چگونگی تایید پیش‌بینی اخترشناس ایرانی در گفت‌وگو با «سهراب راهوار»

آنجا ستاره‌ای خاموش است

گروه علم: یکی از استادان دانشگاه صنعتی‌شریف به نام دکتر «سهراب راهوار»، در سال۲۰۱۱ با انتشار مقاله‌ای، پدیده تقویت نور ستاره رشته اصلی در یک سیستم دوتایی را بررسی و تاثیرات آن را پیش‌بینی کرد. نتایج تحقیقات دکتر «راهوار» که با همکاری «احمد مهرابی»، دانش‌آموخته دوره دکترای دانشگاه صنعتی شریف و «مارتین دومینیک»، استاد دانشگاه سنت‌اندروز اسکاتلند انجام شده بود، سه‌سال پیش در مجله ماهنامه انجمن سلطنتی نجوم انگلستان (که یکی از قدیمی‌ترین مجلات پژوهشی جهان در حوزه نجوم است)، منتشر شد. دوم‌اردیبهشت سال‌جاری گزارشی در نشریه «ساینس» منتشر و طی آن اعلام شد محققان دانشگاه واشنگتن با بررسی داده‌های تلسکوپ فضایی کپلر، پیش‌بینی‌های دکتر «راهوار» را به صورت تجربی مشاهده کرده‌اند. با توجه به اهمیت موضوع تایید تجربی پیش‌بینی‌های علمی دکتر «راهوار»، گفت‌وگویی با وی انجام داده‌ایم که خلاصه‌ای از آن هم‌اکنون پیش‌روی شماست:

عکس: آلبوم شخصی دکتر «راهوار»

آقای دکتر خوب است مصاحبه را با مقاله‌ای که به‌تازگی در نشریه ساینس چاپ شده است، آغاز کنیم.

در ابتدای کار لازم به ذکر است این مقاله‌ای که در ساینس منتشر شد، مقاله ما نیست، بلکه مطالعه پدیده است که ما و عده‌ای دیگر، سه‌سال پیش آن را به صورت تئوری پیش‌بینی کرده بودیم. بعدها دو نفر از پژوهشگران دانشگاه واشنگتن با استفاده از داده‌های ماهواره کپلر و تحلیل و بررسی آنها نشان دادند که پیش‌بینی نظری ما درباره این ستاره‌ها درست بوده است.

موضوع مقاله و در حقیقت پیش‌بینی شما چه بود؟

موضوع مقاله ما درباره «اثر همگرایی گرانشی در ستاره‌های دوتایی» بود که موجب انحراف و تقویت نور ستارگان همدم آنها می‌شود. حدود ۷۰درصد ستارگان جهان، ستاره‌های دوتایی هستند یعنی منظومه‌هایی هستند که از دو یا تعداد بیشتری ستاره تشکیل شده‌اند و به دور یک مرکز جرم مشترک می‌گردند. ولی البته برخی از ستاره‌ها مانند خورشید ما، ستاره‌ای تک است و همدمی ندارد. برخی از این ستارگان، پس از پایان عمر خود و طی تحولاتی به کوتوله‌سفید، ستاره‌های نوترونی یا سیاهچاله‌ها تبدیل می‌شوند. اینها ستارگان تاریک هستند به این معنی که نوری از خود گسیل نمی‌کنند. در این حالت این امکان هم وجود دارد که یک ستاره به پایان عمرش برسد و به کوتوله‌سفید، ستاره‌های نوترونی، یا سیاهچاله‌ها تبدیل شود اما ستاره همدمش که به دور هم می‌گردند، هنوز عمرش به پایان نرسیده باشد که به آن ستاره رشته اصلی می‌گویند. یکی از پرسش‌های مطرح در علم اخترشناسی این است که آیا می‌توان این ستاره‌ها را (که همان‌طور که گفتم تاریک و خاموش هستند)، مشاهده کرد یا خیر و اگر بله، چگونه؟ پس پرسش اصلی این است که چگونه می‌توان با استفاده از اطلاعاتی مانند چرخش ستاره همدم به دور این ستاره‌های خاموش یا اطلاعات دیگر، به داده‌هایی مانند جرم این ستارگان دست یافت. از لحاظ فیزیکی بسیار مهم است که بدانیم مثلا کوتوله‌های‌سفید چه جرمی دارند. برای دستیابی به پاسخ چنین پرسش‌هایی بود که عده‌ای پیشنهاد کردند از پدیده همگرایی گرانشی استفاده کنیم.

