نگاه نو

چالش‌های پژوهش‌های کاربردی و انجام کارهای گروهی در کشور تجربه جهانی فراروی ما

کامبیز میثاقی
استاد دانشگاه شیراز

دانایی یکی از مهم‌ترین محورهای اصلی پیشرفت کشور محسوب می‌شود. این مهم بدون انجام پژوهش و توسعه دانش موجود، امکان‌پذیر نیست. میزان فعالیت‌های پژوهشی هر کشور، یکی از شاخص‌های اصلی توسعه پایدار و پیشرفت محسوب می‌شود. پیشرفت در تمام فعالیت‌ها، به‌گونه‌ای در کسترش فعالیت‌های پژوهشی وابسته است. بدون انجام پژوهش، دانش بشری (اگر خواهد ماند. پژوهش کوشش است برای ساختن فردایی بهتر. از سوی دیگر انجام بسیاری از پژوهش‌ها به کارهای گروهی منسجم و سازمان‌یافته نیاز دارند به‌گونه‌ای که بتوان با استفاده از خرد جمعی به حداکثر کارایی دست یافت. در این نوشتار به بررسی برخی چالش‌های موجود در انجام پژوهش (به‌ویژه پژوهش‌های کاربردی) و نیز انجام کارهای گروهی در کشور پرداخته می‌شود. در پایان به برخی راهکارهای پیرو رفت از مشکلات موجود اشاره خواهد شد.

پژوهش‌های کاربردی در راستای رفع نیازها و بهبود وضعیت جوامع انسانی شکل می‌گیرد. این نوع از پژوهش‌ها با استفاده از زمینه و معلومات‌ی که از طریق تحقیقات بنیادی فراهم شده است، شکل می‌گیرند. به عبارت دیگر، انجام پژوهش‌های بنیادی برای رسیدن به پژوهش‌های کاربردی امری اجتناب‌ناپذیر است. باوجود پیشرفت‌های روزافزون در سال‌های گذشته، به‌ویژه در زمینه پژوهش‌های نانو و گسترش شرکت‌های دانش‌بنیان، پژوهش به مفهوم واقعی آن در کشور نهادینه نشده است؛ به‌عنوان‌نمونه همچنان سهم بودجه پژوهشی از تولید ناخالص ملی قابل‌توجه نیست. در نتیجه انتظار انجام پژوهش‌های کاربردی بی‌آنکه زیرساخت‌های لازم فراهم آید، دور از انتظار است. بااین‌همه به نظر می‌رسد علاوه بر مشکلات ساختاری پاد‌شده، مانع مهم دیگر برای انجام پژوهش‌های کاربردی، قوانین و آیین‌نامه‌های موجود در کشور باشد. بر اساس رویه معمول کنونی، پژوهشگران را تشویق می‌کنند تا تولیدات علمی (شما بخوانید تولید مقاله!) آنها افزایش یابد؛ به‌علاوه پژوهشگر باید تمام تلاش خود را به کار بندد تا مقالاتش را در مجلات خاصی (که تقریبا همه در خارج از کشور منتشر می‌شوند)، به چاپ برساند. در حالی است که بسیاری از چالش‌هایی که کشور با آنها روبه‌رو است «محلی» و مختص کشور یا حتی «ناحیه خاصی» از کشور است. کام لول برای ازبین‌بردن یا کاهش این چالش‌ها، انجام پژوهش‌های کاربردی حساب‌شده است. با وجود این، نتیجه انجام این پژوهش‌ها هرچه باشد، چاپ مقاله در مجلات موردنظر آیین‌نامه‌های موجود نخواهد بود؛ همین موضوع تمایل پژوهشگران را برای پژوهش‌های کاربردی تحت‌تأثیر قرار داده است. شاید به همین دلیل است که باوجود رشد روزافزون چاپ مقالات در کشورهای مانند ایران، بسیاری از مسائل بنیادی موجود حل نشده‌اند. متأسفانه در بسیاری از موارد، پژوهشگر با عضو هیئت علمی دانشگاه به‌جای پرداختن به مسائل مهم پژوهشی کشور، باید در اندیشه جمع‌آوری امتیاز و انتشار مقاله برای رفع مشکل خود باشد؛ به‌علاوه، مسائل بنیادی‌ترین‌مانده کشور معمولا پیچیده هستند. به همین دلیل بررسی و مطالعه آنها به کار گروهی و نه انفرادی نیاز دارد. کار گروهی به منظور حل مشکلات پژوهشی پیچیده کارسازاست. مثال آن در کشورمان، بحران خشک‌سالی در سال‌های گذشته و پیش‌رو است. لازمه انجام پژوهش‌های در جهت کم‌کردن مشکل خشک‌سالی، رهیافت بین‌رشته‌ای شامل پژوهشگران هواشناسی، هیدرولوژیست، مهندسی و علوم انسانی خواهد بود. کمتر پژوهشگری در جهان بدون کمک‌گرفتن از پژوهشگران دیگر توانایی انجام مطالعات گسترده علمی را خواهد داشت. در یک کار گروهی، از مجموع توانمندی‌ها، مهارت‌ها و انرژی‌های افراد، به بهترین شکل و با بیشترین بازدهی استفاده می‌کنند. در این‌گونه کارها، افراد در پاره‌ای مشخص خود ها با مهارت‌های غیرزنده و کارهای دیگر، به انجام می‌شوند. به یکدیگر وابسته هستند. افراد می‌کوشند خود را با یکدیگر تبادل دهند و یک هدف مشترک را دنبال می‌کنند. در کار گروهی هر فرد از اینکه در جمع حضور دارد، از نقش‌ها و شخصیتی که پیدا می‌کند، لذت می‌برد و این حس افراد را به‌سوی ادامه شرکت در کار گروهی می‌کشاند. عدم همکاری و مشغول‌نشدن به گروه می‌تواند مشکلات زیادی را برای انجام پژوهش‌های اساسی داشته باشد.

