان هیجده ثانیه است ولی من این را به ده به توان هفده تقریب زدم

چون از عدد هفده که یک عدد اول است بیشتر خوشم می‌آید، البته روز تولد من هم هفدهم است!

چالش‌های مدیریتی یک دانش‌آموخته‌ی فیزیک

مصاحبه با آقای فرشید هندی
مصاحبه و تنظیم: الهام صادقی

فرشید هندی دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد فیزیک از دانشگاه صنعتی اصفهان است. در دوران کارشناسی ارشد به همراه جمعی از دانشجویان دانشکده‌ی کامپیوتر، شرکت «رهنما» از شرکتهای مطرح فن‌آوری اطلاعات (IT) را در تهران پایه‌گذاری کرده و در بخش فروش الکترونیک محصولات موسیقی در سایت Iranmelody.com برای فروش گزیده‌ی آلبوم‌های روز به ایرانیان داخل و خارج کشور مشغول همکاری شد. با پایان کار این سایت که جزء پنج سایت اول فروش ایران بود، به دلیل بلوکه شدن حساب‌های ارزی ایران در سال ۸۵، سایت فروش گز سکه را راه‌اندازی کرد که پس از سایت «فرادیس» پرفروشترین سایت بود. در دوران خدمت سربازی در بخش فن‌آوری اطلاعاتِ مرکز هم‌اندیشی استان اصفهان، در جمعی از برگزیدگان علوم مختلف همکاری می‌کرد که در دولت نهم تعطیل شد. پس از دوره‌ی سربازی با جمعی از دوستان شرکتی نرم‌افزاری شامل گروه‌های معماری، الکترونیک، نرم‌افزار، سخت‌افزار و آموزش تأسیس کردند که به‌تدریج هر گروه رشد کرد و به شرکتی جداگانه تبدیل شد. همان زمان به همکاری با گز سکه، در بخش فروش آنلاین بازگشت و بعدها به پیشنهاد شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان و با تصمیم بخش نرم‌افزار برای فعالیت مستقل از گز سکه، شرکت "صبا سکه" را تاسیس کرد. این شرکت مجموعه‌ای است دانش‌بنیان که از سال ۸۶ فعالیت خود را در شهرک آغاز کرده است. در گرایش‌های صنایع غذایی و کشاورزی، فن‌آوری اطلاعات، مخابرات و تجارت الکترونیک فعال بوده و علاوه بر طرح‌هایی که خود تعریف و اجرا می کند از طرح‌های همسو با اهداف خود حمایت و پشتیبانی می‌کند. آرمان این مجموعه تحقیق و به سرانجام رساندن طرح‌هایی است که با استفاده از فن‌آوری‌های به‌روز دنیا برای جامعه مفید بوده و سلامت و امنیت و آرامش را در جامعه گسترش بدهد.

آقای هندی، اگر امکان بازگشت به دوران پیش از کارشناسی را داشتید چه مسیری را انتخاب می‌کردید؟

شاید مطرح کردنش چندان جالب نباشد اما در زمان کنکور ما، رشته‌ی انتخابی رایج، برق بود. من هم رتبه‌ی این رشته را آورده بودم و هم امکان انتخاب رشته‌های دیگر را داشتم اما فیزیک را انتخاب کردم و پاسخم هم به کسانی که می‌گفتند پس از فارغ التحصیلی کار پیدا نمی‌کنم این بود که من قصد ندارم از فیزیک پول دربیاورم بلکه می‌خواهم آن را بخوانم و یاد بگیرم. الان فکر می‌کنم که همین‌طور هم شد، من از خود فیزیک پولی درنیاوردم اما دانشی که فیزیک به من داد راهگشای من شد. اگر به گذشته بازگردم دوران کارشناسی را مثل قبل تکرار خواهم کرد اما در دوران ارشد قطعاً بیشتر تلاش خواهم کرد. از تلاشم در دوران ارشد راضی نیستم.

پس از اتمام تحصیلات دانشگاهی در رشته‌ی فیزیک، چه انتخابهایی پیش روی شما بود و فرآیند تصمیم‌گیری برای شما چگونه بود؟

سه راه پیش روی اکثر دانش‌آموختگان آن دوره بود، ادامه تحصیل در مقطع دکتری، بورس شدن به خارج از کشور و خدمت سربازی. بسیاری از هم‌کلاسی‌های ما توانستند پذیرش آمریکا و کانادا بگیرند، من هم تمایل داشتم از سوییس پذیرش بگیرم اما چون مدرک TOEFL و GRE نداشتم باید هزینه‌ی تحصیل را خودم می‌پرداختم و لذا منصرف شدم. از طرفی چون کارشناسی را چهارساله و ارشد را دوساله تمام کرده بودم نمی‌توانستم خدمت سربازی را بخرم، قانون آن موقع به نفع درس‌نخوان‌ها بود که به شرایط سنی می‌رسیدند! شاید می‌توانستم دکتری بگیرم و وارد آموزش عالی شوم اما به سربازی رفتم و صبح‌ها تایپ کردم و

پرورش گیاه استویا به‌عنوان شیرین کننده‌ی بی ضرر در صنعت شیرینی، برای اولین بار در شرکت «صبا سکه».

عصرها سر چهارراه سوت زدم! البته همان دوران تجربه‌ی طراحی و توسعه‌ی وب و نرم‌افزار نویسی‌ام بیشتر شد چون به هرحال امکان کار اینترنتی را داشتم.

در شرحی که از کار و تحصیلتان دادید، به نظر می‌رسد در کنار IT، فیزیک خوانده‌اید نه اینکه فیزیک برایتان اولویت داشته باشد.

نه! هشتاد درصد وقت من به‌طور محض صرف فیزیک می‌شد. می‌خواستم فیزیک را خوب یاد بگیرم و نسبتاً هم درس‌خوان بودم. شاید یکی از پایه‌های یادگیری نرم افزار برای من پایان‌نامه ام بود، چون شامل یک فصل محاسباتی در فورترن بود و از همان‌جا بود که الگوریتم‌نویسی آموختم و حرفه‌ای شدم و دریافتم یادگیری زبان‌های دیگر هم خیلی سخت نیست. برنامه نویسی فیزیک، علمی شد که بعدها توانستم از آن استفاده کنم.

آیا فکر می‌کنید فیزیک را خوب آموخته‌اید و بر آن احساس تسلط می‌کنید؟

منهای سال آخر ارشد که کمی تنبلی کردم، فکر می‌کنم بله، خوب خوانده‌ام.

به ادامه تحصیل هم فکر می‌کنید؟

نه در رشته‌ی فیزیک، بلکه در DBA (دکترای کسب و کار)، متناسب با شغلم. همین الان هم درس می‌خوانم، در دوره‌های رایگان دانشگاه «استنفورد» هم شرکت می‌کنم.

تحصیلات فیزیک چه تأثیری بر زندگی شما داشت؟

فیزیک، فکر کردن را به من یاد داد. توانایی مواجهه‌ی علمی، نترسیدن از مسأله و حل آن را به من داد. روبه‌رو شدن با سایر دانش‌ها اصلاً برایم سخت نیست و در مقابل همه‌شان اعتماد به نفس دارم.

فکر نمی‌کنید این اعتماد به نفس ویژگی شخصیتان است و ربطی به فیزیک ندارد؟ به نظر می‌رسد علوم پایه خوانده‌ها به دلیل نزدیک‌تر بودن به کار نظری، در کار اجرایی اعتماد به نفس چندانی ندارند.

مهندسین هم بیشتر حرف‌هایشان نظری است، مثلاً برای تجزیه‌ی مولکول قند می‌گویند از فلان دستگاه استفاده کنید و من دیدم این دستگاه چیزی نیست جز یک میدان الکترومغناطیس ساده که مولکول قطبی قند را آزاد می‌کند. شاید من نتوانم در کنار یک مهندس کار فنی انجام دهم ولی درک مسأله و همراهی با او برایم راحت است. وقتی فیزیک بخوانید از نظر شما نشدنی وجود ندارد و بدون تحلیل و منطق راضی نمی‌شوید، می‌دانید اگر طرح و الگوی

کلیِ درست باشد، مراحل اجرایی دانش عجیب و غریبی نمی‌خواهد. مثلاً فرض کن طرح شما رفتن از محل کار به خانه باشد، الزاماً نباید اتوبوس بسازید، باید بدانید کارکرد اتوبوس برای شما چیست.