همگرایی گرانشی یعنی چه و چگونه با استفاده از این پدیده می‌توان مشخصات ستارگان را بررسی کرد؟

ما در اپتیک معمولی و در زندگی روزمره‌مان می‌بینیم که نور پس از عبور از یک جسم شفاف مانند شیشه خم می‌شود و اگر این نور از عدسی عبور کند، همگرا می‌شود یعنی همه نور در یک نقطه (نقطه کانونی) متمرکز می‌شود. تقریبا همین پدیده در مقیاس‌های بسیار بزرگ نیز روی می‌دهد. بر اساس نظریه نسبیت عام «انیشتین»، هنگامی که نور از کنار یک جسم بزرگ و پرجرم عبور می‌کند، به دلیل انحنای فضا زمان، خم می‌شود که البته این خم‌شدن نور را می‌توان به شکل تجربی نیز مشاهده و بررسی کرد. در حقیقت در تاریخ علم هم «سر آرتور ادینگتون» اولین کسی بود که با رصد یک خورشیدگرفتگی توانست به شکل تجربی نشان دهد که نور یک ستاره در هنگام عبور از کنار یک جسم بزرگ و پرجرم خمیده می‌شود و به این ترتیب نشان داد که نسبیت عام «انیشتین» درست است. با این توصیفات می‌توان گفت اگر ما ستاره‌ای را در فاصله‌های بسیار دور داشته باشیم و ستاره دیگری در بین راه این ستاره و زمین قرار گرفته باشد، می‌تواند نور ستاره اول را خم کند. یکی از مهم‌ترین اثرات این خم‌کردن نور (درست مثل حالتی که ما در عدسی‌های معمولی هم می‌بینیم)، تقویت نور است. با توجه به اینکه این ستاره‌ها پیوسته نسبت به یکدیگر حرکت می‌کنند، هنگامی که یک ستاره از مقابل ستاره‌ای دیگر عبور می‌کند، نور ستاره پشتی در اثر جرم ستاره جلویی تقویت می‌شود. این پدیده همگرایی گرانشی ممکن است در منظومه‌های دوتایی نیز روی دهد، یعنی یک سیاهچاله یا همدمی که فشرده یا متراکم است (مانند کوتوله‌سفید یا ستاره نوترونی)، منحرف یا تقویت کند. هر بار که ستاره از مقابل این ستاره اول می‌گذرد، می‌تواند نور آن را با توجه به پدیده همگرایی گرانشی تقویت کند که این عمل تقویت نور در هر دوره تناوبی ستاره یا جرم متراکم که به دور همدم خود می‌چرخد، تکرار می‌شود.

بررسی پدیده همگرایی گرانشی چه سابقه‌ای دارد و آیا افراد دیگری هم این موضوع را پیش از شما بررسی کرده بودند؟

این موضوع از سال ۱۹۷۰ مطرح شده بود و طی این مدت افراد بسیاری نیز در این زمینه کار کرده بودند. برای مثال در دهه ۱۹۷۰ یک فیزیکدان سوئیسی این موضوع را مطرح کرد. از سال ۲۰۰۵ به بعد نیز چند گروه دیگر، دوباره این موضوع را بررسی کردند. از جمله اخترشناسانی در اروپا و آمریکا.

هدف شما از بررسی این پدیده چه بود؟

ما هم به بررسی این موضوع پرداختیم، اما مطالعه و بررسی ما با این هدف بود که می‌خواستیم بدانیم چگونه می‌توان این پدیده را دید و رصد کرد. یکی از مهم‌ترین بخش‌های پژوهش ما بر این مبنا بود که می‌خواستیم بدانیم با استفاده از چه تلسکوپی و با چه مشخصاتی می‌توان این پدیده را مشاهده کرد. ما بر اساس پژوهش‌های خود به این نتیجه رسیدیم که ماهواره کپلر نامزد بسیار خوبی برای اینگونه پژوهش‌هاست. ما برای این نتیجه‌گیری، بر اساس مشخصات ماهواره کپلر، شبیه‌سازی‌هایی را روی تعداد زیادی از منظومه‌های دوتایی انجام دادیم و در انتها آماری به دست آوردیم که بسیار قابل‌توجه بود و نشان می‌داد اگر ما داده‌های کپلر را بررسی کنیم، می‌توان نشانه‌های این همگرایی گرانشی و تقویت نور را مشاهده کرد.

در این مصاحبه بارها از ماهواره کپلر صحبت کردیم. خوب است کمی هم درباره خود این ماهواره و توانایی‌های آن صحبت کنیم.

ماهواره کپلر هم مانند تلسکوپ هابل، یک تلسکوپ فضایی است یعنی در سطح زمین نیست بلکه در فضا مستقر است و پیوسته منطقه کوچکی از آسمان را زیر نظر دارد و آنجا را بررسی می‌کند. با توجه به اینکه کپلر تصویرهای خود را در فاصله زمانی کوتاه تهیه می‌کند، می‌توان این پدیده را مشاهده کرد. این دو نفر هم در دانشگاه واشنگتن با بررسی داده‌های ماهواره کپلر توانستند این پدیده را مشاهده کنند.

چرا تلسکوپ‌های دیگر مانند هابل نمی‌توانند این پدیده را رصد کنند اما ماهواره کپلر می‌تواند؟

در حقیقت ماهواره کپلر ماهواره‌ای است که برای کشف سیاره‌های فراخورشیدی (یعنی سیاره‌هایی که بیرون منظومه شمسی ما قرار دارند)، طراحی و ساخته شده است. به همین دلیل ماهواره کپلر بخش کوچکی از آسمان را مرتب زیر نظر دارد و پیوسته همان منطقه را رصد و تصویربرداری می‌کند.