بر وجود مزایای بی‌شمار کار گروهی، از شواهد برمی‌آید که انجام کارهای مشترک در میان پژوهشگرهای دانشگاهی و مراکز پژوهشی مرسوم نیست. این موضوع تا حدی به‌دلیل فاصله‌های بسیار زیاد و عمیقی ایجاد کرده. بلکه ارتباطات مؤثر بین مراکز گوناگون پژوهشی را به حداقل رسانده است. دست‌کم دو عامل مهم در این موضوع مؤثر است. یکی از این عوامل فرهنگی است که به نبود آموزش مناسب برای انجام کارهای گروهی از دوران دبستان مربوط می‌شود. نبود آشکار عوامل فرهنگی، در میان موفقیت بیشتر ورزش‌های انفرادی نسبت به ورزش‌های گروهی دیده می‌شود. عامل دیگر به مقررات دست‌وپاگیر و متعدد موجود در روابط مراکز پژوهشی و دانشگاهی داخل کشور مربوط می‌شود. قوانین موجود در برخی مراکز پژوهشی و دانشگاهی کشور اجازهٔ عرضه را بر پژوهشگران مراکز دیگر نمی‌کند که درست که معمولا پژوهشگرها رغبت چندانی به ایجاد ارتباط ندارند و در صورت برقراری این پیوند، وقت و فرصت زیادی از پژوهشگر گرفته می‌شود. موضوع در مورد روابط مراکز پژوهشی و پژوهشگرهای داخل با مراکز و پژوهشگرهای خارج از کشور دشوارتر است؛ این در حالی است علاوه بر مسائل مالی، مشکلات سیاسی نیز ازگذار هستند. نکته مهم در این میان آن است که با وجود صرف هزینه‌های هنگفت برای راه‌اندازی برخی مراکز پژوهشی یا خرید دستگاه‌های پیشرفته، شایسته است شرایط استفاده بیشتر از مراکز موجود و تجهیزات بادشده با گسترش همکاری‌های علمی- پژوهشی فراهم شود.

درمجموع، ما به نکاه واقع‌بینانه در حوزه علم و علم‌جنبی نیاز داریم. افزایش تعداد و حتی کیفیت مقالات نمایه‌شده در پایگاه‌های اطلاعاتی، به خودی‌خود موجب پیشرفت کشور نخواهد شد. شایسته است مراکز دانشگاهی و پژوهشی در آیین‌نامه‌ها و رهیافت‌های موجود بازنگری کنند. به‌علاوه، به نظر می‌رسد کام‌های نخست نهادینه‌کردن باور فرهنگ کار جمعی، باید از مدارس و کودکستان‌ها آغاز شود تا در بزرگسالی میوه آن در قالب همکاری‌های متقابل بین مراکز پژوهشی و دانشگاهی به دست آید. در کنار آن ضروری است ضمن تشویق افراد به کار گروهی، زیرساخت‌ها آن نیز فراهم شود. ارتباط بین مراکز مختلف پژوهشی کشور با یکدیگر و با مراکز مهم پژوهشی خارج از کشور باید نظام‌مند و همراه با مشوق‌های لازم در دستور کار قرار گیرد. باید توجه داشت که در بیشتر کشورها، به‌خدمت‌گرفتن پژوهشگران در کارهای گروهی آسان نیست. گروه‌های پژوهشی به یک مأموریت مشترک، ساختار اداری مناسب و توجه ویژه به روابط بین‌فردی نیاز دارند. بااین‌همه تجربه موفق همکاری پژوهشگرهای کشورهای پیشرفته با یکدیگر فراروی ماست.