جدای از مهارت‌هایی که فیزیک و دانشگاه به شما داد، در چه مهارتی احساس ضعف می‌کردید؟

چیزی که به‌عنوان یک دانش‌آموخته‌ی دانشگاه از کمبودش رنج می‌بردم، می‌برم و خواهم برد، بحث کارآفرینی است. هیچ درس دانشگاهی وجود ندارد که در آن روش راه‌اندازی کاری را به شما یاد بدهند. این کلاس‌های فعلی کارآفرینی که فقط جلسه‌ی سخنرانی و درس زندگی است را نمی‌گویم، منظورم ایجاد طرح‌های تجاری است که بانک برای آن‌ها وام می‌دهد و واقعی هستند. تجارت‌های بزرگی مثل Intel و Hp از دل کارگاه‌های کارآفرینی دانشگاه MIT حاصل شد، دانشگاه‌های استنفورد وهاروارد هم روی بخش‌های کارآفرینی خیلی وقت می‌گذارند.

چیزی که به‌عنوان یک دانش‌آموخته‌ی دانشگاه از کمبودش رنج می‌بردم، می‌برم و خواهم برد، بحث کارآفرینی است. هیچ درس دانشگاهی وجود ندارد که در آن روش راه‌اندازی کاری را به شما یاد بدهند.

آیا توانایی تحلیل و حل مسائل فیزیک یا به قول خودتان مهارت فکر کردن قابل تعمیم به سایر حوزه‌ها هست؟

اگر فیزیک را خوب یاد بگیرید، خوب هم می‌توانید مسأله حل کنید. می‌توانید مسأله‌ی پیچیده‌ای را مدل‌سازی کرده و با فرمول‌های ساده آن را حل می‌کنید. این سامانه‌ای فکری است که در تمام حوزه‌ها کارایی دارد، چیزی که همان سال‌های اول کارشناسی فیزیک آن را می‌آموزید. مثلاً تجزیه و تحلیل مسأله ، مدل کردن و کوچک کردن آن در مکانیک تحلیلی، یادگیری همین سامانه‌ی فکری است. در تجارت هم همین مسأله مطرح است. از بین صد متغیر در یک برنامه‌ی بازاریابی مثلاً می‌شود پنجاه تا را ثابت و بقیه را به صورت خطی یا غیرخطی وابسته فرض کرد و بعد مسأله را حل کرد. ممکن است فرمول‌ها یا ابزار ریاضی فرق کند اما سامانه‌ی فکری همان است. فیزیک خوانده‌ها به دلیل سیستماتیک فکر کردن، خوب مسأله حل می‌کنند. در کارهای کلان مهندسی وکارهای مدیریتی و اقتصادی، فیزیکی‌ها موفق‌ترند چون می‌توانند یک تصویر بزرگ از کل سامانه ببینند، آن را کوچک و مدل سازی کرده و حل کنند.

ارتباط شما با دانش‌آموختگان فیزیک چگونه است؟آیا فرصتی برای بحث و تبادل نظر پیدا می‌کنید؟ آیا دانش و تجربیات شما می‌تواند راهگشای کار فیزیک‌پیشگان باشد؟

متأسفانه اکثر هم‌کلاسی‌های ما به خارج از کشور مهاجرت کردند و اندک افراد اینجا را هم به‌ندرت می‌بینیم. آنچه در ارتباط با دوستان علمی-دانشگاهی بسیار آزارم داد پایین بودن مقیاس مالی‌شان بود، منظورم درآمدشان نیست، منظورم انتظاری است که از کسب درآمد از دانش‌شان دارند. یکی از دوستان دانشگاهی خوشحال بود که طرحش چندمیلیون سود مالی داشته است!

درآمد من از یک استاد دانشگاه کمتر است ولی حرفم و هدفم از طرح‌هایی که دارم چندصد میلیونی است، استادی با این حجم عظیم دانش هم باید سالانه به فکر درآمد چندصد میلیونی برای خود و دانشگاه باشد. توقع مالی اساتید ما از دانش‌شان پایین است و به نظر من همه‌ی ما باید از خودمان خواسته‌ی بزرگ داشته باشیم.

البته گاهی دانش‌آموختگان دانشگاهها از جمله دانشگاه صنعتی اصفهان که خودتان از آن فارغ التحصیل شدید به بهانه‌های مختلف دورهم جمع می‌شوند.

به نظر حرکت مؤثری در آن اتفاق نمی‌افتد، گاهی دنیای تجارت برای راهکارهای علمی پتانسیل سرمایه‌گذاری زیادی دارد منتها از طرف دانشگاه کششی دیده نمی‌شود. مدتی قبل به یک طرح بسته‌بندی هوشمند فکر می‌کردم که فیزیک به راحتی می‌توانست برای آن راه‌حل بدهد. اینکه بسته‌ای متشکل از چند غذا را با استفاده از پوشاندن و سامانه‌ی لایه‌نشانی در مایکروفر بطور همزمان به دماهای مختلف برسانیم. بیشتر از سه کارخانه‌ی معروف غذای آماده نداریم. کارخانه‌هایی که به راحتی روی چنین طرح‌هایی با حجم عظیمی از سرمایه سرمایه‌گذاری می‌کنند.

پس آمادگی برای همکاری را در فضای تجاری بیشتر از دانشگاه می‌بینید؟

شاید همه‌شان اینطور نباشند اما گروهی درون آنها ایجاد شده که واقعاً تشنه‌ی طرح‌ها و راه‌حل‌های علمی هستند. امروز رقابت تجاری بیشتر بر سر نوآوری است از این رو حتی می‌شود دانش را بین شرکتها به مزایده گذاشت ولی حس فروش و کسب سرمایه از علم در دانشگاه وجود ندارد.

در آمریکا مراکزی هست که کارهای پژوهش و توسعه (Research & Development) انجام می‌دهند. آن‌ها مسأله‌ی واقعی را از صنعت می‌گیرند و به مسأله‌ی قابل درک برای دانشگاهیان تبدیل می‌کنند. آن‌ها این مسأله را برای حل در اختیار دانشگاهیان در شاخه‌های مختلف می‌گذارند تا آن‌ها حل کنند. سپس حل‌ها را دریافت کرده و درکنار هم قرار می‌دهند و به صنعت بازمی‌گردانند. شاید مشکل ما در ایران نبود چنین مراکز بین رشته‌ای با دید جامع است.

این مراکز مجموعه‌ای از اهل صنعت و دانشگاه است و به‌راحتی در

اینجا هم قابل ایجاد است.

شاید علت عدم شکل‌گیری چنین مراکزی، ساختار دولتی ماست. بودجه‌ی تحقیقاتی به برخی ادارات دولتی تعلق می‌گیرد اما به سختی با دادن بودجه‌ی تحقیقاتی به پروژه‌ای دانشگاهی موافقت می‌کنند. دیگر اینکه اساساً چنین مراکزی خیلی جدی گرفته نمی‌شوند.

اما شهرک‌های علمی-تحقیقاتی تمایل زیادی به همکاری با دانشگاهیان دارند.

شهرک‌های علمی تحقیقاتی اساساً با چنین هدفی طرح‌ریزی شدند ولی فعلاً از هدف اصلی‌شان دور شده‌اند.

برای هر دو طرف باید آمادگی حاصل شود.

آیا اخبار پژوهش و نوآوری در فیزیک را دنبال می‌کنید؟

متأسفانه نه زیاد، من خیلی علاقه‌مند بودم که مجله‌ای مشابه «فیزیکس تودی» داشتیم که مثل مجله‌های تخصصی فیزیک پر از صفحات سیاه و سفید پرانتگرال نباشد، ورق زدن آن حس خوبی از فیزیک به شما القا کند و شما را در جریان فیزیک روز قرار دهد. یکی دو شماره از مجله‌ی شما را دیده‌ام و امیدوارم که بتواند چنین نقشی ایفا کند.

خبری شگفت در فیزیک بیشتر شما را به وجد می‌آورد یا در تجارت؟

هر دو، ولی چون مدتی از فیزیک دور بوده ام درک برخی موارد برایم سخت است و آنها را نمی‌فهمم.

خبر فیزیکی جالبی که این اواخر شنیده‌اید چیست؟

ذره‌ی هیگز یا خبر کشف امواج گرانش که راستش آنقدر برایم عجیب بود که فکر کردم حقه است.