کپلر با چه روشی این سیاره‌های فراخورشیدی را کشف و شناسایی‌می‌کند؟

هنگامی که یک سیاره فراخورشیدی از مقابل ستاره خود عبور می‌کند، ممکن است در بخشی از زمان حرکت خود به دور ستاره، بخشی از سطح آن را بپوشاند و به این ترتیب، یک گرفت اتفاق بیفتد. در این حالت حتی اگر نتوانیم خود سیاره را با تلسکوپ ببینیم، حسگرهای آن نشان می‌دهند میزان نوری که از ستاره به ما رسیده در یک دوره زمانی خاص، کاهش یافته و بعد دوباره به حالت عادی بازگشته که همین موضوع نشان‌دهنده وجود جرمی یا سیاره‌ای در پیرامون این ستاره است. با توجه به حسگرها و تجهیزاتی که در ماهواره کپلر نصب شده است، می‌توان گفت از دقت لازم برای انجام چنین آزمایش‌ها و رصدهایی برخوردار است. باز هم تاکید می‌کنم ما امروزه به جز کپلر ابزار دیگری در زمین یا در آسمان نداریم که بتوانیم چنین پدیده‌ای را رصد کنیم.

با توجه به توضیحات شما من اینطور متوجه شدم که نور ستاره عقبی از کنار ستاره جلویی عبور می‌کند و به ما نمی‌رسد که البته به‌دلیل اثرات گرانشی ستاره جلویی، نور ستاره عقبی ممکن است خمیده یا تقویت شود. سوال این است که اخترشناسان چگونه نور این دو ستاره را از هم تشخیص می‌دهند؟

در بسیاری از موارد چون این دو ستاره در حال حرکت به سمت یکدیگر هستند، ما در یک دوره‌های زمانی خاص، فقط پدیده تقویت نور را می‌بینیم. یعنی در یک دوره زمانی، شدت نور زیاد می‌شود و به بیشترین مقدار می‌رسد، پس از آن، از شدت نور کم می‌شود تا به مقدار طبیعی خود می‌رسد و دوباره این چرخه تکرار می‌شود. البته این را هم تاکید می‌کنم که برخی از ستارگان در حالت عادی هم منحنی تغییرات شدت نور دارند اما شکل هیچ‌کدام از این تغییرات نوری، همانند منحنی پدیده همگرایی گرانشی نیست. علاوه بر این همگرایی گرانشی مستقل از طول موج نور است. یعنی اگر ما یک چشمه نور داشته باشیم که نورهای آبی و قرمز و زرد و هر نور دلخواه دیگری را گسیل کند، الگوی یکسانی را در همه این نورها می‌بینیم زیرا همه فوتون‌ها، یک مسیر را طی می‌کنند. به این ترتیب می‌توان اثرات همگرایی گرانشی را از دیگر پدیده‌ها تشخیص داد. البته باید این نکته را هم در نظر داشت که روش‌ها و فنونی دیگری نیز وجود دارد که با استفاده از آنها می‌توان تشخیص داد که کدام ستاره به ما نزدیک‌تر است و کدام ستاره از ما دورتر که البته در مورد پدیده همگرایی گرانشی در منظومه‌های دوتایی که ما آنها را «Self Lensing» نام‌گذاری کردیم. اجرامی مانند سیاهچاله‌ها از خود نوری ندارند و در نتیجه در هنگام گذر، وقتی که از جلو ستاره همدم خود عبور می‌کنند، باعث تقویت نور آن می‌شوند و در نتیجه در هر دور چرخش، نور ستاره تقویت می‌شود و دوباره به حالت عادی برمی‌گردد. بنابر این در اینگونه موارد، ستاره جلویی هیچ نوری ندارد.

> **دکتر راهوار: یکی از مهم‌ترین کاربردهای چنین رصدها و مشاهدات این است که با استفاده از میزان تقویت نور و دوره تناوب، به جرم ستاره پی‌ببریم. بعدها که دانشمندان آمریکایی مقاله ما را خواندند، با استفاده از داده‌های ماهواره کپلر و ارزیابی این داده‌ها، مقاله‌ای را در نشریه ساینس منتشر کردند و گفتند رصدها و مشاهدات تجربی پیش‌بینی ما را تایید می‌کند**

شما در صحبت‌های خود بارها از ستارگان رشته اصلی نام بردید. اگر امکان دارد ستاره رشته اصلی را به شکل خلاصه برای ما تعریف کنید.

ستاره‌های رشته اصلی ستاره‌هایی هستند که روند طبیعی زندگی و عمر خود را طی می‌کنند. برای تشبیه می‌توان ستاره را به یک انسان همانند کرد و گفت همان‌گونه که یک انسان متولد می‌شود و پس از مدتی به یک وضعیت ثابت و پایدار می‌رسد، یعنی یک زندگی ثابت و طبیعی دارد، ستارگان هم در بخش زیادی از طول عمرشان از نظر دینامیکی و نوری که تولید می‌کنند، در یک وضعیت تعادلی قرار دارند. در این حالت می‌گوییم ستاره در رشته اصلی قرار دارد. ولی زمانی که ستاره پیر می‌شود، از رشته اصلی خارج می‌شود و وضعیتی کاملا ناپایدار پیدا می‌کند. یعنی متورم می‌شود، نوسان می‌کند و تغییرات نوری شدیدی دارد و به همین دلیل هم از رشته اصلی ستارگان خارج می‌شود.

