

فیزیک در دنیای ما

شگفتی‌های بی‌وزنی



سحر سرگلزایی

● بسیاری از مردم گمان می‌کنند برای تجربه بی‌وزنی یا انجام آزمایش‌های بی‌وزنی باید به مدارهای بالای جو زمین رفت یا حتی از محدوده کره‌زمین خارج شد. بخشی از مردم تصور می‌کنند بی‌وزنی ویژگی فضای بالای جو زمین است و به‌محض اینکه فضانوردان در مدارهای بالا قرار می‌گیرند، بی‌وزنی شروع می‌شود؛ اما حقیقت این است که برای تجربه پدیده بی‌وزنی حتی لازم نیست از سطح زمین دور شویم. آسانسور یکی از آن ابزارهای کارآمد برای آزمایش‌های متعدد فیزیک، ازجمله بی‌وزنی است. تصور کنید در یک برج بلندمرتبه در طبقه صدم یا حتی دویستم سوار آسانسور هستید. بناست آسانسور به طبقه همکف برود. به‌محض حرکت آسانسور، ناگهان کابل آن پاره شده و فرض کنید هیچ وسیله ایمنی نگه‌دارنده وجود ندارد. در این صورت شما و دیگر افراد و اشیای داخل آسانسور بی‌درنگ احساس بی‌وزنی خواهید کرد. مادامی که آسانسور با کف زمین برخورد نکرده است، شما و اجسام آزاد داخل آسانسور تجربه بی‌وزنی و معلق‌بودن در فضای داخل آسانسور را خواهید داشت. در حقیقت همه‌چیز همراه با اتاقک آسانسور با شتاب گرانشی زمین دچار سقوط آزاد می‌شود. البته این تجربه بی‌نظیر پایان درندگی دارد و به همین دلیل است که یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های صنعت آسانسور ایمنی است. اگر فرض کنیم چاه آسانسور یک چاه بی‌انتها تا آن‌سوی کره زمین و نقطه مقابل چاه است و از هسته زمین هم چشم‌پوشی کنیم، آن‌وقت آسانسور داستان ما درون این چاه دوسر باز، حرکتی نوسانی انجام می‌داد؛ حرکت رفت‌وبرگشت، شبیه یویسو. تجربه جدی و عملی رهپارسرشدن به مدار کره‌زمین است. در این مورد هیچ تفاوتی وجود ندارد که سفینه در چه مداری به دور زمین بگردد. حتی اگر کره‌زمین مثل ماه، فاقد جو بود، مداری مماس با سطح زمین نیز، در حدی که به بلندترین کوه‌ها برخورد نکند، برای تجربه بی‌وزنی کافی بود. هنگام سفر به مدار زمین، در موشک حامل سفینه تا زمانی که موتورهای پرفرتر آن روشن است، فضانوردان نه‌تنها احساس بی‌وزنی نمی‌کنند، بلکه بیش‌ازحد احساس سنگینی کرده و قادر به حرکت نیستند. طبق اصل هم‌ارزی اینشتین سامانه‌ای که در حرکت شتابدار است ساکنان داخل آن شتابی را در جهت عکس احساس خواهند کرد که با احساس شتاب ناشی از گرانش تفاوتی ندارد. به‌محض آنکه سفینه در مدار قرار گیرد و موتورها خاموش شوند، آنگاه تجربه بی‌وزنی آغاز می‌شود. مسئله ماهواره درواقع همان مسئله کره ماه است که آیزاک نیوتن آن را تبیین کرد. البته بین ماه و سفینه تفاوتی وجود دارد. ماه به سبب جرم زیادی که دارد از خودش نیروی گرانشی هم دارد اما در داخل سفینه، صرف‌ظراً از آنکه در چه مداری قرارگرفته بی‌وزنی کامل حاکم است و شرایط اجسام و افراد درون سفینه دقیقاً مشابه آسانسور در حال سقوط است. ناگفته نماند که برای برخی ماهواره‌های نظامی که در مدارهای پایینی می‌گردند، به دلیل اصطکاک دائم با جو رقیق لایه‌های پایینی، انرژی ماهواره به‌طور مستمر کاهش می‌یابد تا سرانجام منجر به سقوط آن شود. برای این منظور برای حفظ تراز مدار در ماهواره‌ها تمهیداتی اندیشیده شده است. بخش دیگری از تجربه بی‌وزنی مربوط به خلبانانی است که باید در آینده فضانورد شوند. هواپیماهای مخصوصی وجود دارد که با شبیه‌سازی سقوط آزاد کارآموزان فضانوردی را آموزش می‌دهند. خلبان به‌طور عمد هواپیما را در مسیر سقوط آزاد قرار می‌دهد که معمولاً با حرکت شیرجه به سمت زمین همراه است. سپس هواپیما را در مسیر افقی قرار می‌دهد. در حین شیرجه کارآموزان شرایط بی‌وزنی را تجربه کرده و در هنگام افقی شدن با کف هواپیما برخورد می‌کنند؛ اما در پروازهای تجاری از بروز کمترین افت‌وخیزها به‌شدت جلوگیری می‌شود زیرا باعث ترس و وحشت مسافران و حتی بدبینی آنها نسبت به آن حرکت پروازی و کاهش درآمد آن می‌شود. در قسمت‌هایی از مسیر پرواز که تغییرات گجالی هوا ناشی از اختلالات دمایی وجود دارد یا احتمال برخورد با چاله‌های هوایی پیش‌بینی می‌شود، خلبان دستور بستن کمربندها و سرچای خود محکم‌نشتن را می‌دهد. نمونه عینی آن یکی از هواپیماهای پروازی در مسیر جنوب شرقی آسیا بود. هواپما به‌یک‌باره اسیر چاله هوایی شده و چند صد متر را سقوط آزاد کرد. این اتفاق شدد برخی از مسافران که کمربند ایمنی نباشته بودند، محکم به سقف هواپیما برخورد کرده و مجروح شدند. شاید کسی بپرسد درحالی‌که گرانش زمین سرچایش است، وزن قطور ناپدید می‌شود؟ نیروی وزن از قانون دوم نیوتن پیروی کرده و بستگی به چارچوب مرجع دارد. اصولاًقوانین حرکت برای دستگاه‌های نااخت، یعنی شتاب‌دار یا دستگاه‌هایی با سرعت‌های نسبیتی کمی متفاوت و پدیده‌های شگفت‌انگیزی دارد. در حرکت سقوط آزاد که خلبان یا فضانورد داخل سفینه احساس بی‌وزنی می‌کند و در حرکت شتاب‌دار به سمت بالا که احساس سنگینی رخ می‌دهد تغییرات بیولوژیک نظیر از هوش‌رفتن یا جمع‌شدن خون در پاها یا مغز هم رخ می‌دهد.