آیا پژوهش در فیزیک می‌تواند به طور مؤثرتری به پیشرفت فن‌آوری در حوزه‌های مختلف کمک کند؟ به نظر شما کدام حوزه‌ها توجه و سرمایه‌گذاری پژوهشی بیشتری را در حال حاضر طلب می‌کند؟

کلاً در دنیا هرجا پول خرج شود پول هم درمی‌آید به جز ایران. یک شرکت ذوب آهن۷ملیون دلار سرمایه‌گذاری کرد تا آزمایشگاه کاوندیش ایجاد شود. نه اینکه عاشق علم بود بلکه می‌خواست از طریق آن چند برابر درآمد کسب کند. در دنیا دانشگاه از دل صنعت درآمده است. اینجا ما جزیره جزیره کار می‌کنیم، هیچ بخشی با بخش دیگر ارتباط ندارد لذا سرمایه خرج می‌شود اما درآمدی حاصل نمی‌شود. به طور معمول با سه چهار لایه سرمایه‌گذاری همه‌ی علوم به هم مرتبط می‌شود. اگر رابطه‌ی فیزیک، حالت جامد، تراشه و پردازشگرها با هم نبود امروز به این راحتی از گوگل استفاده نمی‌کردیم. منتها حجم سرمایه‌گذاری دنیا در شاخه‌های مختلف با ما قابل مقایسه نیست.

اگر فیزیک را خوب یاد بگیرید، خوب هم می‌توانید مسأله حل کنید. می‌توانید مسأله‌ی پیچیده‌ای را مدل‌سازی کرده و با فرمول‌های ساده آن را حل می‌کنید. این سامانه‌ای فکری است که در تمام حوزه‌ها کارایی دارد، چیزی که همان سال‌های اول کارشناسی فیزیک آن را می‌آموزید.

مثل پروژه‌ی منهتن که پروژه‌ای نظامی صنعتی بود و بسیاری از فیزیک پیشگان برجسته‌ی قرن بیستم در آن نقش داشتند.

آقای هندی از اینکه وقت خود را در اختیار ما گذاشتید از شما سپاسگزاریم.

نقد کتاب «مکانیک شاره‌ها»

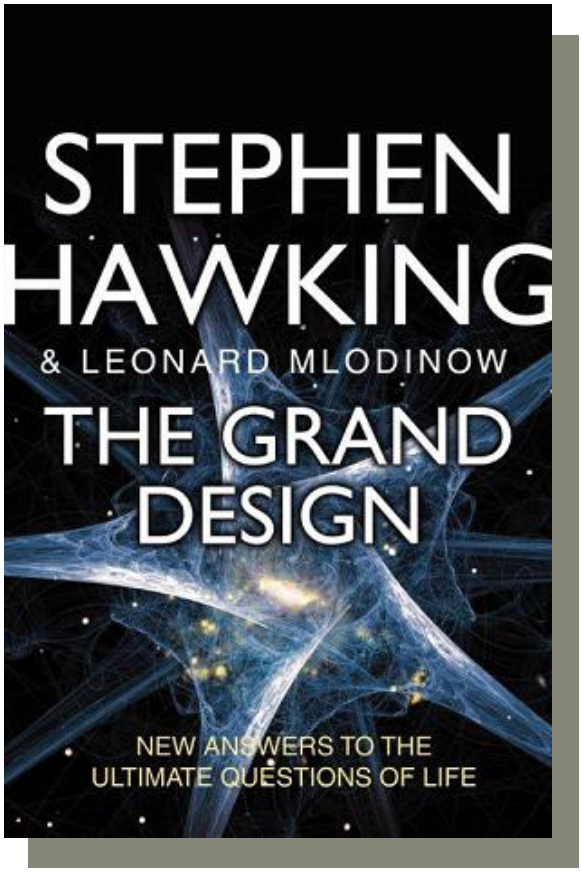
ابراهیم فولادوند
دانشکده‌ی علوم، دانشگاه زنجان

نویسنده: امیر آقامحمدی
ویراستار: احمد شریعتی
ناشر:دانشگاه الزهرا(س)
تعداد صفحات: ۲۳۰
نوبت چاپ: اول-۱۳۹۲

به تازگی انتشارات دانشگاه الزهرا کتابی از دکتر امیر آقا محمدی استاد فیزیک همان دانشگاه در زمینه‌ی مکانیک شاره‌ها به چاپ رسانده است. من این کتاب را به‌عنوان منبع اصلی درس سه واحدی"مکانیک شاره‌ها" به دانشجویان معرفی کردم. این درس در سال هشتاد و هشت و در دوره کارشناسی گروه فیزیک دانشگاه بهشتی ارائه شد. پیش از وارد شدن به بررسی و نقد این کتاب باید از استاد ارجمند و نویسنده‌ی آن جناب آقای دکتر آقامحمدی برای نوشتن این اثر ارزشمند سپاسگزاری کنم. سال‌ها جای خالی چنین کتابی در نوشتارهای فیزیک به زبان پارسی حس میشد. متأسفانه آموزش درس مکانیک شاره در بیشتر گروه‌های فیزیک کشور به فراموشی سپرده شده است. این فراموشی و جدی نگرفتن گریبان بخش دیگری از مکانیک کلاسیک، نظریه‌ی کشسانی و محیط‌های پیوسته، را نیز گرفته است. تا جایی که می‌دانم در سر فصل درس مکانیک تحلیلی دوره‌ی کارشناسی جای کمی برای مکانیک شاره دیده شده است اما کمتر دیده می‌شود آموزگاران این درس وقت پرداختن به آن را داشته باشند. در یک آموزش کامل و موفق مکانیک کلاسیک، پس از بررسی نوسانات جفتیده باید به سراغ حد پیوستاری رفت و مکانیک محیط‌های پیوسته را آموزش داد. بگذارید ادامه‌ی بحث را به پایان این نوشته ببریم و به نقد کتاب بپردازیم. در این کتاب سعی بر آن است تا مبانی مکانیک شاره‌ها به دانشجو آموخته شود پس یک کتاب مقدماتی است. فصل نخست کتاب به ایستایی شاره‌ها می‌پردازد و با حل چند مسأله‌ی جالب دانشجو را با زیبایی‌های این شاخه از فیزیک آشنا می‌سازد. پدیده‌های چسبنگی و کشش سطحی نیز به خوبی و همراه با فرمول‌بندی ریاضی دقیق بحث شده اند. مسأله‌های پر شمار و جالبی را در پایان فصل یک می‌توانید ببینید. در فصل دوم سینماتیک شاره‌ها کوتاه ولی مفید در کنار ریاضیات قشنگی که فیزیک شارش را توصیف می‌کند بررسی شده. در فصل سوم کتاب دانشجو با گرانروی (ویسکوزیته) آشنا می‌شود. همانند دو فصل پیش نویسنده می‌کوشد با آوردن مثال‌هایی ساده ولی زیبا ترس دانشجو را از رویارویی با مسائل شاره‌ها بریزد و او را آماده فراگیری دینامیک شاره‌ها کند. دینامیک شاره‌ها در دو فصل آورده شده است. در بخش نخست (فصل چهارم) معادله‌ی پیوستگی و مشتق همرفتی معرفی می‌شوند. نویسنده سپس با تسلط عالی و مثال‌زدنی اش بر ریاضیات، معادله‌ی اویلر را به خواننده می‌آموزد. برای آموزش معادله‌ی مرکزی شاره‌ها یعنی معادله‌ی ناوی-استوکس باید چیزهایی دیگری نیز بلد بود. در فصل پنجم خواننده قرار است با تغییر شکل عنصر شاره و تانسور کرنش آشنا شود. گرچه این کار به خوبی انجام می‌پذیرد ولی به دلیل تازگی داشتن برای دانشجویان فهم آن کمی مشکل به نظر می‌رسد. شاید بهتر می‌بود نخست این تغییر شکل برای یک جسم جامد کشسان مطرح و سپس به حالت شاره پرداخته می‌شد . در جایی که انتظار می‌رود نویسنده به تانسور تنش بپردازد تا پیش نیازهای لازم برای معادله‌ی ناوی-استوکس کامل شوند، می‌بینیم بحث فرعی شاره پتانسیل طرح می‌شود (فصل شش). البته این مطلب به خوبی بررسی شده و مثال‌های آموزنده‌ی زیبا مانند دوقطبی شاره‌ای و به‌کارگیری آنالیز مختلط زینت بخش فصل هستند اما به نظر من پیوستگی مفاهیم خدشه دار شده اند. مطلب تنش در شاره‌ها یک فصل دیگر به عقب افتاده و نویسنده در فصل هفت به تحلیل ابعادی می‌پردازد. البته این فصل بسیار پر ارزش و سرشار از مفاهیم ناب و فیزیکی است ولی بهتر است به پایان کتاب برود. در فصل هشت مفهوم تانسور تنش از دیدگاه رایج در جامدات کشسان آموزش داده می‌شود ولی هنگامی که به تنش در شاره‌ها، که مبحث اصلی کتاب است، می‌رسیم به اندازه کافی به آن پرداخته نمی‌شود و نویسنده، نسبتاً سطحی از آن می‌گذرد. بهتر است در ویراست‌های بعدی تأکید بیشتری روی این بخش شود و چند مثال خوب به آن افزوده شود. فصل پایانی به معادله نوی-استوکس می‌پردازد. نویسنده با تسلط بسیار خوبی این معادله را به‌دست می‌آورد ولی اشاره‌ای به شکل آن نمی‌کند. در شکل کلی تر دو نوع گرانروی وجود دارد: یکی گرانروی برشی و دیگری گرانروی توده‌ای. دست کم به شکل کلی تر معادله اشاره شود. البته می‌توان اثبات آن را به پیوست برد یا حتی از آن چشم پوشید. مثال‌های عالی که برای حل این معادله در حالات گوناگون آورده شده اند هر شخص ناعلاقه‌مند به مکانیک شاره‌ها را دلبسته این شاخه کلاسیک و کاربردی فیزیک می‌کنند!