کسانی که ستارگان را رصد می‌کنند، از کجا متوجه می‌شوند یک ستاره مانند خورشید در رشته اصلی ستارگان جای دارد و ستاره دیگر در رشته اصلی نیست؟

ستارگانی که مانند خورشید در روند طبیعی عمر خود قرار دارند و ستارگان پایداری هستند، نوسان‌های بسیار کوچکی دارند. اگر دوباره به مثال انسان برگردیم، انسان طبیعی از لحاظ وضعیت فیزیولوژیک خود طی یک روز یا یک‌ماه و یک‌سال دچار هیچ‌گونه تغییر و تحول شدید و چشمگیری نمی‌شود، یعنی به‌لحاظ بیولوژیک پایدار است. به همین ترتیب ستارگان رشته اصلی از لحاظ دینامیکی پایدار هستند و تعادل دارند ولی وقتی که پیر شدند، از رشته اصلی خارج می‌شوند و شروع می‌کنند به نوسان‌های شدید. یعنی اگر به ستاره‌ای که از رشته اصلی خارج شده است نگاه کنید، می‌بینید که با گذشت زمان، نورش به‌شدت تغییر می‌کند. البته گاهی این تغییرات نوری متناوب و گاهی نامتناوب است. این تغییرات از مهم‌ترین مشخصه‌های ستارگان بیرون از رشته اصلی است. البته رنگ ستاره هم تغییر می‌کند. از آنجایی که دمای ستاره کم می‌شود، رنگ آن قرمز می‌شود. از مجموع این نشانه‌ها می‌توان دریافت که ستاره از رشته اصلی خارج شده است.

ستارگان فشرده و متراکم مانند سیاهچاله‌ها، ستاره نوترونی و کوتوله‌سفید چیست و چه تفاوت‌هایی با هم دارند؟

پایان عمر ستاره‌ای که پیر و از رشته اصلی خارج شده است، ممکن است به شکل‌های متفاوتی رقم بخورد. هنگامی که یک ستاره تمام عنصرهای انرژی‌زای خود را مصرف کرد، پیر می‌شود و می‌میرد. در حالت عادی هسته عنصرهای سبکی که در این ستاره‌ها هستند، در اثر همجوشی، با هم ترکیب شده و هسته‌ها و عنصرهای سنگین‌تری را تولید می‌کنند، برای مثال از همجوشی چهار هسته هیدروژن، یک هسته هلیوم پدید می‌آید. به همین ترتیب با همجوشی این عنصرها، عنصرهای باز هم سنگین‌تر دیگری پدید می‌آید تا اینکه به آهن می‌رسیم. عنصر آهن از لحاظ فیزیک هسته‌ای، پایدارترین عنصر است و این عنصر نمی‌تواند با همجوشی با عنصرهای دیگر، عنصرهای سنگین‌تری را تولید کند. در این حالت مرکز ستاره کم‌کم سرد می‌شود و ستاره دچار فروریزی یا فروپاشی یا رمبش (collapse) می‌شود. پس از آنکه ستاره رمبش کرد، اگر جرمش از یک حد مشخصی بیشتر باشد، لایه‌های بیرونی ستاره به فضای اطراف پرتاب و مرکز آن به یک سیاهچاله تبدیل می‌شود. این سیاهچاله ویژگی‌های منحصربه‌فردی دارد، از جمله اینکه به‌دلیل جرم و چگالی بسیار زیاد، هیچ نوری از آن خارج نمی‌شود و به همین دلیل به آن سیاهچاله می‌گویند. ولی اگر جرم ستاره از آن حد مشخص کمتر باشد، به ستاره نوترونی تبدیل می‌شود؛ یعنی ستاره‌ای که فقط از نوترون ساخته شده است. اگر جرمش باز هم کمتر باشد، به کوتوله‌سفید تبدیل می‌شود. در این مورد خاص، همدم آن ستاره رصدشده، یک کوتوله‌سفید است.

گفتید وجود یک ستاره پرجرم در جلو باعث می‌شود نور ستاره پشتی خمیده و تقویت شود. اکنون سوال پیش می‌آید که آیا با توجه به ویژگی‌های این نور خمیده و تقویت‌شده می‌توان به ویژگی‌های ستاره پشتی و تقویت‌کننده نور پی برد؟

اتفاقا یکی از مهم‌ترین کاربردهای چنین رصدها و مشاهدات این است که با استفاده از میزان تقویت نور و دوره تناوب، به جرم ستاره پی‌ببریم. با این توصیفات، این روش تکنیک جدیدی برای بررسی اجرام تاریک آسمان محسوب می‌شود. ما در مقاله خود که در نشریه «رویال استرونومیکال سوسایتی» (The Royal Astronomical Society) منتشر شد، به همین موضوع پرداختیم. این مجله شناخته‌شده‌ترین و قدیمی‌ترین محله نجوم است و از سال ۱۸۲۰، پیوسته منتشر می‌شود. بعدها که دانشمندان آمریکایی مقاله ما را خواندند، با استفاده از داده‌های ماهواره کپلر و ارزیابی این داده‌ها، مقاله‌ای را در نشریه ساینس منتشر کردند و گفتند رصدها و مشاهدات تجربی پیش‌بینی ما را تایید می‌کند.