علم

تشریح چالش‌های پیش‌رو برای تخمین فراوانی عناصر در عالم در گفت‌وگو با «آرتمیس اسپایرو»

مطالعه ستارگان بدون نیاز به تلسکوپ



بله، پاسخ این معما با سنجش داده‌های ورودی، همچون جرم‌ها و آهنگ گبراندازی نوترون که ما برای مدل‌سازی این فرایند هسته‌ای نیاز داریم، به دست می‌آید. بخش قابل‌توجهی از فناوری‌های هسته‌ای با فناوری‌های امروزی قابل‌اندازه‌گیری نیست؛ بنابراین مدل‌ها تا حد زیادی متکی به نظریه‌ها هستند. محاسبات نظری متفاوت مقادیر متفاوتی را برای ویژگی‌های هسته‌ای تخمین می‌زند که منجر به تفاوت‌های بسیار زیاد مقادیر پیش‌بینی‌شده از فراوانی عناصر می‌شود. **■ شما در حوزه تجربی با آزمایشگاهی چگونه مشارکت می‌کنید؟** بیشتر تحقیقات من درباره اندازه‌گیری آهنگ‌های گبراندازی نوترون هسته‌ای فرایند-r است. اندازه‌گیری بیشتر این آهنگ‌ها در آزمایشگاه غیرممکن است. شما نمی‌توانید از این هسته‌ها یک هدف [تیراندازی] درست کنید و بعد با نوترون‌ها به‌سوی آنها شلیک کنید یا برعکس؛ زیرا هسته‌ها و نوترون‌ها پرتوزا هستند. پیش از آنکه بتوانید آزمایششان را انجام دهید آنها تبدیل به چیز دیگری شده‌اند. بنابراین فهمیدن آن نیازمند کاوش‌های غیرمستقیم در واکنش‌های گبراندازی نوترون است. **■ فرایند-r با هسته‌های بسیاری سروکار دارد، اما مطالعه یکی از آنها چندین سال طول می‌کشد. چطور تصمیم می‌گیرید که توجه‌تان به کجا جلب شود؟** در الگوی فرایند-r مدل‌سازان مطالعات حساسی را به سرانجام می‌رسانند که طی آن تغییری را در ویژگی‌های هسته انجام می‌دهند تا ببینند آیا در فراوانی آن تغییری ایجاد می‌شود یا نه؟ اگر تغییر ایجاد شد، من می‌اندازم. این رشته‌واکنش‌ها باعث تولید یا روند افزایشی هسته‌های سنگین با فزونی نوترون می‌شود که به هسته‌های فرایند-r معروف‌اند. واپاشی بتا باعث تبدیل این هسته‌ها به عناصر پایدار می‌شود. **■ آیا فرایند-r در شاخه پژوهشی شما به‌عنوان یک معما است؟**