معرفی کتاب: «طرح بزرگ»

امیررضا عطایی
دانشگاه صنعتی اصفهان



The Grand Design
Writers: Stephen Hawking and Leonard Mlodinow
published by Bantam Books in September 2010

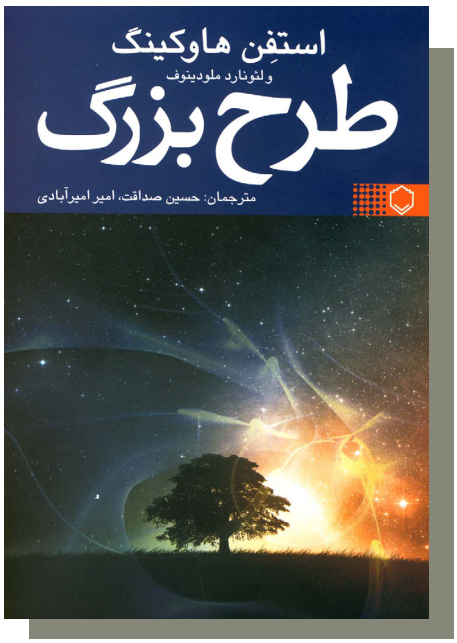
در این کتاب نویسندگان قصد دارند به تعدادی سؤال بسیار اساسی و بنیادی پاسخ دهند که همواره ذهن بشر را به خود مشغول کرده است و ادیان یا فلاسفه‌ی مختلف در طول تاریخ برای آن‌ها پاسخ‌هایی ارائه کرده اند. در این کتاب نویسندگان می‌خواهند به صورت علمی به این پرسش‌ها نظر کنند و پاسخ‌های علمی ای برای این پرسش‌ها ارائه کنند. این پرسش‌ها که پس از خواندن چند صفحه از کتاب مطرح می‌شوند و خواننده‌ی علاقه‌مند را برای گرفتن پاسخ آن‌ها بسیار کنجکاوتر می‌کند عبارتند از:

چرا این جهان وجود دارد؟ چرا ما به وجود آمده ایم؟ چرا این قوانین خاص در طبیعت وجود دارند نه قوانین دیگری؟ چگونه و چه موقع هستی به وجود آمد؟ واقعیت چیست یا اصلاً واقعیتی وجود دارد؟ چرا ما اختیار داریم؟ آیا این دنیای ما طرح بزرگی است که یک خالق قدرتمند آن را ساخته است یا از همان سوپ کوارکی به وجود آمده است و یا علم تعبیر دیگری برای این طرح بزرگ که منجر به آفریده شدن یا پدید آمدن هستی شده است دارد؟

در این کتاب این دو دانشمند پاسخ‌های خود را با جدیدترین یافته‌های علمی دانشمندان گره زده اند و حتی المقدور پاسخ‌هایشان به صورت علمی است نه فلسفی. در ابتدای کتاب گفته می‌شود که «فلسفه مرده است» و برای مثال شکلی روی تخته رسم شده است که استادی مسأله ای را حل می‌کند و می‌گوید این فلسفه‌ی من است! و سپس توضیح می‌دهد که در مواردی که می‌توان برای یک موضوع توضیح کامل علمی داد ، دیگر توصیف فلسفی آن کاربردی ندارد. پس از آن بیان می‌کند که برای پاسخ دادن به سؤالاتی از این

قسم، سلسله مراتب علمی و روش‌های دقیقی وجود دارد و در مورد این سؤالات و بحث‌ها دیگر لزومی به استفاده از روش‌های فلسفی نیست و فلسفه در این حوزه کاربردی ندارد. لازم به توضیح است که مطالب این کتاب بیانگر دیدگاه‌های نویسندگان آن است و لزوماً مورد تأیید دانشمندان دیگر نیست. هر فصلی یک گام به جلو است برای رسیدن به جواب کامل این سؤالات با رویکردی علمی و دقیق نه صرفاً فلسفی یا خرافی (به تعبیر خود کتاب) و جواب‌هایی که به بخشی از این سؤالات داده می‌شود به این گونه است: وجود ما ناشی از نوسانات کوانتومی و سوپ کوارکی در جهان نخست است، در مورد جهان‌های چندگانه یا multiverseها صحبت می‌شود و پیش بینی فیزیک کوانتومی در مورد چند جهانی بودن. گفته می‌شود که جهان ما یکی از این جهان‌هاست که به صورت خود به خود و از هیچ ساخته شده است و به صورت تصادفی این قوانین موجودی که می‌شناسیم در آن برقرار است و در جهان‌های دیگر ممکن است مجموعه‌ی دیگری از قوانین حاکم باشند و در مورد نظریه‌ی M و سپس وحدت نیروها سخن گفته می‌شود و اینکه این قوانین خواهند توانست به بهترین شکل همه چیز را توضیح دهند و در این بین نیازی به فلسفه نیست ، در مورد واقعیت به این شکل توضیح داده می‌شود که واقعیتی که در این جهان ما می‌شناسیم به مدلی بستگی دارد که از آن استفاده می‌کنیم و چنانچه مدل دیگری به صورت موفق توانست یک واقعیت علمی را توضیح دهد (فرضاً از جنبه‌های دیگر)، هر دو مدل به صورت یکسانی واقعی هستند. نظریه‌ی تکامل داوارین مورد استفاده قرار گرفته است برای اثبات بخشی از صحبت‌ها و رسیدن به بخشی از جواب یکی از سؤال‌ها ، در این کتاب گفته می‌شود که می‌توان «اختیار» و تصور وجود جهانی بدون خالق هوشمند را توسط مفاهیم عجیب و غریب ولی معتبر مکانیک کوانتومی توضیح داد و از این قبیل بحث‌ها. در متن کتاب تعدادی نمودار و شکل وجود دارد که باعث فهم بهتر مطلب و روشن تر شدن هرچه بیشتر دیدگاه نویسندگان است و از نظریه‌های علمی و نتایج آن صرفاً برای رسیدن به جواب سؤالات استفاده می‌کند و در مورد آن نظریه‌ها بطور دقیق بحث نشده است. چون هر نظریه‌ای که بیان می‌شود هم خودش و هم نتایج اش کاملاً شرح داده شده است خواننده‌ی کتاب می‌تواند هر سطح دانشی داشته باشد و به قول نویسندگان فقط باید بسیار منطقی و دقیق و در عین حال صبور و بدون تعصبات تاریخی و افسانه ای ومذهبی باشد تا بتواند سیر کتاب را دنبال کند و نیاز به اطلاعات و پیش زمینه‌های علمی زیادی نیست. این کتاب به صورت مختصر و بسیار روان نوشته شده است و اگر کسی حوصله‌ی خواندن کتاب‌هایی نظیر «راهی به واقعیت» راجر پنروز و دیگر کتاب‌های مفصل در این بحث را ندارد می‌تواند از این کتاب حداکثر استفاده را ببرد ولی در برخورد با استدلال‌هایی که در این کتاب آورده شده است باید صبور باشد تا نویسندگان تمام حرفشان را بزنند و منظورشان در فصل‌های بعد کاملاً روشن شود. خواندن این کتاب و بحث در مورد استدلال‌های نویسندگان می‌تواند برای فیزیک پیشگان و فیزیک دوستان بسیار آموزنده و جذاب باشد.