شما که این پدیده را به شکل نظری پیش‌بینی کرده بودید، چرا برای تایید تجربی و عملی آن، خودتان اقدام نکردید؟

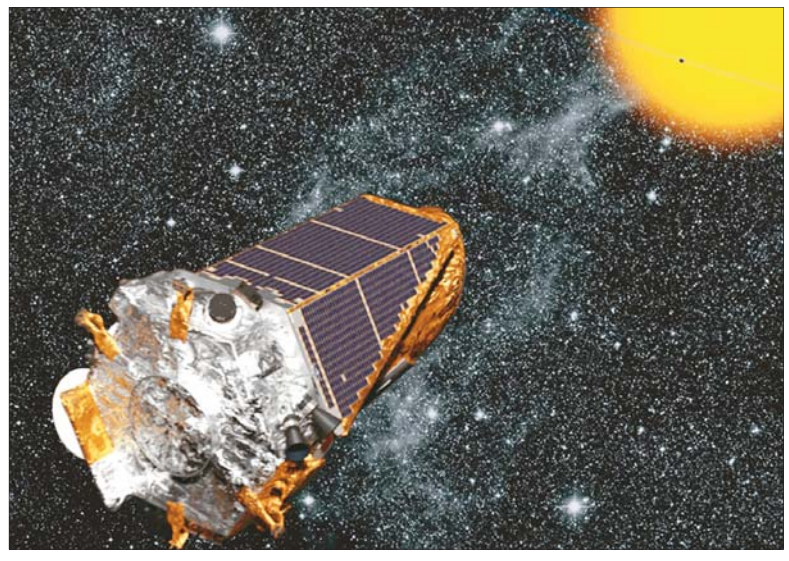
همان‌گونه که گفتم برای تایید تجربی این پیش‌بینی، باید از داده‌های تلسکوپ فضایی کپلر استفاده کرد. در مورد این پژوهش خاص باید گفت داده‌های تلسکوپ کپلر در دسترس همه است و همگان به شکل آزادانه می‌توانند از این اطلاعات استفاده کنند. اما نکته بسیار مهم این است که حجم داده‌ها بسیار زیاد است و برای دسترسی‌داشتن به این حجم اطلاعات بسیار زیاد، لازم است که ما اینترنت پرسرعت در اختیار داشته باشیم. من بارها و بارها به مسوولان دانشگاه تاکید کردم ما به اینترنت پرسرعت احتیاج داریم و لازم است که اینترنت پرسرعت در اختیار استادان باشد زیرا پهنای باند اینترنت برای پژوهش‌هایی از این نوع کافی نیست. اما متاسفانه تاکنون این امکان برای ما فراهم نشده است. یعنی می‌خواهم تاکید کنم مقاله‌ای که دانشمندان آمریکایی در نشریه ساینس منتشر کردند، مقاله چندان سنگین و مهمی نبود و ما خودمان هم می‌توانستیم آن را در ایران تولید کنیم، اما متاسفانه امکانش برای ما فراهم نیست. ما چیز چندان دشواری از آنها نمی‌خواهیم، ما فقط می‌خواهیم امکانی را برای ما فراهم کنند که ما هم بتوانیم از این داده‌ها استفاده کنیم و برای این کار هم لازم است که پهنای باند اینترنتی وسیع که در همه مراکز علمی استفاده می‌شود، در اختیار داشته باشیم که متاسفانه برایمان فراهم نیست.

ولی مسوولان تاکید می‌کنند که برای مراکز علمی و دانشگاه‌ها پهنای باند وسیعی فراهم می‌کنند که به آسانی بتوانند به فعالیت‌های علمی خود بپردازند.

متاسفانه اینگونه نیست. اینترنت خانه من سریع‌تر از اینترنت دانشگاه است.

ولی تا جایی که گفته شده و من شنیده‌ام، برخی از مراکز علمی مانند مرکز پژوهش‌های دانش‌های بنیادی (IPM)، به دلیل آنکه باید با مراکز علمی بین‌المللی در ارتباط باشند، پهنای باند وسیعی در اختیار دارند.