شما داشت. دراین‌باره توضیح دهید. وقتی خبر این گشف را شنیدم، از خوشحالی بالا و پایین می‌پریدم. قبل از سال ۲۰۱۷ ما مجبور بودیم که مدل‌های فرایند-r و فراوانی عناصر را در جاهایی ردگیری کنیم که میلیون‌ها سال قبل رخ داده بود، اما در رویداد ۲۰۱۷ پژوهشگران موفق شدند تابش سطح‌شده از هسته‌های اگزوتیک با فزونی نوترون در خلال فرایند-r را آشکارسازی کنند؛ نخستین علامت مشخص مستقیم از این قبیل هسته‌ها. این سیگنال اطلاعات بسیاری را نسبت به گذشته در اختیار ما گذاشت. البته ناگفته نماند که این آشکارسازی سوالات جدیدی را هم ایجاد کرد.

■ اگر امکان دارد یک مثال از سوالات جدید پیش‌آمده را بگویید؟ خاستگاه تابش آشکارشده از یک سوپ بزرگ عناصر است، اما ما نمی‌دانیم این عناصر چه هستند. دلیلش هم پیچیدگی زیاد طیف حاصل است. عناصر واقعاًسرّیع حرکت می‌کنند، بنابراین تابش گسیلی آنها در طیف جابه‌جا شده و پهن می‌شود. خطوط تیزی که در طیف وجود داشته باشد و به شما بگوید اینجا عنصر طلا است و آنجا عنصر دیگر، وجود ندارد. اینجا همان جایی است که فیزیک‌دانان هسته‌ای گام پیش می‌گذارند: در این مرحله ما اطلاعات را برای مدل‌سازی و تفسیر مشاهدات ارائه می‌دهیم.

■ وقتی خبر این کشف به رسانه‌ها آمد، به نظر می‌رسید که فیزیک‌دانان هسته‌ای توجه کمتری به آن نشان دادند. فکر می‌کنید دلیلش چیست؟ فکر می‌کنم به دلیل ترس مردم از واژه «هسته‌ای» باشد. به‌طور معمول، مردم با شنیدن این واژه یاد خبرهای نامطلوب می‌افتند؛ مثل تأثیرات تابش‌ها، اما فیزیک هسته‌ای مزایای بسیاری دارد. کاربردهایش در پزشکی، باستان‌شناسی و حتی در صنایع غذایی که با بهره‌گیری از تابش‌ها باکتری‌های خطرناک را نابود می‌کنند. همچنین کاربرد تابش‌های هسته‌ای در

پایان یک «فرصت» ارزشمند بر سطح سیاره سرخ

نگاهی اجمالی به فراز و فرودهای مأموریت تاریخی مرخ‌نورد «آپورچونیتی»