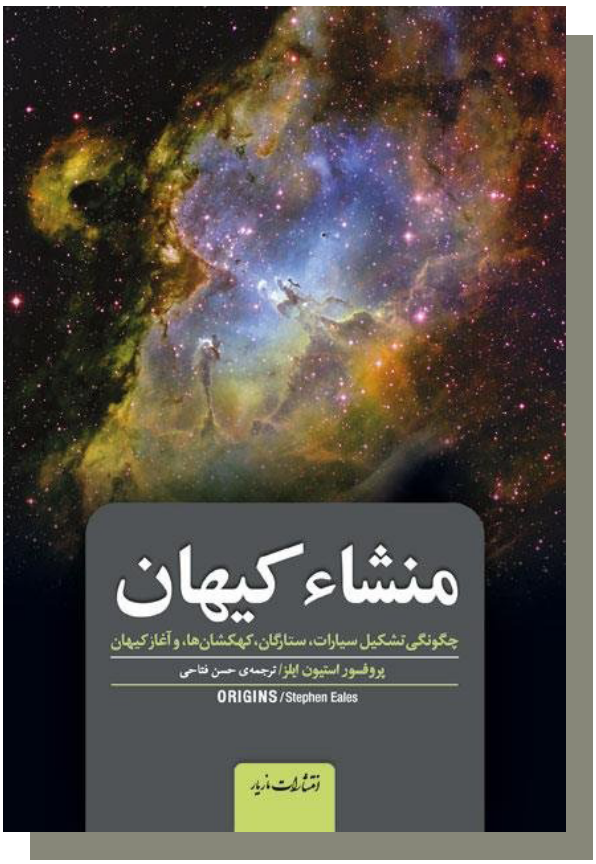
این کتاب در ۷ سپتامبر ۲۰۱۰ در ایالات متحده آمریکا به چاپ رسید و تنها پس از چند روز به پرفروش ترین کتاب سایت آمازون تبدیل شد.لازم به ذکر است ترجمه‌هایی از این کتاب در ایران به چاپ رسیده است. با این وجود خواندن کتاب اصلی را به همه‌ی علاقه‌مندان توصیه می‌کنیم (به دلیل برخی تأویل‌های نه چندان درستی که در ترجمه‌های این کتاب موجود است...).



طرح بزرگ

نویسندگان : استیون‌هاوکینگ و لئونارد ملودینوف

معرفی کتاب «منشأ کیهان»



نویسنده:پروفسور استیون ایلز

مترجم: حسن فتاحی

ناشر: انتشارات مازیار

تعداد صفحات:۳۱۲

شابک: ۵-۲۶-۶۰۴۳-۶۰۰-۹۷۸

احمد شاملومهر
دانشگاه خوارزمی

فاینمن در کتاب QED خود از این موضوع گلایه می‌کند که مردم همیشه درمورد چیزهایی از فیزیک‌پیشگان می‌پرسند که هنوز اطلاع چندانی از آن در دست نیست. حال آن که دانش‌پیشگان حرف‌های بسیار شنیدنی درمورد دنیای شناخته‌شده دارند. شاید بتوان گفت مردم درمورد مسائلی مانند مه‌بانگ و سیاه‌چاله‌ها بسیار کنجکاوند ولی کمتر از ستاره‌ها و حتی سیاره خودمان که دانسته‌های بشر در مورد آن بیشتر است می‌پرسند. شاید به همین علت باشد که فیزیک‌پیشگان و کیهان‌شناسان اغلب تاریخ‌شمار خیالی کیهان را به عقب و گذشته باز می‌گردانند و از حوالی نقطه آغاز، داستان خود را برای مخاطب خود بازگو می‌کنند. به گفته‌ی استیون ایلز استاد ستاره‌شناسی دانشگاه کارلیف و نویسنده کتاب منشاء کیهان احتمالاً خواننده چون داستان را با سیری خطی می‌بیند این‌گونه می‌پندارد که دانش‌پیشگان از ابتدا مسیر را می‌دانسته‌اند و به همین علّت او کتابی با عنوان منشاء کیهان نوشته است که روند دیگری را دنبال می‌کند. این کتاب در سال ۱۳۹۲ توسط حسن فتاحی به فارسی برگردانده شده و انتشارات مازیار آن را منتشر کرده‌است. در این کتاب نویسنده از روی زمین کار خود را آغاز می‌کند و سعی دارد در انتها به منشا کیهان برسد. کتاب چهار بخش دارد: در بخش نخست نویسنده سفر خود را از نمایشگاه تحول زمین در یک موزه آغاز و خواننده را با سرگذشت سیاره‌ی مادری خود آشنا می‌کند. سپس به سراغ سیاره‌های دیگر منظومه‌ی شمسی می‌رود و در این سفر او سیاره‌های فراخورشیدی و احتمال حضور تمدن‌های فرازمینی را نیز فراموش نمی‌کند. در بخش دوم این کتاب نویسنده که خود یک منجّم رصدی است به تولّد و حیات ستارگان می‌پردازد در واقع این کتاب از دریچه‌ی دید رصدگرها به عالم نگاه می‌کند. چنانچه با توجه به ثابت بودن سرعت نور می‌دانیم هر چه فواصل دورتر را رصد کنیم در حقیقت به گذشته‌های دورتر نگاه می‌کنیم. چنان‌که هنگامی‌که در بخش‌های سوم و چهارم که نویسنده پای خود را از مرز کهکشان راه شیری فراتر می‌گذارد و به کهکشان‌ها و دوردست‌ها خیره می‌شود، در واقع به گذشته‌ی کیهان می‌نگرد. نویسنده در بخش پایانی،کودکی کیهان را بررسی می‌کند، زمانی که عالم چند صدهزار سال بیشتر نداشته است. او در این بخش به معرفی تابش زمینه کیهانی و آزمایش‌هایی نظیر ماهواره‌های COBE و WMAP می‌پردازد و سرانجام به نظریه‌ی وحدت بزرگ می‌رسد تا به مه‌بانگ برسد، درست همان جایی که دیگر نویسندگان داستان چگونگی شکل‌گیری کیهان خود را آغاز می‌کنند.

این کتاب دارای دو ویژگی است که در کتاب‌های دیگر کمتر به چشم می‌خورد. یکی پیشگفتار نویسنده برای چاپ ایرانی است که نتیجه‌ی تلاش ناشر برای دریافت اجازه‌ی ترجمه و انتشار از نویسنده است. ویژگی دیگر این کتاب این است که نویسنده وبگاهی را ایجاد کرده است تا فرصتی برای ارتباط دو سویه میان نویسنده و خوانندگان را فراهم سازد که نشانی آن در کتاب آمده است.

محبوس شدگی کوارک و شکست تقارن کایرال در کیهان اولیه

ارائه شده در چهارمین کنفرانس فیزیک ذرات و میدان‌ها

سروش شاکری
دانشکده‌ی فیزیک، دانشگاه صنعتی اصفهان

کیهان شناسی استاندارد نشان می دهد که جهان در حال انبساط است و این حقیقت منجر به تغییر حالت پیوسته‌ی ماده‌ی سازنده‌ی عالم می‌شود. این تغییرات، دینامیک انبساطی عالم را تحت تأثیر قرار خواهد داد. به خصوص گذار فازهای شگفت انگیزی که طی آن ساختار و درجات آزادی مربوط به آن‌ها دچار تغییر می‌شود. به احتمال زیاد اکثر این گذار فازها عامل شکل گیری جهان اولیه بوده اند. با کاهش دمای عالم، در دمایی در حدود ۲۰۰ مگاالکترون کوارک‌ها و گلوئون‌ها که در انرژی‌های بالاتر آزادانه در غالب پلاسمای کوارک-گلوئون وجود داشته اند درهادرون‌ها محبوس می‌گردند، که این فرایند به گذارفاز محبوس شدگی یا گذار فاز کوارک-هادرون معروف است. نظریه‌ی میدان ماده برهم کنشی قوی، نظریه‌ی کرومودینامیک کوانتومی (QCD) است. این گذار فاز را می‌توان در غالب شکست تقارن کایرال نیز مورد بررسی قرار داد. سؤال در مورد این که گذار فاز از چه مرتبه‌ای بوده و گذاری با کیفیت‌های مختلف چه تبعات کیهان شناسی دارد، از جمله پرسش‌های باز کیهان شناسی و فیزیک ذرات است.

اگر عالم ما کار خود را از یک حالت بسیار متقارن اولیه آغاز کرده باشد با سرد شدن عالم این تقارن به گروه‌های تقارنی کوچکتری شکسته می‌شود، شکست تقارن و گذار فاز دمایی عالم در یک زمان رخ می‌دهد. الگوی تقارنی و شکست آن رفتار یک نظریه‌ی میدان کوانتومی را تعیین می‌کند. برای بررسی این گذار در چارچوب نظریه‌ی کوانتومی برهم کنش قوی ما با دشواری‌هایی از جمله طبیعت غیر اختلالی این برهم کنش در مقیاس انرژی که این گذار انجام می‌شود مواجه می‌شویم. لذا به ناچار به روش‌های غیر اختلالی از جمله شبیه سازی‌های شبکه و مدل‌های موثر کرومودینامیک کوانتومی متوسل می‌شویم. مدل‌های مؤثر براساس ویژگی‌های تقارنی نظریه‌ی مادر ساخته می‌شوند. ویژگی‌های تقارنی کرومودینامیک کوانتومی که نقش اساسی در گذار فاز ماده‌ی برهم کنش کننده‌ی قوی بازی می‌کنند، تقارن کایرال و ویژگی محبوس شدگی می‌باشد.