درباره دستاوردهای برندگان نوبل فیزیک ۲۰۱۷

لرزه‌هایی از جهان زیرین

احسان سنایی

از زمان اعلام کشف نخستین موج گرانشی در ۲۲ بهمن ۱۳۹۴، حدس می‌زدند که جایزه نوبل ۲۰۱۶ به ایده‌پردازان و مجریان طرح «تداخل‌سنج لیزری تشخیص امواج گرانشی» (اختصارا «لایگو/LIGO») اختصاص یابد. اما چنین نشد. در این بین، با کشف دو منبع دیگر از این امواج و همچنین افتتاح همتای ایتالیایی لایگو (تداخل‌سنج «ویرگو») که در یکی از این دو کشف شراکت داشت، آمار امواج یافت‌شده، درمجموع به چهار مورد افزایش یافت تا سرانجام این جایزه در سال جاری مشترکا به «راینر وایس»، «کیپ ثورن» و «باریش» به نمایندگی از هزاران دانشمند این دو پروژه از ۱۶ کشور جهان تعلق گیرد.

اولین سیگنال دریافتی از یک موج گرانشی، درواقع چند روز پیش از افتتاح رسمی فاز دوم فعالیت لایگو، در ساعت ۲:۴۱ ق.ظ ۲۳ شهریور ۹۴ به وقت تهران دریافت شد؛ اتفاقی چنان غیرمنتظره که تقریبا همه ناظران سیگنال، ابتدا بر این گمان بودند که یک تست ازپیش اعلام‌شده در جریان است. تا تأیید مثنا طبیعی سیگنال، این ناظران به مدت تقریبا پنج ماه از بازگویی هرگونه جزئیاتی راجع به این یافته منع شده بودند؛ حتی به اعضای خانواده‌شان.

موج گرانشی موسوم به GW150914 سفر خود را یک‌میلیارد و ۳۰۰ میلیون سال پیش از جایی در آسمان نیمکره‌جنوبی شروع کرده بود؛ زمانی که ایجاد تک‌سلولی‌ها در شرف تکامل به موجوداتی چندسلولی بودند. دو سیاه‌چاله به اجرام تقریبی ۲۹ و ۳۶ برابر جرم خورشید به یکدیگر برخورد کردند و سیاه‌چاله‌ای با جرم مجموع ۶۲ برابر خورشید را از خود به جا نهادند. در این بین، جرمی معادل سه برابر جرم خورشید به انرژی مبدل شد که در مدتی کوتاه‌تر از یک ثانیه، این رقص مرگ کیهانی را به پرانرژی‌ترین رویداد عالم مبدل کرد.

صد سال پیش از رسیدن سیگنال به زمین، «آلبرت اینشتین» در چارچوب نظریه نسبیت عام خود، به امکان وجود پدیده‌هایی بی‌برده بود که بسامد آنها، حتی برای خود اینشتین نیز دشوار بود. سیاه‌چاله‌ها از زمره همین پدیده‌ها بودند: هرچند هنوز هیچ‌گونه درک دقیقی از فرایند تحول و مرگ ستارگان وجود نداشت، این پدیده‌ها به‌عنوان مناطقی از فضا-زمان معرفی شدند که سرعت فرار از میدان جاذبه‌شان، از بیشترین سرعت ممکن یک جسم در فضا (سرعت نور) نیز بیشتر نسبیت است. معلوم شد که تنها در صورت مرگ ستارگان سنگین‌وزن، امکان تشکیل چنین اجرامی در محل هست‌شان وجود خواهد داشت.

اما حسوانه‌ترین پیش‌بینی «اینشتین»، از وجود سیاه‌چاله‌ها به دست آمد. سیاه‌چاله‌ها ساختارهایی هستند که در ضمن بخشی راجع به «سرعت» جاذبه، به ذهن «اینشتین» خطور کرده بود. اگر اسباعه خورشید را از مرکز منظومه شمسی حذف کنیم، آیا زمین نیز اسباعه از مدار خود خارج خواهد شد، یا هشت دقیقه بعد؟ (معادل مدت‌زمانی که طول می‌کشد تا نور مسافت بین دو جرم را طی کند). اگرچه تدارک آزمونی برای پاسخ به این پرسش تقریبا غیرممکن است، «اینشتین» باور داشت که هیچ پدیده‌ای (حتی جاذبه) با سرعتی بیش از سرعت نور در جهان منتشر نمی‌شود. این بدین‌معنا بود که چنانچه دو میدان گرانشی تحت‌تأثیر هم به سمت یکدیگر کشیده شوند (مثلا دو سیاه‌چاله)، اختلاف سرعتی را که در نتیجه نزدیک‌ترشدن‌شان به یکدیگر در هر بار چرخش‌شان به دور هم ایجاد می‌شود، می‌توان به صورت حبابی از یک افت‌وخیز گرانشی یا مرکزیت آن دو جرم تشخیص داد که با سرعت نور از آنها دور می‌شود و این یعنی یک موج گرانشی.

وجود این امواج در ابتدا چنان بعید می‌نمود که «آرتور ادینگتون»، اخترشناس بریتانیایی، که خود نخستین شواهد تجربی پشتیبان نسبیت عام را در جریان خورشیدگرفتگی کلی سال ۱۹۱۹ فراهم کرده بود، امواج گرانشی «اینشتین» را امواجی دانست که فقط با «سرعت تخیل» منتشر می‌شوند. با این‌همه، در صورت وجود این امواج، تنها چرخش دو سیاه‌چاله به دور یکدیگر می‌توانست تأثیری محسوس و آزمون‌پذیر را بر پیوستار فضا-زمان به جا بگذارد. این در حالی بود که امکان وجود حتی یک سیاه‌چاله در جهان نیز تا شش دهه بعد و کشف منظومه «دوجاجه ایکس-۱» محرز نشد.