متاسفانه اینگونه نیست. من عضو کمیته علمی IPM هستم و در جلسه‌های این مرکز شرکت می‌کنم. در یکی از جلسه‌های اخیر این مرکز، یکی از موضوعاتی که مطرح شد این بود که نمی‌توانند داده‌ها را از سرن دریافت کنند، یعنی برای دریافت داده‌های سرن باید داده‌ها و اطلاعات را دانلود کنند که مدت‌زمان زیادی طول می‌کشد و تا آنها این اطلاعات را دریافت کنند، گروه‌های دیگر اطلاعات را دریافت کرده و همه بررسی‌های آماری و کار تجزیه و تحلیل اطلاعات را انجام می‌دهند و فرصتی باقی نمی‌ماند که گروه‌های ما کار جدیدی انجام دهند. این مشکل کلی در همه پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها است و مختص یک دانشگاه یا یک مرکز پژوهشی نیست.



اندیشه‌نو

نقش محوری مشاهده در علوم‌تجربی

معیاری به نام آزمایش

محمدتقی میرترابی*

فیزیک علم تجربی است؛ به این معنا که همه ادراکاتی که ما از طبیعت داریم یا آن چیزهایی که فکر می‌کنیم درست است، یا آن نتایجی که بر مبنای روابط ریاضی به دست می‌آوریم، باید با تجربه و آزمایش تایید شود. این موضوع یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های علوم تجربی، از جمله علم فیزیک است که باعث پیشرفت‌های بسیار زیاد فیزیک در قرن بیستم شد. به بیان روشن‌تر، در فیزیک یک معیار بسیار روشن و مشخصی برای تعیین درستی یا نادرستی نظریه‌های علمی وجود دارد.

منظور ما از نظریه‌ها، همه آن چیزهایی است که فیزیکدانان یا پژوهشگران علوم تجربی، تصور می‌کنند درست است یا بر مبنای مجموعه‌ای از روابط ریاضی (به‌دلیل وجود انسجام در آن روابط)، به دست می‌آید. تا زمانی که این تصورات و تخیلات بر مبنای تجربه و آزمایش تایید نشود، بقیه فیزیکدانان آن را به عنوان یک قانون فیزیکی نمی‌پذیرند و صرفا آن را به‌عنوان یک نظریه ارزیابی می‌کنند و منتظر می‌مانند تا با پیشرفت فناوری یا ابزارهای رصدی یا هر پیشرفت دیگری در علم و فناوری، بتوانند با آزمایش و تجربه، این نظریه را بیازمایند و درستی یا نادرستی آن را معلوم کنند. این موضوع که ما یک داور بسیار مشخصی به نام آزمایش در علم تجربی داریم، یکی از مهم‌ترین عوامل پیشرفت علوم تجربی، به ویژه در قرن بیستم بود.

در دیگر شاخه‌های معرفت بشری که معیاری تا این حد دقیق و مشخص برای سنجش درستی و نادرستی نظریه‌ها وجود ندارد، با نظریه‌هایی مواجه می‌شویم که حتی ممکن است با یکدیگر مغایر یا متعارض باشند، اما هرکدام از آنها طرفدارانی دارند و به همین دلیل بین طرفداران این نظریه‌های مغایر، بحث و جدل‌های بسیاری درباره درستی و نادرستی این نظریه‌ها شکل می‌گیرد. بسیاری از این بحث و جدل‌ها هم هیچ‌گاه به نتیجه نمی‌رسد. در نهایت هم این‌دسته از دانشمندان، به گروه‌هایی تقسیم می‌شوند که هرکدامشان به یکی از این نظریه‌ها معتقدند، ولی در علم فیزیک عبارت «من به این نظریه معتقدم» چندان رایج نیست زیرا ما در فیزیک، به‌طور مشخص بیان می‌کنیم چه چیزی درست و چه چیزی نادرست است و برای تعیین درستی و نادرستی این نظریه‌ها هم از معیاری به نام تجربه و آزمایش استفاده می‌کنیم که همین عامل باعث اتفاق‌نظر همه دانشمندان درباره درستی و نادرستی نظریه‌ها می‌شود.

برای بیان اهمیت مشاهده و تجربه، خوب است مثالی را از تاریخ علم نقل کنیم. در اوایل قرن بیستم، مکانیک نیوتنی آنچنان بین فیزیکدانان جاافتاده و پذیرفته شده بود که تقریبا همه فکر می‌کردند این مفهوم، کاملا بدیهی و روشن است. حتی برخی گمان می‌کردند مکانیک و گرانش نیوتنی بیانگر همه قوانین فیزیک است و تنها کار باقیمانده، این است که با استفاده از این نظریه، مسایل مختلف را حل کنند. اما بعدها مشاهده بسیار دقیق سیاره عطارد نشان داد که این سیاره علاوه بر اینکه در مسیری به شکل بیضی به دور خورشید می‌گردد، نقطه حضیض آن در مدار خورشید نیز جابه‌جا می‌شود. به بیان دیگر نقطه حضیض عطارد در مدارش، مکان مشخصی نیست و ثابت نمی‌ماند. آن موقع فیزیکدانان و منجمان می‌توانستند حرکت حضیض را بر مبنای مکانیک نیوتنی و نظریه گرانش نیوتن محاسبه کنند اما محاسبات‌شان با تجربه و نتیجه مشاهدات سازگار نبود. اما نظریه نسبت عام که بر مبنای مجموعه‌ای از مفاهیم غیربدیهی فیزیکدانان آن روز بنا شده بود (مانند فضازمان نسبیتی و کندشدن زمان و کوتاه‌شدن طول اجسام در نگاه ناظران مختلف)، به‌خوبی توانست حرکت حضیض سیاره عطارد را توجیه کند؛ و زمانی که نسبیت عام و خاص این نوع حرکت، حضیض عطارد را توجیه کرد، فیزیکدانان و منجمان این نظریه را پذیرفتند.