در این کار ما تصویر کاملی از گذار فاز کوارک-هادرون در پتانسیل شیمیایی و دمای متناهی در چارچوب مدل‌های موثر NJL و PNJL ارائه داده‌ایم. هدف ما از به کارگیری این مدل‌ها بررسی همزمان شکست تقارن کایرال و محبوس شدگی در چاچوب یک نظریه‌ی واحد بود. پس از آن نتایج کیهان شناسی این گذار در پس زمینه‌ی فریدمان رابرتسون واکر در کیهان اولیه مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت نشان دادیم که تغییرات دمایی عالم به شدت به نسبت پتانسیل شیمیایی به دما و به دنبال آن به مرتبه‌ی گذار فاز وابسته می‌باشد. با افزایش این نسبت و میل به گذار فاز مرتبه‌ی اول؛ دمای عالم به سرعت کاهش یافته (در حدود ۲ مرتبه زمانی) و عالم به نوعی ابرسرمایش نزدیک می‌شود.

مراجع:

[1] B. Kampfer Annalen Phys. 9 (2000) 605–635, [arXiv:astro-ph/0004403]

[2] T. Boeckel and J. Schaffner-Bielich, Phys. Rev. Lett. 105, 041301 (2010)

[3] Claudia Ratti, Michael A.Thaler and Wolfram Weise. Phys.Rev. D73 (2006) 014019

[4] Kenji Fukushima, and Chihiro Sasaki. Prog.Part. Nucl.Phys. 72 (2013) 99-154 [arxiv:1301.6377v3]

[5]Claudia Ratti, Michael A. Thaler and Wolfram Weise (2006) [arxiv:nucl-th/0604025v1]

[6]A.V. Friesen, Yu.L. Kalinovsky, V.D. Toneev(2011) arxiv: 1102.1813v2]

مطالعه‌ی برهم کنش‌های تغییر طعم کوارک تاپ در برخورددهنده‌ی خطی آینده

ارائه شده در چهارمین کنفرانس فیزیک ذرات و میدان‌ها

هدی حصاری،مجتبی محمدی؛ پژوهشگاه دانش‌های بنیادی
حمزه خانپور، گروه فیزیک، دانشگاه فرهنگیان مازندران
مرتضی خطیری یانه سری، دانشکده‌ی علوم، دانشگاه فردوسی

کوارک تاپ، سنگین‌ترین ذره‌ی مدل استاندارد فیزیک ذرات با جرم $m_{top} = 173.34$ است [۱]، که جرم آن بسیار نزدیک به مقیاس شکست تقارن الکتروضعیف می‌باشد. امروزه ویژگی‌های کوارک تاپ، در برخوردهای پروتون-پروتون در انرژی مرکز جرم $7\ TeV$ در برخورددهنده‌ی‌هادرونی بزرگ (LHC) مورد مطالعه قرار می‌گیرد. یکی از اهداف این بررسی‌ها، اندازه‌گیری تولید جفت کوارک‌های تاپ در برهم کنش قوی در LHC است که می‌تواند ابزار خوبی برای بررسی اعتبار مدل استاندارد باشد. جدای از این مطالعات، تولید کوارک تاپ در فرآیندهای $e^+e^- \to t\bar{t}$ در برخورددهنده‌های خطی الکترون-پوزیترون آینده، ابزار بسیار قدرتمندی را برای بررسی دقیق‌تر فیزیک جدید فرآهم می‌سازد. بررسی جفت‌شدگی کوارک سنگین در این ساز و کار، موضوع جالبی برای آزمودن مدل استاندارد فیزیک ذرات بوده و می‌تواند پنجره‌ای جدیدی را برای مطالعه فیزیک جدید در مقیاس انرژی TeV ایجاد کند [۲]. بدین منظور برخورددهنده‌ی خطی CLIC کار خود را در انرژی مرکز جرمی بزرگتر از آستانه‌ی تولید جفت کوارک تاپ $(\sqrt{s} > 2m_t)$ در برخورد الکترون-پوزیترون آغاز خواهد کرد.

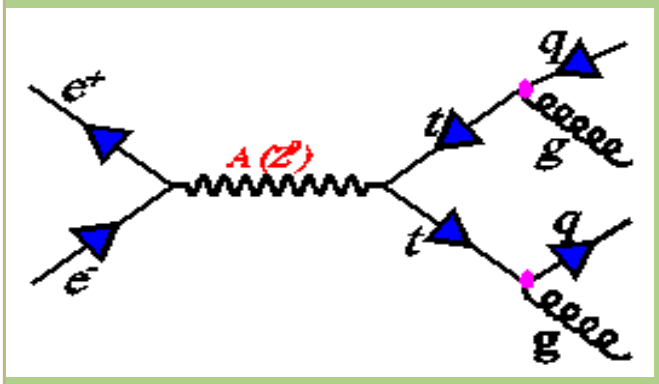
در این مقاله، برهم کنش ناهنجار کوارک تاپ در نظریه‌ی FCNC در رأس tqg در برخورددهنده‌ی خطی CLIC مورد بررسی قرار گرفته است [۳]. در فیزیک جدید، جفت‌شدگی‌های ناهنجار کوارک تاپ با کوارک‌های سبک (q=u,c) و گلوئون بر طبق فرآیندهای FCNC بیان می‌شود. یکی از روش‌های بررسی فیزیک جدید در یک مقیاس Λی استفاده از روش لاگرانژی مؤثر است که به لاگرانژی مدل استاندارد اضافه می‌شود:

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{SM} + \mathcal{L}_{eff} \qquad (۱)$$

که $\mathcal{L}_{SM}$ معرف لاگرانژی مدل استاندارد و $\mathcal{L}_{eff}$ لاگرانژی مؤثر است.

شکل ۱ نمودار فاینمن تولید کوارک تاپ در فرآیند $e^-e^+ \to t\bar{t}$ در نظریه‌ی FCNC را نشان می‌دهد که با لاگرانژی معادله‌ی ۱ معرفی می‌گردد.

رأس‌های ناهنجار $t \to qg$ در شکل نشان داده شده است که q می‌تواند یکی از کوارک‌های c و یا u باشد.



شکل ۱:نمودار فاینمن تولید کوارک سنگین در جفت شدگی ناهنجار FCNC

داده‌های سیگنال و پس زمینه‌ی مورد نیاز برای این آنالیز از طریق شبیه سازی مونت کارلو و با کمک برنامه‌ی Madgraph تولید شده اند.

جهت جداسازی سیگنال از پس‌زمینه، از روش BDT در برنامه پیشرفته‌ی TMVA استفاده کردیم. به ازای انرژی مرکز جرم $\sqrt{s} = 1\ TeV$ و برای درخشندگی $\mathcal{L} = 100\ fb^{-1}$ نسبت انشعاب $\mathcal{B}(t \to qg) < 3.6 \times 10^{-2}$ به‌دست آمده است. نتایج به‌دست آمده از این آنالیز نشان می‌دهد که برخورددهنده‌ی خطی CLIC می‌تواند گزینه خوبی برای مطالعه برهم‌کنش‌های ناهنجار کوارک تاپ در رأس‌های $tqX\ (X = g, Z, \gamma)$ باشد [۳].

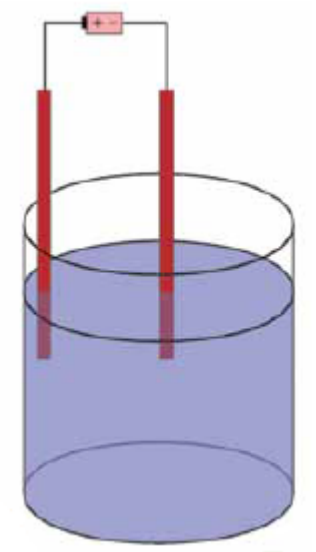
مراجع:

[1]The ATLAS, CDF, CMS, D0 Collaborations, arXiv: 1403, 4427 [hep-ex], 2014.

[2]J.Adelman, B.Alvarez Gonzalez, Y.Bai, M.Baumgart, R.K.Ellis, A.Khanov, A.Loginov and M.Vos, arXiv:1309.1947 [hep-ex].

[3]H. Hesari, H. Khanpour, M. Khatiri and M. Mohammadi, to appear in Phys. Rev. D (2014).