در آن مقطع، «کیپ تورن» و «اساستین هاوکینگ» بر سر نوبلی‌بودن یا نبودن دوجاجه ایکس-۱ شرط بسته بودند. این منبع پرتو ایکس، از نزدیکی یک ستاره غول سرخ دریافت می‌شود. غول سرخ به وضعیتی از مراحل پایانی عمر یک ستاره اطلاق می‌شود که با تورم جرم ستاره و فرمزشدگی نور آن همراه است. فرض بر این بود که این غول سرخ به اتفاق یک سیاه‌چاله، منظومه‌های شکل دادهاند. سیاه‌چاله گازهای جرم متورم همسایه‌اش را می‌دزدد و چندی مانده به سقوط این گازها در سیاه‌چاله، افزایش دمای شدید آنها به گسیل پرتوهای ایکس می‌انجامد. چون با این فرض موافق بود و کشفست زمان و مشاهدات دقیق‌تر نیز ورق را به سود او برگرداند.

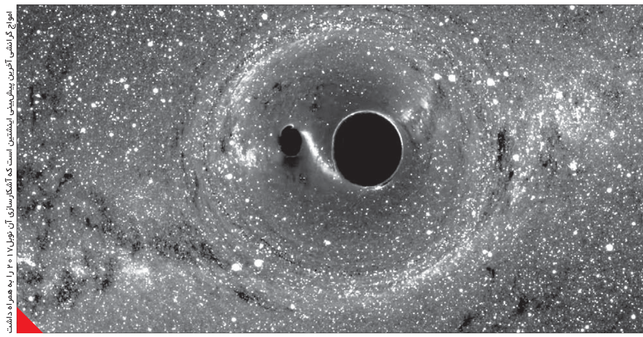
«تورن» همچنین نسبت به کشف امواج گرانشی نیز خوش‌بین بود. اگر ستارگان یک منظومه دوتایی بر طول مرکزشان هر دو به سیاه‌چاله بدل شوند (که درخصوص منظومه دوجاجه ایکس-۱، یک عضو منظومه چنین شده)، این دو سیاه‌چاله به مرور زمان به یکدیگر نزدیک و نزدیک‌تر می‌شوند تا سرانجام به هم برخورد کنند و سیاه‌چاله‌ای بزرگ‌تر پدید آورند. از آنجا که بالغ بر ۸۰ درصد ستارگان آسمان در منظومه‌های دو یا چندتایی به سر می‌برند، احتمال وقوع چنین برخوردی (که با کسیل امواج شدید گرانشی همراه خواهد بود)، نسبتا بالاست.

در آغازراه جست‌وجوها برای امواج گرانشی، تلاش‌های «جوزف وبر»، فیزیک‌دان دانشگاه مریلند در دهه ۶۰ میلادی برای تشخیص این امواج از طریق نوسان‌های سازه غول‌آسایی شبیه به یک دیاپازون، نتیجه‌ای نداد. اما چندی بعد، فیزیک‌دانانی از دو سوی آتلانتیک به فکر طراحی سازه‌ای نوبدبخش‌تر برای تشخیص این امواج افتادند. «راینر وایس» در انستیتو فناوری ماساچوست و رونالد درور در دانشگاه کالسکوی اسکاتلند، هر دو مشغول طراحی پیش‌نیازهای احداث یک «تداخل‌سنج» برای امواج گرانشی شدند؛ ایده‌ای که درنهایت با حضور «تورن» و امکان‌سنجی اجرای آن رفته‌رفته رنگ تحقق به خود گرفت.

تداخل‌سنج، ابزاری است ۱.مانند که در آن یک پرتوی لیزر ابتدا به دو مؤلفه عمودبرهم تقسیم می‌شود. هر یک از این مؤلفه‌ها راه یکی از دو بازوی L را در پیش می‌گیرند. در انتهای هر بازو نیز آینه‌ای قرار دارد که پرتوی دریافتی را بار دیگر به سمت محل تقسیم پرتوها هدایت می‌کند. در آنجا پرتوها بار دیگر تلفیق می‌شوند تا یک پرتوی واحد را پدید آورند.

در شرایط ایده‌آل، چنانچه طول مسیر هر پرتو با دقتی بیش از طول موج لیزر با هم برابر باشد و هیچ عامل بیرونی‌ای بر طول بازوها یا مسیر پرتوها تأثیر نگذارد، ویژگی‌های فیزیکی پرتوی تلفیقی (اعم از شدت و طول موج آن) باید با پرتوی اولیه یکسان باشد. اما چنانچه تحت جرم شیرابطی، طول مسیر هر یک از پرتوها با دیگری برابری نکند، قله‌ها و شکم‌های دو پرتو حین تلفیق بر یکدیگر منطبق نخواهند شد و با یکدیگر تداخل می‌کنند.