* استاد فیزیک دانشگاه الزهرا

زاویه‌دید

درباره لزوم برقراری ارتباط‌های علمی

تنگناهایی در شاهراه‌های مبادلات علمی

احمد شیرزاد
استاد فیزیک دانشگاه صنعتی اصفهان

اگر فرآیند توسعه کشور را در دو، سه‌دهه کشور بررسی کنیم، مشاهده می‌کنیم که مقاطع حساسی را پشت‌سر گذاشتیم. ۳۰سال پیش، دوره‌های فوق‌لیسانس در رشته‌های فنی و مهندسی به‌ندرت در دانشگاه‌های ما دایر بود، حتی بسیاری از دوره‌های فوق‌لیسانس در رشته‌های علوم‌انسانی نیز در کشور ما دایر نبود، به بیان دیگر آموزش‌عالی کشور به بلوغ و شهامت کافی برای برگزاری دوره‌های تحصیلات تکمیلی نرسیده بود و تعداد کسانی که در رشته‌های مختلف پژوهش می‌کردند، بسیار اندک بود. البته لازم به‌ذکر است که ما پیش از انقلاب، شاهد رشدی در تعداد مقاله‌های علمی و دانشگاهی بودیم که به دلیل حوادث پس از انقلاب، این رشد متوقف شد و تا چندسال پس از انقلاب هم فضای کشور، فضای تحقیق و پژوهش‌های علمی و دانشگاهی نبود. اما از دهه ۶۰، اوج‌گیری و خیزشی در زمینه تولید مقالات علمی شروع شد. نکته جالب هم این بود که در آن زمان، هیچ‌کدام از دولتمردان ما به این موضوع توجهی نداشتند. اما اکنون و پس از گذشت ۲۰سال، مسوولان سیاسی کشور متوجه شدند که تولید مقالات علمی افزایش یافته است و به اهمیت آن پی بردند و سعی دارند روی وجهه حاصل از آن تاکید کنند. طی دو، سه‌دهه گذشته شاهد گسترش چشمگیر آموزش عالی (اعم از لیسانس و فوق‌لیسانس و دکترا) در کشور بودیم. همراه با این گسترش کمی تعداد دانشگاه‌ها و دانشجویان، شاهد گسترش کمی تعداد مقاله‌های علمی نیز بودیم. در ابتدای انقلاب شاید در حدود چندصد مقاله در سال در کشور تولید می‌شد، ولی اکنون تعداد مقاله‌ها بسیار زیاد شده و به مرز چندده‌هزار رسیده است. اکنون این پرسش مطرح می‌شود که چشم‌انداز سیاست علمی کشور ما در سال‌های آینده به چه شکلی خواهد بود؟ با توجه به اینکه ما در زمینه رشد کمی آموزش عالی، به موفقیت رسیده‌ایم، باید بررسی کرد که چه ایده‌ها و نظراتی در این زمینه وجود دارد، آیا همچنان مایلیم که این رشد و توسعه به شکل کمی باشد یا علاقه‌مندیم که رشد و توسعه به سمت بهبود کیفیت، تغییر جهت دهد؟ من شخصا فکر می‌کنم ما در زمینه رشد کمی مقالات، گام‌های بزرگی برداشتیم و اگر از این پس نیز صرفا روی رشد کمی تعداد مقالات سرمایه‌گذاری کنیم، ممکن است ضرر کنیم. به بیان دیگر، بسیاری از اعضای هیات علمی دانشگاه‌ها، امروزه مقالاتی را منتشر می‌کنند ولی تعداد مقالاتی که جالب‌توجه و چشمگیر باشد، (چه به‌لحاظ تعداد ارجاعات به این مقاله و چه به لحاظ طول‌عمر یعنی اینکه تا مدت‌های زیادی دیده شود و در مجامع علمی جهان بازتاب داشته باشد)، بسیار کم است. به بیان دیگر تعداد مقالات کیفی تولیدشده در ایران بسیار کم است، ممکن است ما انبوهی از مقالات متوسط را تولید کنیم، اما مقاله‌ای که بتواند در یک زمینه خاص علمی، جهشی را ایجاد کند، نایاب و کمیاب است.

نکته دیگر این است ارتباط ما با بازار علمی و مجامع علمی جهانی باید افزایش یابد. اگر ما نتوانیم با مجامع علمی جهانی در ارتباط باشیم، شاید بتوان همچنان به تولید مقاله‌های علمی ادامه داد، اما این مقاله‌ها از جریان روز پژوهش‌های علمی فاصله خواهد گرفت و بیشتر در یک فضای بسته ذهنی جریان خواهد داشت. به این معنا که خودمان این مقاله‌ها را تولید و خودمان هم به آنها ارجاع می‌دهیم، اما نمی‌تواند توجه مجامع علمی جهانی را به خود جلب کند یا جریان‌ساز شود و در نتیجه برای آینده کشور ما نیز تاثیرگذار نخواهد بود.