پاسخ پرسش‌های شماره‌ی قبل



پرسش: فنجانی محتویِ آب‌نمک غلیظ (نزدیک به اشباع) را بین دو قطبِ یک آهن ربا به گونه‌ای قرار می‌دهیم که میدان مغناطیسی حاصل از آن، عمود بر کفِ فنجان باشد. یک سرِ سیم رابطی را به یکی از قطب‌های باتری و سر دیگر آن را در مرکز فنجان (داخلِ آب‌نمک) قرار می‌دهیم. سیمِ دیگری را به قطب دیگرِ باتری وصل می‌کنیم و سر دیگر آن را در محلول آب‌نمک و در نزدیکی لبه‌ی فنجان قرار می‌دهیم. اگر اختلاف پتانسیل به اندازه‌ی کافی بزرگ باشد (چقدر؟)، در محلولِ آب‌نمک، گردابی شکل می‌گیرد. چرا؟

(پرسش جلسه‌ی ۲۶ باشگاه فیزیک اصفهان)

پاسخ: با توجه به این که به آب، نمک اضافه کرده‌ایم، یون‌های موجود در آب در اثر میدان الکتریکی (ناشی از اختلاف پتانسیل) شروع به حرکت می‌کنند. میدان مغناطیسی به یون‌ها نیروی لورنتس (نیرویی که هم بر جهت میدان و هم سرعت یون‌ها عمود است) وارد می‌کند و موجب حرکت دورانی این یون‌ها و آبِ پیرامونِ آن‌ها می‌شود. این در ظرفِ آب نمک گردابه‌ی کوچکی را ایجاد می‌کند.

پرسش: کتری پر از آب را روی اجاق می‌گذاریم. کمی بعد، صدای هیس خفیف آن آغاز می‌شود. با داغ‌تر شدنِ آب، صدا شدیدتر شده و تُنِ آن نیز تغییر می‌کند؛ تا بالأخره به صدای آرام و یکنواخت جوشیدن آب می‌رسد. از صدایِ کتری تقریباً می‌توان فهمید آب در چه مرحله‌ای از فرایند به جوش آمدن است، و آیا موقع دم‌کردن چای رسیده یا نه! صدای آب در حال جوشِ کتری، در هر مرحله ناشی از چیست؟

(پرسش جلسه‌ی ۱۰۸ باشگاه فیزیک تهران)

پاسخ: صدای کتری ابتدا از یک صدای هیسِ ناپیوسته شروع و سپس به یک صدای هیسِ پیوسته تبدیل می‌شود. ابتدا، افزایش دمای آب باعث تشکیل حباب‌های کوچک از هوایِ محلول در آب در محل خراشیدگی‌هایِ پایینِ ظرف می‌شود. این حباب‌ها در محل خراش‌ها شروع به نوسانِ حجمی می‌کنند؛ صدای ناشی از نوسانِ آن‌ها از طریق آب و دیواره‌ها به بیرون می‌رسد. اثر جمعیِ این صداها همان صدای هیس است. در نهایت، با بزرگ‌تر شدن حباب‌ها، نیرویِ شناوری (نیرویِ ارشمیدس) آن‌ها را از انتهایِ ظرف جدا می‌کند و به سطح آب می‌رساند؛ در آنجا با ترکیدن حباب‌هایِ هوا صدای آرامی به گوش می‌رسد.

با افزایش بیشترِ دما، تقریبا تمام هوای محلول در آب به بیرون رانده شده و تشکیل حباب‌های هوا تقریبا متوقف می‌شود. اما، پس از مدتی خود آب در محل خراشیدگی‌هایِ داخلِ ظرف تبخیرشده و شروع به تشکیل‌دادن حباب‌های ریزِ بخار می‌کند. در این مرحله صدای شدیدتری شنیده می‌شود! این صدا مربوط به نوسانِ حباب‌هایِ آب نیست؛ بلکه ناشی از ترکیدنِ (باز جذبِ) این حباب‌ها در آب به دلیل فشارِ آب و هجوم ناگهانی آب برای پرکردن حجمِ خالی آن‌ها می‌باشد. با افزایش بیشتر دمایِ آب، حباب‌های بخار آنقدر بزرگ می‌شوند که می‌توانند از پایینِ ظرف کنده شده و به سطحِ آب بیایند. اما بیشتر این حباب‌ها پیش از رسیدن به سطحِ آب، به دلیل برخورد به لایه‌های سردتر آبِ بالایی، بازجذب می‌شوند. صدای این پدیده در خودِ آب، یا ناحیه‌ی خالیِ بالایِ سطحِ آب در ظرف، تشدید شده و صدایِ خشنی بوجود می‌آورد که نشان از نزدیک‌شدن به مرحله جوشیدن آب است. بالأخره با افزایشِ باز هم بیشتر دما و گرم‌تر شدن لایه‌های بالاییِ آب، حباب‌های بخار شانس رسیدن به سطح آب را پیدا می‌کنند. حباب‌ها در آنجا در نزدیکی سطحِ آب با صدای آرامی می‌ترکند و صدای آرامِ مخصوص جوشیدن آب را بوجود می‌آورند.

پرسش اول:

صدمات جانی در تصادف رودرروی خودرو

فرض کنید دو خودروی (با کیفیت!) به شکل رو در رو برخورد می‌کنند. به نظر می‌رسد هرچقدر تعداد سرنشینان یک خودرو بیشتر باشد، میزان صدماتِ جانی که به هریک از دو سرنشین جلویی می‌خورد کمتر خواهد بود. یعنی اگر یک خودرو با دو سرنشین با یک خودروی تک‌سرنشین برخورد کنند، احتمال فوتِ راننده‌ی خودروی تک سرنشین ده درصد بیشتر از خودروی دو سرنشین خواهد بود. چرا؟

آیا می‌توانید با قوانین ساده‌ی مکانیک این پدیده را توجیه کنید؟

(پرسش جلسه‌ی ۱۰۹باشگاه فیزیک تهران)

پرسش دوم:

سَررفتن غذا هنگام پخت

احتمالاً همه‌ی ما سررفتنِ شیر را دیده‌ایم. اما بسیاری از غذاهای دیگر، حتی ظرف آبی که در آن سیب زمینی را می‌پزیم، نیز ممکن است سَر بروند. دلیلِ سَررفتن چیست؟ چرا وقتی دربِ ظرف غذا را برمی‌داریم احتمال سررفتن کاهش میابد؟ آیا اگر به ظرفی که درآن سیب زمینی در حال پختن است کمی مایع ظرفشویی اضافه کنیم، سر رفتنِ آن تشدید می‌شود یا کاهش خواهد یافت؟

تقدیر از دکتر قاسمی،

سردبیر پیشین «فیزیک روز»

در جلسه‌ی هیئت مدیره‌ی انجمن فیزیک ایران از تلاش‌های دکتر سیما قاسمی، سردبیر پیشین مجله‌ی"فیزیک روز" تقدیرشد. دکتر قاسمی پس از دو سال همکاری صمیمانه و دلسوزانه در راه‌اندازی و انتشار این فصلنامه سردبیری آن را به آقای دکتر کیوان آقابابایی سامانی دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان سپرد. این انجمن ضمن قدردانی از تلاش‌های دکتر قاسمی ابراز امیدواری کرد که همواره بتواند از حضور فعال و تجربیات ایشان بهره مند گردد.

حق عضویت در انجمن فیزیک ایران

در سال ۹۳

حق عضویت در انجمن فیزیک ایران در سال ۹۳ اعلام شد. بر این اساس حق عضویت در این سال برای اعضای دانشجویی ۶۵ هزار تومان، اعضای وابسته ۱۰۰ هزار تومان و اعضای پیوسته ۱۲۰ هزار تومان تعیین شده است. همچنین حق عضویت برای اعضای خارج از کشور ۲۰۰ هزار تومان است. طبق تصمیم هیئت مدیره انجمن، اعضایی که تا پایان اردیبهشت حق عضویت سال ۹۳ را پرداخت کنند تخفیف گرفته و می‌توانند حق عضویت خود را در سال ۹۳ به میزان سال ۹۲ (بدون افزایش نرخ) پرداخت کنند.

باشگاه فیزیک

جلسات صد و دوازده و صد و سیزدهم باشگاه فیزیک تهران با موضوعات «ستاره‌های چگال» و «کشف نشانه‌های امواج گرانش اولیه بر روی نقشه‌ی پلاریزاسیون تابش زمینه ای کیهان» طبق روال گذشته در دانشکده‌ی فیزیک دانشگاه تهران برگزار شد. سخنران اسفندماه دکتر حمیدرضا مشفق از دانشگاه تهران و سخنران اردیبهشت ماه دکتر سهراب راهوار از دانشگاه شریف بودند. جلسات بیست و هشتم و بیست و نهم باشگاه فیزیک اصفهان نیز در اسفند سال گذشته و اردیبهشت ماه سال جاری برگزار شد . در جلسه‌ی بیست و هشتم دکتر میثم اکبرزاده استاد دانشگاه صنعتی اصفهان با موضوع «فیزیک در ترافیک» سخنرانی کرد و سخنران جلسه‌ی بیست و نهم دکتر غلامرضا راشدی استاد دانشگاه اصفهان بود که با موضوع «مبانی و کاربرد پیوندگاه‌های جوزفسون» سخنرانی می‌کرد. جلسات باشگاه فیزیک اصفهان ابتدای هر ماه در تالار شهید باهنر ساختمان علوم دانشگاه اصفهان برگزار می‌گردد.