یک موج گرانشی همواره از جهتی مشخص از آسمان دریافت می‌شود و بنابراین یک منظومه دوتایی بر طول مسیر پرتوهای متعامد یک تداخل‌سنج خواهد داشت. ولو این تأثیر از قطر یک اتم نیز کوچک‌تر باشد. در این صورت، الگوی تداخل حاصله واضح خواهد بود و به‌دقت از عبور یک موج گرانشی خبر خواهد داد. بلکه اطلاعاتی را راجع به شدت و دامنه آن نیز فراهم خواهد کرد. همین اطلاعات است که جرم نسبی سیاه‌چاله‌های برخوردی را بر ما معلوم می‌کند.



عموم گرانشی آفرین پیش‌بینی انیشتین نسبت که آشکارسازی آن حول ۱۰۰ م ۱ م را به همراه داشت

طرح «تورن»، «وایس» و «درور»، احداث تداخل‌سنجی با بازوهای چهارکیلومتری بود؛ ایده‌ای ساده که درعین‌حال، پیاده‌سازی آن بالغ بر ۴۰ سال به طول انجامید. انتظار می‌رود با بر هم‌کنش هر دو جرمی (اعم از کردش یک قمر به دور سیاره‌اش)، امواج گرانشی منتشر شوند. اما فناوری امروز تنها اجازه تشخیص برازرزی‌ترین امواج گرانشی را (که محصول برخورد و ادغام دو سیاه‌چاله‌اند)، به ما می‌دهد؛ اتفاقی که وقوع آن در محدوده کهکشان ما بسیار نادر است. پس در طول مدت عمر فیزیک‌دانان (و چه‌بسا نوع بشر) تنها می‌توان به دریافت امواج گرانشی ناشی از برخورد دو سیاه‌چاله در سایر کهکشان‌ها امید داشت، اما فاصله سرسام‌آور حتی نزدیک‌ترین کهکشان‌ها به ما موجب می‌شود تا شدت موج دریافتی در زمین فوق‌العاده ضعیف باشد. (چنان‌که اشاره شد، با طول موجی کوچک‌تر از قطر یک اتم).

آشکارساز چندین‌کیلومتری‌ای را تصور کنید که باید از دقتی حتی بیش از این مقدار برخوردار باشد.

ارتقای دقت تداخل‌سنج از سطحی که بتوان سیگنال دل بر وجود یک موج گرانشی را از بین تمامی منابع نوبز تشخیص داد، نزکرتین چالش پیشروی ایده‌پردازان و مجریان طرح لایگو بود. تضمین ثبات طول موج و فرکانس پرتوهای لیزر در طول مدت جست‌وجو، حفظ دقت اجزای اپتیکی آشکارساز و مسیر هدایت پرتوها، بیشگیری از تأثیر لرزش‌هایی حتی در حد افتادن برگسی از درختان بیرامون و عبور اتومبیلی از یک جاده دوردست به ادوات آشکارساز، شناورسازی آینه‌ها در محیطی از خلا مطلق و بی‌انرژی تحرکات گرمایی مولکول‌های سطح آینه‌ها و تأثیرات کوانتومی وارده بر پرتوی لیزر، تنها چند مورد از اهم ضروریات اجرای چنین طرحی به شمار می‌رفت. ایده‌آل‌هایی چنین جاططبانه، فناوری‌های جدیدی را نیز برای تولید لیزر مطلوب، مصالحی جدید برای ساخت سازه‌های اپتیکی و همچنین محفظه‌هایی عظیم از خلا مطلق و تأسیساتی فوق‌دقیق برای بی‌انرژی ارتعاشات زمین می‌طلبید که اینها همه خود مستلزم سرمایه‌گذاری هنگفت و درآوری یک نیروی کار مستعد و گسترده بود.

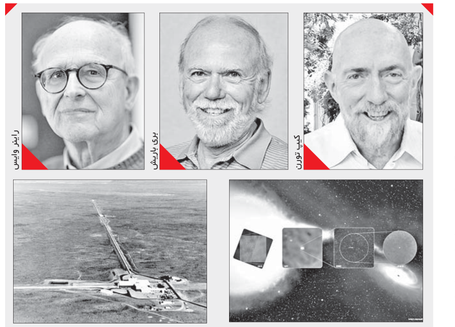
در این مرحله، با پیوستن «بری باریش» به تیم ایده‌پردازان تداخل‌سنج و به لطف سرمایه‌گذاری بنیاد ملی علوم ایالات متحده (NSF)، رؤیای تحقق چنین طرح دست‌یافتنی‌تر شد. «باریش» در کسوت مدیر جدید طرح لایگو، تیم ۴۰نفره فیزیک‌دانان و مهندسان این تداخل‌سنج را به تیمی از هزاران مشارکت‌کننده بین‌المللی مبدل کرد؛ به‌نحوی که وجود تک‌تک آنها برای به‌ثمررسیدن ایده اولیه ضرورت داشت.