اگر وضعیت به همین شکل ادامه یابد، ممکن است توجه دولتمردان هم به موضوع پژوهش‌های علمی کم شود زیرا ممکن است به این نتیجه برسند که رشد تعداد مقاله‌های علمی در بهبود وضعیت فناوری یا اقتصاد کشور اثری ندارد. اما به گمان من، برای آنکه شاهد جهشی در افزایش کیفیت پژوهش‌های علمی و دانشگاهی باشیم، باید به چند نکته توجه کرد؛ اولین نکته مهم در کیفیت‌بخشی به تولید علم در کشور، ارتباطات علمی با مجامع شناخته‌شده دانشگاهی جهان است. در نظر داشته باشیم ارتباط‌های علمی و موثر با مجامع علمی دانشگاهی در افزایش کیفیت پژوهش در کشور بسیار تاثیرگذار است. پس هم باید پژوهشگران کشور ما در سمینارهای علمی کشورهای دیگر حاضر شده و هم تعداد کنفرانس‌ها و همایش‌های بین‌المللی در کشور خود را افزایش دهیم. البته ممکن است این نگرانی در مسوولان و تصمیم‌گیرندگان وجود داشته باشد که شاید شرکت در کنفرانس‌ها، صرفا بهانه‌ای برای سفر به کشورهای دیگر باشد. البته این نگرانی هم بیجا نیست ولی باید در نظر داشت که می‌توان با نظارت‌های دقیق دانشگاهی توسط گروه و دانشکده و دانشگاه، از بروز چنین مشکلاتی پیشگیری کرد. به بیان دیگر می‌توان با ارایه شاخصی درباره میزان موثربودن اقدامات انجام‌شده، از سفرهای بی‌نتیجه پیشگیری کرد.

البته نکته مهمی که نباید از آن غافل شد این است که متاسفانه در سال‌های گذشته، ارتباط‌های علمی ما با مجامع جهانی آنقدر کاهش یافته بود که برای توصیف آن می‌توان از عبارت قطع ارتباطات استفاده کرد. البته این قطع ارتباط صرفا به‌دلیل مسایل و مشکلات اقتصادی نبود زیرا در هشت‌سال گذشته، درآمدهای ارزی کشور بسیار زیاد و قابل‌توجه بود، اما نکته مهم این است که مباحث سیاسی بر کشور سایه انداخته بود و تحریم‌ها در مباحث و موضوعات علمی هم تاثیرگذار شد اما نکته جالب‌تر آنکه علاوه بر تحریم‌های خارجی و ایجاد جو ایران‌هراسی، در داخل کشور نیز نگاه بسیار تردیدآمیزی درباره ارتباط‌های بین‌المللی دانشمندان وجود داشت و متاسفانه هنوز هم این نگاه تردیدآمیز وجود دارد. در سال‌های گذشته در برخی از دستگاه‌های امنیتی کشور، کم‌کم این نگاه رشد کرد که ارتباط دانشمندان ایرانی با همتایان خارجی آنها، ممکن است به عاملی برای تخلیه اطلاعاتی آنها و کشف رمز و رموز داخل ایران تبدیل شود. البته هنوز هم که هنوز است این نگاه تردیدآمیز وجود دارد و به شکل کامل از بین نرفته است. چنین نگاهی بسیار مشکل‌آفرین است، ولی در نظر داشته باشید که امروزه دسترسی به اطلاعات غیرسری بسیار آسان است و می‌توان با مراجعه به اینترنت، بسیاری از اطلاعات مربوط به کشورهای دیگر از جمله کشورهای غربی را به دست آورد و به همین دلیل، به گمان من لزومی ندارد که برای چنین مواردی نگران شویم. اینکه ما فکر کنیم با بستن راه مبادلات علمی به روی دانشمندان، کشور خود را از تعرض مصون نگه‌می‌داریم، دیدگاه ساده‌انگارانه‌ای است. گاهی اینگونه تلقی می‌شد که اگر دانشمندی از ایران به خارج برود و در سمیناری شرکت کند، کشورهای غربی او را تخلیه اطلاعاتی می‌کنند و به این ترتیب دستاوردهای علمی ما به تاراج می‌رود. البته این برداشت زمانی در کشورهای بلوک شرق سابق نیز رایج بود. نکته مهم دیگر در زمینه بهبود کیفیت پژوهش‌های علمی، دسترسی به امکانات مبادله داده‌هاست. امروزه اطلاعات بسیاری از پایگاه‌های داده‌پردازی و اطلاعات علمی جهان، به رایگان در دسترس همگان است و می‌توان با تحلیل و پردازش آنها به اطلاعات بسیار پرارزشی دست یافت، مثل داده‌هایی که تلسکوپ‌های فضایی و رصدخانه‌های مختلف