خورشیدی غبارگرفته مرخ‌نوردها در پی فرونشستن آن توفان از طریق همان توفان، تنها طریق محتمل گریز از این تقدیر تیره بود که اغلب جواب هم می‌داد. اما توفان بزرگ ژوئن ۲۰۱۸ که به مدت چند هفته کل سیاره را احاطه کرد، عاقبت بلای جان آپورچونیتی شد. مرخ‌نورد در ۱۲ ژوئن ارتباطش را با زمین از دست داد و ماه‌ها تلاش مهندسان برای بازایی این ارتباط، بی‌نتیجه ماند. ۱۴ سال بررسی‌های آپورچونیتی در سطح سیس ۴۸کیلومتری در خلال فلات نصف‌النهار مرخ معلوم کرده که این منطقه روزگاری به بستر یک اقیانوس بزرگ از آب شور شکل می‌داده است. به یمن وفور دهانه‌های شهاب‌سنگی ریز و درشت در جای‌جای این مسیر، آپورچونیتی به چشم‌انداز ارزنده‌ای از لایه‌های مختلف خاک این فلات هم دسترسی داشت. به علاوه، بررسی شکل و الگوی توزیع تلامسه‌ها بر سطح فلات نیز از تفاوت الگوهای وزش باد در گذشته مرخ حکایت داشت که می‌توانسته ناشی از تفاوت زاویه میل محور چرخش این سیاره در گذشته بوده باشد. با اتمام مأموریت آپورچونیتی، مرخ همان‌یک تنها میزبان یک مرخ‌نورد دیگر است: کیوبراسیتی، که از اگوست ۲۰۱۲ تاکنون در دهانه گیل، واقع در استوای مرخ به فعالیت و کندوکاو در گذشته مدفون مرخ مشغول است. وجه تسمیه عناوین اسپیریت و آپورچونیتی، به مسابقه‌ای دانش‌آموزی برای نام‌گذاری این دو مرخ‌نورد برمی‌گردد که در جریان آن سوفی کالیز، دختر ۹ساله روسی-آمریکایی، با این انشا که عناوین اسپیریت (به معنای «روحیه» و آپورچونیتی (به معنای «فرصت») از جمله پایانی آن استخراج شدند، برنده شد. «در یک نوناخنه زندگی می‌کردم. تاریک و سرد و خلوت بود. شب که می‌شد، به آسمان پرستاره نگاه می‌کردم و حالم بهتر می‌شد. رؤیایم این بود که بتوانم روزی به آنجا پرواز کنم. در آمریکا توانستم همه رؤیاهایم را عملی کنم. ممنونم به خاطر این «روحیه» و این «فرصت».



خودنگاره آپورچونیتی در مدوهشتادمین روز اقامتش در مرخ، بر لبه دهانه «اندورانس».

آینه‌های مات

سازوکارژن زامبی در فیل‌ها



ترجمه: امیر رحمانی

● فیل‌ها بعد از آنکه قسمتی از ژنتیک بی‌استفاده‌شان را به یک مکانیسم دفاعی منحصربه‌فرد برای مقابله با تومورهای علاج‌ناپذیر تبدیل کردند، به حیواناتی عظیم‌الجثه فرگشت یافتند.

فیل‌ها و سایر حیوانات بزرگ کمتر دچار سرطان می‌شوند و به نظر می‌آید به گونه‌ای فرگشت یافته‌اند که از خودشان در مقابل این بیماری محافظت کنند. یک پژوهش جدید نشان می‌دهد که فیل‌ها چگونه موفق شدند این مهم را به انجام برسانند: یک ژن قدیمی را که مدت‌ها بود کاربردی نداشت، از گورستان وسیع ژن‌های اسقاطی خود بازیافت کردند تا حساسیت سلول به تخریب دی‌ان‌ای را افزایش دهند و به این ترتیب توانستند تعداد سلول‌های مستعد برای سرطانی‌شدن را کاهش دهند.

در جانداران پسرسلولی، سلول‌ها به‌دفعات زیادی رشد کرده و تقسیم می‌شوند. در هر تقسیم، سلول تمام ژنوم خود را رونویسی می‌کند و ناخواسته چند خطا هم رخ می‌دهد که آن را موتاسیون می‌نامیم. برخی از این موتاسیون‌ها ممکن است به سرطان منجر شوند. شاید تصور شود که حیوانات بزرگ‌چتره را آنها که عمر طولانی دارند، بیشتر در معرض ابتلا به سرطان هستند. اما هنگامی که محققان، گونه‌های مختلف جانوری با جته‌های متفاوت را مقایسه می‌کنند، چنین چیزی مشاهده نمی‌شود. تعداد دفعات ابتلا به سرطان با تعداد سلول‌های جانور یا طول عمر او متناظر نیست. در حقیقت نشان داده شد پستانداران بزرگ که بیشتر عمر می‌کنند، کمتر به سرطان دچار می‌شوند. گروهی از دانشمندان به سرپرستی جاشوا اسکیفمن، از دانشگاه یوتا، نشان دادند که ژنوم فیل حدود ۲۰ نسخه اضافی از ژن پی ۵۲ دارد که همچون توپخانه‌ای برای سرکوب سرطانی است. آنها پیشنهاد می‌کنند این نسخه‌های اضافی از ژن پی ۵۲ ممکن است تا قسمتی مسئول ایجاد توانایی سرکوب سرطان در فیل‌ها باشند. البته نسخه‌های اضافی از ژن پی ۵۲ تنها منبع مقاومت‌بودن فیل‌ها نیستند. ژنتیک‌دان دیگری به نام بوئنست لینچ نشان داد که فیل‌ها و بستانگ کوچک‌چته‌شان، نظیر هریکس‌ها و آرمادیلو‌ها، همچنین نسخه‌های مضاعفی از ژن ال‌آی‌اف دارند که فاکتور بازدارنده لوکیمیا را کد می‌کند. این پروتئین سیگنال‌دهنده غالباً با ژاد‌آزادی و تولیدمثل مرتبط است و رشد سلول‌های پایه در رویان را فعال می‌کند.