در نهایت، تداخل‌نشده لایگو در قالب دو نسخه (یکی در لیوینگستون لوییزیانا و دیگری در محوطه هستهای هانفورد واشنگتن، با فاصله ۳۸۶۰ کیلومتر)، طی دو فاز آزمایشی و اجرایی به بهره‌برداری رسید. تنها طی فاز دوم پروژه و از ابتدای سال ۲۰۱۵ بود که تداخل‌سنج لایگو از بخت تشخیص یک موج از شدیدترین شکل امواج گرانشی در جهان امروز (یعنی برخورد دو سیاه‌چاله) برخوردار می‌شد. چراکه با ارتقای دقت آشکارساز، هم‌اینک محدوده جست‌وجوی آن از دایره‌ای به میزبانی تنها صد کهکشان، به دایره‌ای با میزبانی از ۳۰۰ هزار کهکشان بسط پیدا کرده بود.

حال، ایده‌پردازان طرح لایگو در دهه هشتم عمرشان بودند و بخش اعظم کار را فیزیک‌دانان جوانی اجرایی می‌کردند که با تکیه بر اسلاف‌شان و ایفای نقش تعیین‌کننده خود در ثبت نخستین سیگنال‌های حاکی از وجود امواج گرانشی، به جهره‌های الهام‌بخش نسل آتی فیزیک‌دانان بدل شدند. در ابتدای سال میلادی جاری، «درور» که از بیماری زوال عقل رنج می‌برد، تنها چند ماه پس از ثبت سیگنال W150914 از دنیا رفت.

درحال‌حاضر، با افتتاح تداخل‌سنج ویرگو در ایتالیا، امکان مکان‌یابی دقیق منبع یک موج گرانشی از شیوه‌های مثلثاتی فراهم آمده است. (برای تعیین دقیق مکان این پدیده، به وجود دست‌کم سه تداخل‌سنج نیاز است). همچنین کشورهای هند و ژاپن نیز در حال احداث تداخل‌سنج‌های برای پیشرفت به شبکه آشکارسازهای امواج گرانشی‌اند. اما کام بلند بعدی، استقرار آشکارسازهایی مشابه در فضا خواهد بود که طرح همان‌سنجی آن با پرتاب ماموریت «رهباب لیسا»، وابسته به سازمان فضایی اروپا در سال ۲۰۱۵ آغاز شد. ماموریت این فضاپیما تست فناوری‌های لازم برای اجرایی‌سازی طرح طاطبانه «آنتن تداخل‌سنج لیزری» (LISA) در دهه ۲۰۳۰ بود. در طرح «آنتن تداخل‌سنج لیزری»، سه آشکارساز به فاصله ۲.۵ میلیون کیلومتر از یکدیگر در فضا مستقر خواهند شد و دقت تشخیص امواج گرانشی را به‌مراتب افزایش خواهد داد.

امواج گرانشی در کنار نوترینوها، دو دریچه مشاهداتی‌ای هستند که در کنار امواج الکترومغناطیسی به دریک بهتر پدیده‌های کیهانی کمک خواهند کرد. زمانی‌که جایزه نوبل فیزیک ۲۰۱۵ برای چهارمین بار به پژوهش‌های مرتبط به نوترینوها تعلق گرفت، هنوز خبر تشخیص نخستین موج گرانشی علنی نشده بود. حال، خبر تشخیص یک موج گرانشی به تیتر خبرگزاری‌های علمی مبدل شده است



کیپ ثورن — رایزر وایس — بری باریش

دورنمایی از تداخل‌سنج لایگو در هانفورد

محدوده دریافت پنج موج گرانشی تشخیص‌داده‌شده تاکنون در آسمان (اعم از جهرا موج قطعی و یک موج احتمالی که محدوده‌اش با رنگ نارنجی مشخص شده است). همچنان‌که از ابعاد وسیع این محدوده‌ها پیداست، با دراختیارداشتن تنها دو تداخل‌سنج، تعیین محل دقیق دریافت یک موج گرانشی بسیار دشوار خواهد بود. اما پیوستن تداخل‌سنج ویرگو به دوقلوهای لایگو، مکان‌یابی بسیار دقیق‌تر امواج موج گرانشی یافت‌شده (که در این تصویر محدوده آن با رنگ سبز مشخص شده) را ممکن کرد.