جشنواره عکاسی انجمن فیزیک ایران

جشنواره عکاسی انجمن فیزیک ایران در دو بخش برگزار می‌شود، بخش اصلی شامل مسابقه‌ی عکاسی فیزیکی آزاد و بخش تخصصی شامل مسابقه‌ی عکاسی فیزیکی با میکروسکوپ است. محدودیتی برای استفاده از هر نوع وسیله‌ی عکاسی (شامل موبایل ،دوربین آنالوگ، دوربین دیجیتال، دوربین حرفه‌ای و ...، انواع میکروسکوپ، انواع تلسکوپ، انواع آشکارساز یا هر وسیله‌ای که تصویر را ثبت کند) در بخش اول و انواع میکروسکوپ (الکترونی، نوری و ...) در بخش دوم وجود ندارد. عکس‌ها می‌توانند رنگی، سیاه و سفید و یا تک‌رنگ باشند. نتایج، برگزاری نمایشگاه آثار برگزیده و مراسم اختتامیه‌ی جشنواره در وبگاه آن اعلام خواهد شد.

نشانی وبگاه جشنواره:

http://www.psi.ir/?sciphotos93

نشانی پست الکترونیکی:

sciphotos93@psi.ir

برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد اخبار انجمن فیزیک ایران، می‌توانید به سامانه‌ی خبرنامه‌ی انجمن فیزیک ایران مراجعه کنید.

http.//www.psi.ir/html/news/newsl_f.asp

جایزه‌ی «حسابی» انجمن فیزیک ایران ۱۳۹۳ برای دانشجویان فعال کارشناسی

به منظور تشویق دانشجویان کارشناسی به انجام کارهای آموزشی و پژوهشی بدیع در زمینه‌ی فیزیک، انجمن فیزیک ایران هر سال به‌یک دانشجو (یا گروهی از دانشجویانی) که کاری بدیع و شایسته‌ی توجه انجام داده باشد از طریق داوری کارهای رسیده «جایزه‌ی حسابی» را اهدا می‌کند. کسانی می‌توانند برای دریافت این جایزه داوطلب شوند که دانشجوی کارشناسی باشند، یا بیش از ۶ ماه از دانش‌آموختگی‌شان نگذشته باشد. داوطلبان درخواست خود را با تکمیل فرم پیوست همراه مدارک مربوط به پژوهش انجام شده، حداکثر تا تاریخ ۳۱ تیرماه ۱۳۹۳ به‌دفتر انجمن فیزیک ایران بفرستند. جایزه‌ی حسابی طی مراسمی در کنفرانس فیزیک ایران اهدا می‌شود.

جایزه‌ی «ساخت دستگاه آموزشی» (مخصوص دانشجویان)

انجمن فیزیک ایران به‌منظور ایجاد تحول و تحرک بیشتر در آموزش‌های تجربی فیزیک، به سازندگان دستگاه‌های آموزشی قابل استفاده در برنامه‌ی آموزشی فیزیک تجربی جایزه‌ی «ساخت دستگاه آموزشی» را اهدا می‌کند. دستگاهی که ساخته می‌شود باید حداقل دارای یکی از ویژگی‌های زیر باشد: قبلاً در ایران ساخته نشده باشد، سبب سهولت انجام آزمایش، یا بالا رفتن دقت اندازه‌گیری شود و پدیده‌ی مهمی را به صورت تجربی آموزش دهد.

اهمیت دستگاه، میزان نوآوری، زمانی که صرف ساخت شده است، مهارت در طراحی و ساخت، میزان قابل استفاده بودن و صرفه جویی در هزینه‌ها از ملاک‌های انتخاب برنده یا برندگان است.

داوطلبان باید در ارائه‌ی گزارش کار خود این ضوابط را رعایت کنند:

۱. گزارش کار در حدود ۱۰ صفحه باشد،۲. به زبان فارسی نوشته شود،۳. روی کاغذ A4 با یک سطر فاصله تایپ شود، حاشیه‌ی چپ، راست و پایین حدود ۳سانتی‌متر و بالا حدود ۴سانتی‌متر باشد،۴. هر شکل در صفحه‌ای جداگانه، و همراه با شماره و شرح باشد، شکل‌ها حتماً زیرنویس و جداول حتماً بالانویس داشته باشند، ۵. گزارش کار ارائه دهند.

گزارش کار شامل بخش‌های زیر است:

الف) خلاصه‌ی حدود ۱۰ سطر: ارائه‌ی نکات مهم و نتایج طرح، ب) مقدمه: اطلاعات زمینه در مورد طرح، سابقه‌ی آن و هدف از انجام طرح (این بخش می‌تواند شامل چند صفحه باشد.) ج) طرز ساخت یا انجام آزمایش: ارائه‌ی جزئیات کافی در مورد نحوه‌ی طراحی و ساخت دستگاه، مشکلات احتمالی و راه حل آن‌ها و همچنین شکل دستگاه ساخته شده، د) نتایج: ارائه‌ی نتایج کمی و کیفی طراحی با ذکر جزئیات و دقت کار دستگاه ساخته شده در مقایسه با دستگاه‌های مشابه آن، ه) کارهای آینده: ارائه‌ی پیشنهاد برای بهبود بیشترِ کار دستگاه و توسعه‌ی احتمالی آن، و)مراجع: ذکر مراجع به صورت کتاب، مقاله و بروشور و غیره ....

مدارک لازم شامل موارد زیر است: ۱. سه نسخه از گزارش کار۲. مشخصات کامل مؤلف (نام، تاریخ تولد، شغل، محل کار، نشانی‌پستی، شماره‌ی تلفن، و نشانی الکترونیکی)۳. تأییدیه‌ی استاد راهنما یا مقام دیگری که ناظر بر ساخت دستگاه بوده‌اند (بررسی هر مقاله منوط به‌دریافت این تأییدیه است که باید به‌دفتر انجمن فرستاده شود).۴. نام همکاران و درصد مشارکت هر یک با تایید استادراهنما۵. یک فیلم حداکثر ۳ دقیقه‌ای از نحوه‌ی چیدمان اجزاء و قطعات (set up) و مراحل انجام آزمایش و نتایج مربوطه در شرایط مختلف (اجباری نیست)

جایزه‌ی «ساخت دستگاه آموزشی» نیز طی مراسمی در کنفرانس فیزیک ایران اهدا می شود.

جایزه‌ی «انجمن فیزیک ایران» برای پژوهشگران جوان ایران ۱۳۹۳

به‌منظور تشویق و قدردانی از پژوهشگران جوان و سخت‌کوش در زمینه‌ی فیزیک ، انجمن فیزیک ایران هر سال از طریق داوری کارهای رسیده «جایزه‌ی انجمن فیزیک ایران» را اهدا می‌کند. پژوهش انجام گرفته باید بدیع و درسطح بین المللی درخور توجه باشد.کسانی می‌توانند برای دریافت این جایزه داوطلب شوند که تاریخ تولد آن‌ها پس از اول فروردین ماه ۱۳۶۳ باشد.داوطلبان باید درخواست خود را با تکمیل فرم پیوست به همراه مدارک و مقالات مربوط به کار پژوهشی خود، حداکثر تا تاریخ ۳۱ تیرماه ۱۳۹۳ به‌دفتر انجمن فیزیک ایران بفرستند.

جایزه‌ی «انجمن فیزیک ایران» طی مراسمی در کنفرانس فیزیک ایران اهدا می‌شود.

کنفرانس سالانه‌ی فیزیک ایران،۱۷ تا۲۰ شهریورماه ۳۹۳۱ در دانشگاه سیستان و بلوچستان برگزار خواهد شد.

داوطلبان باید مدارک خود را، با رعایت آخرین مهلت به نشانی تهران، صندوق‌پستی ۱۳۱۱ – ۱۵۸۷۵، دفتر انجمن فیزیک ایران بفرستند. برای کسب اطلاعات بیشتر با دفتر انجمن فیزیک ایران، با شماره تلفن ۶۶۹۰۵۲۴۷ – ۰۲۱ تماس بگیرید یا به وبگاه انجمن http//:www.psi.ir- مراجعه نمایند.