لینچ دریافت که بیشتر رونوشت‌های ژن ال‌آی‌اف در واقع شبه‌ژن‌هایی قدیمی و بی‌فایده هستند که به‌طور شانس‌ی در ژنوم باقی مانده‌اند. اما یک مورد استثنا وجود دارد که ژن ال‌آی‌اف ۶ است که برخلاف سایر ژن‌ها، موتاسیون‌های تصادفی در آن انباشته نشده‌اند و نشان می‌دهد که انتخاب طبیعی آن را محفوظ داشته است. لینچ می‌گوید ال‌آی‌اف ۶ یک شبه‌ژن است که فرگشت مجدد یافته و کاربرد جدیدی پیدا کرده است. این ژن از مرگ به حیات بازگشته و اکنون در مرگ سلول نقش بازی می‌کند. به این علت است که لینچ آن را «ژن زامبی» می‌خواند. فیل‌ها در بین پستانگان خود تنها گونه‌ای هستند که ژن ال‌آی‌اف ۶ را دارند و این نشان می‌دهد که این ژن پس از انشعاب فیل‌ها از گونه‌های هم‌خانواده‌اش فرگشت یافته است. لینچ و همکارانش با استفاده از تکنیک ساعت مولکولی نشان دادند که مبدأ ژن ال‌آی‌اف ۶ به حدود ۳۰ میلیون سال قبل بازمی‌گردد و این همان محدوده زمانی است که شواهد فسیلی نشان می‌دهد که فیل‌ها در حال تکامل به جانورانی بزرگ‌چته بودند.

شاید این پرسش مطرح شود که چرا سایر گونه‌های نزدیک به فیل‌ها ژن ال‌آی‌اف ۶ شان دچار فرگشت نشد؟ مگر نه این است که مقاومت به سرطان به نفع همه گونه‌هاست؟ دلیل آن طبق نظر دانشمندان این است که کسب این مقاومت با ریسک بالایی همراه بوده است. هرچند ال‌آی‌اف ۶ سلطان را سرکوب می‌کند، اما اگر نسخه‌های اضافی ژن در هنگام رونویسی به‌طور تصادفی روشن شوند، سلول‌های سالم نیز گشته می‌شوند و عملاً کار جانور تمام است. علاوه بر آن، به نظر می‌آید نوعی موازنه بین مکانیسم‌های سرکوب‌کننده سرطان و قدرت باروری وجود دارد. پژوهشی که در سال ۲۰۰۹ انجام شد، نشان داد ژن ال‌آی‌اف در جابگیری رویان در داخل رِجُم نقش دارد. هنگامی که یک مجموعه از ژن‌ها نقش دوگانه‌ای بر عهده دارند، نظیر قدرت باروری و سرکوب سرطان، محتمل آن‌ها دو کاربرد فوق در تقابل با یکدیگر قرار گیرند. این پدیده را دانشمندان آنتاگونیستیک پلیوتروپی می‌نامند.

این امکان وجود دارد که فیل‌ها برای رفع مشکل آنتاگونیستیک پلیوتروپی، ژن‌های مرتبط را در نسخه کرده باشند تا هر نسخه از ژن یکی از کاربردها را به انجام برساند. دانشمندان اکنون در حال مطالعه وال‌ها و خفاش‌ها هستند تا ببینند که مکانیسم‌های سرکوب سرطان در این پستانداران چگونه عمل می‌کند. هرچند خفاش‌ها جته کوچکی دارند، اما برخی از انواع خفاش تا ۳۰ سال نیز عمر می‌کنند که نشان می‌دهد احتمال دارد مکانیسم‌های سرکوب سرطان را توسعه داده باشند.