زاویه دید

آیا اسساینه نوبل، همگام با تحولات زمانه تغییر خواهد کرد؟ کاشفان فروتن امواج گرانشی

عرفان کسرایی
پژوهشگر مطالعات علم و فناوری کاسل

بردکان جایزه نوبل اسمال نیز معرفی شدند و اخبار این رخداد بزرگ علمی در چند روز، تیتر اول نشریات و روزنامه‌های مهم دنیا بود. جایزه نوبل اگرچه به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین و معتبرترین جوایز علمی دنیا در رشته‌های فیزیک و شیمی و پزشکی شناخته می‌شود، اما در عین حال اکتشافات بسیاری را می‌توان یافت که بنا به دلایل گوناگون و با وجود اهمیت زیاد علمی و تأثیر بر زندگی بشر، از دریافت آن بازمانده‌اند. دریافت جایزه نوبل، پیش‌شرط‌هایی دارد که ممکن است گاهی حتی ناعادلانه هم به نظر برسند. اما مسئله بر سر این است که همه‌چیز در اعطای این جایزه، تنها بر محور تصمیم کمیته مرکزی و درواقع بر مبنای اسساینه بنیاد نوبل می‌چرخد و حتی گاهی ممکن است برنده جایزه نوبل، گزینه مدنظر بسیاری از صاحب‌نظران جامعه علمی هم نباشد. اسساینه بنیاد نوبل تبصره‌های سخت‌گیرانه‌ای دارد که به‌خصوص در سال‌های اخیر حتی مورد انتقاد برندگان جایزه نیز قرار گرفته است. اعطای جایزه نوبل فیزیک امسال هم‌که به طور مشترک به سه فیزیک‌دان به نام‌های «راینر وایس»، «بری. سریش» و «کیپ اس. تورن» اعطا شد، به اظهارنظرهایی از این دست دامن زد. این سه فیزیک‌دان که به دلیل تلاش‌های خود در زمینه آشکارسازی امواج گرانشی در رصدخانه موج گرانشی تداخل لیزری «لایگو» موفق به دریافت جایزه نوبل شدند، کشف بزرگ خود را در عین حال به یک کار تیمی بزرگ و به دانشمندانی مدیون هستند که طی سال‌های متمادی در لایگو فعالیت کرده‌اند. «کیپ تورن» یکی از سه برنده نوبل فیزیک امسال می‌گوید: «من امیدوار بودم جایزه نوبل فیزیک به تیم LIGO-Virgo اعطا شود که کاشف این پدیده بودند. با به تأیید لایگو تعلق بگیرد که این ایراد حیرت‌انگیز را برای آشکارسازی امواج گرانشی طراحی کردند. نه صرفا به تیم سه‌نفره ما. ما در زمانه‌ای زندگی می‌کنیم که کشف‌های بزرگ به کمک همکاری‌های بزرگ ممکن می‌شود. تکاهی به لیست برندگان جایزه نوبل از آغاز تا امروز این موضوع را تأیید می‌کند که اکتشافات علمی زمانه ما با گذشته فرق می‌کند و مثلا در فیزیک، بعید است که یک دانشمند به تنهایی همه کارها را از صفر تا انجام داده باشد و در بسیاری موارد عادلانه است که سهم مؤسسات و سازمان‌های پژوهشی بزرگ نیز لحاظ شود. همان‌گونه که کلمتیر در سال ۲۰۱۳ چالش بر سر این بود که چرا نوبل فیزیک به کسانی تعلق گرفته که وجود ویژوس‌های را پیش‌بینی کرده‌اند و نه مثلا به دانشمندان یک مرکز پژوهشی بزرگ مانند سرن که در آن را کشف یا آشکارسازی کرده‌اند.

از اینها که بگذریم، همان‌طور که انتظار می‌رفت، اسمال یکی از بزرگ‌ترین اکتشافات سال‌های اخیر در فیزیک یعنی کشف امواج گرانشی، نوبل فیزیک را از دل خود گرفت. اگرچه خیلی‌ها به‌اشتباه سال گذشته منتظر اعطای نوبل به کاشفان امواج گرانشی بودند، ولی پیش‌بینی بسیاری از دانشمندان و روزنامه‌نگاران علمی اشتباه از آب درآمد. چون یک نکته مهم در اسساینه نوبل از دید آنها پنهان مانده بود. برای نامزدشدن دریافت جایزه نوبل باید همه‌چیز تا ۳۱ ژانویه هر سال ثبت شده باشد و اگر این تاریخ مهلت نهایی رعایت نشود، نامزد معرفی‌شده باید تا سال بعد منتظر بماند و بخت خود را برای دریافت جایزه نوبل امتحان کند. این ماجرا دقیقا در ۳۱ دسامبر ۲۰۱۶ در اعطای نوبل به فیزیک‌دانان کاشف امواج گرانشی اتفاق افتاد. خبر این کشف تازه در ماه فوریه اعلام شده بود و این فیزیک‌دانان طبق اساسنامه نوبل نمی‌توانستند نامزد دریافت نوبل شوند. اینکه اساسنامه نوبل آن‌گونه که «کیپ تورن» انتظار دارد، همگام با تحولات زمانه تغییر خواهد کرد یا نه، هنوز مشخص نیست. فقط باید صبر کرد و دید.

کیپ ثورن — بری باریش — رایزر وایس

تهیه تصویرهای سه‌بعدی از ساختارمولکول‌های زیستی

۱- پرتوهای الکترونی به پروتئین‌هایی که در جهت‌های مختلف قرار گرفته‌اند، برخورد می‌کنند و روی‌آن در تصویر برجا می‌مانند.

۲- کامپیوتر دو مولکول‌های پروتئین را از تصویر تار به‌زمینه تشخیص می‌دهد و تصویرهای مشابه مولکول‌ها را در یک دسته قرار می‌دهد.

۳- کامپیوتر با استفاده از هزاران تصویر مشابه از مولکول‌ها، یک تصویر دوبعدی با وضوح زیاد تهیه می‌کند.

۴- کامپیوتر با بررسی چگونگی ارتباط این تصویرهای دوبعدی به یکدیگر، یک ساختار سه‌بعدی با وضوح زیاد تهیه می‌کند.

نگاهی به پژوهش‌ها و دستاوردهای برندگان نوبل شیمی ۲۰۱۷

تصویربرداری مولکول‌ها در مقیاس اتمی

محمدرضا دستورانی

ریچارد هندرسون — یوآخیم فرانک — ژاک دوبوشه

کادمی سلطنتی علوم سوئد، چهارشنبه هفته گذشته (۱۲ مهر، چهارم اکتبر) برندگان جایزه نوبل شیمی ۲۰۱۷ را معرفی کرد. این جایزه به طور مشترک به سه دانشمند اروپایی به نام‌های «ژاک دوبوشه»، «یوآخیم فرانک» و «ریچارد هندرسون» اعطا شد. این سه دانشمند به دلیل تلاش برای ابداع یک روش جدید و کارآمد تصویربرداری سه‌بعدی از مولکول‌های زیستی این جایزه را دریافت کردند. بر پایه تلاش‌های آنان، روش جدیدی برای تهیه تصاویر دقیق سه‌بعدی از مولکول‌های زیستی مانند پروتئین، DNA و RNA ابداع شده است. نتیجه پژوهش این دانشمندان، به محققان کمک کرده است از فرایندهای سلولی زمرگشایی کنند که پیش از این، ناشناخته بودند. برای مثال با تهیه تصویر از ویروس‌هایی مانند زیکا (Zika) در ساختار و کارکرد آنها آسان‌تر شده است. امید می‌رود در آینده بتوان با استفاده از این روش‌ها، راهی برای ابدای داروهای جدید و درمان بیماری‌ها پیدا کرد. هم‌اکنون دانشمندان می‌توانند با استفاده از روش «میکروسکوپ کرایالکترون»، مولکول‌های زیستی را فریز کنند، یعنی با کاهش دما، کاری کنند که حرکت آنها کندتر شود و در این حالت تصویری با تفکیک زیاد (در حد اتم) از همه مولکول‌ها تهیه کنند. آکادمی سلطنتی علوم سوئد در اعلامیه معرفی برندگان نوبل شیمی ۲۰۱۷ گفته است این دانشمندان با ابداع روشی به نام «میکروسکوپ کرایالکترون برای شناخت ساختار بیومولکول‌ها (مولکول‌های زیستی) در محلول با وضوح زیاد» نوبل شیمی امسال را دریافت کردند. این روش، تصویربرداری از مولکول‌های زیستی را ساده‌تر و کارایی آن را بیشتر کرده است.

تاریخچه تصویربرداری از مولکول‌های زیستی

جایزه نوبل شیمی امسال به دلیل ابداع میکروسکوپ کرایالکترون (cryo-electron microscopy) به این دانشمندان اعطا شده است. اکنون با استفاده از این روش می‌توان تصویرهایی با وضوح زیاد از بیومولکول‌ها (مولکول‌های زیستی) تهیه کرد و ساختار آنها را تشخیص داد. دانشمندان با استفاده از میکروسکوپ کرایالکترون می‌توانند به بررسی ساختار بیوشیمیایی سلول‌ها، اجزای این سلول‌ها و کارکرد مولکول‌های مختلف بپردازند و نقش آنها را در سلول‌های زنده بررسی کنند. درک شکل و ساختار پروتئین‌ها و دیگر مولکول‌های زیستی برای شناخت عملکرد آنها بسیار مهم است. به عنوان مثال، ساختار یک ویروس، اطلاعات بسیار مهمی در مورد چگونگی حمله آن ویروس به سلول‌ها ارائه می‌دهد. در چنین دهه، روش اصلی بررسی ساختار پروتئین به این صورت بود: ابتدا تعداد زیادی از مولکول‌های یک پروتئین را متبلور می‌کردند. سپس پروتئین‌های ایکس را به این بلورها یا کریستال می‌تابانند و از روی الگوها یا طرح‌های پرتو ایکس بازتاب‌شده، شکل پروتئین را مشخص می‌کردند. اما بسیاری از پروتئین‌ها، به‌ویژه آنهایی که در غشای بیرونی سلول‌ها قرار دارند، بیش از حد نرم و بی‌شکل هستند یا متبلور نمی‌شوند. با پیشرفت در این دانشمندان، اعتقاد بر این بود که از میکروسکوپ الکترونی فقط برای تصویربرداری نمونه‌های غیرزنده می‌توان استف