۲۵ چشم‌انداز آینده علوم تجربی

سیدامیر سادات‌موسوی

لازم است از میان دانش‌آموزانی که در رشته‌های ریاضی – فیزیک یا تجربی درس می‌خوانند، عده‌ای در رشته‌های علوم پایه، در دانشگاه، ادامه تحصیل بدهند. علوم پایه به تعبیر رهبر معظم انقلاب، گنجینه‌ای است که پشتوانهٔ علوم صنعتی خواهد بود و قطعاً نیاز ضروری هر کشور در حال پیشرفت است. اکنون سؤال این است که کدام یک از بخش‌های علوم پایه برای ادامهٔ تحصیل دانش‌آموزان امروز مناسب‌تر هستند و احتمال موفقیت در آن‌ها بیشتر خواهد بود؟

گذشته چراغ راه آینده است!

همهٔ گرایش‌های علوم پایه همیشه در حال پیشرفت نیستند. تاریخ علم نشان می‌دهد که گرایش‌ها و زمینه‌های علمی، با چه فراز و فرودهایی روبه‌رو بوده‌اند. برای نمونه، در طول قرن‌های متمادی، نظریه‌پردازی در خصوص مدل‌های سیاره‌ای با بحران روبه‌رو بود و پیشرفتی در این باره حاصل نمی‌شد تا اینکه اختراع تلسکوپ راه تازه و وسیعی را در برابر نجوم گشود. شیمیِ قدیم هم با همین بحران مواجه بود و برای اینکه به ساختار درونی مواد ورود پیدا کند، نیازمند پیشرفت تکنیکی بود. گاهی اوقات نیز این توقفگاه‌ها به خاطر در دسترس نبودن ابزارهای ریاضی بوده‌اند. مثلاً مکانیک ابتدایی قرون وسطا، برای پیشرفت گسترده، به‌طور حتم به ابزار قوی حساب دیفرانسیل و انتگرال نیاز داشت؛ چیزی که به وسیلهٔ نیوتن تحقق یافت و باعث پیشرفت سریع این شاخه شد.

هرچند ریشه‌یابی علت توقف یا پیشرفت گرایش‌های گوناگون علم در دوره‌های مختلف کار بسیار سختی است، اما وجود دوره‌های پیشرفتِ را می‌توان از دوره‌های دیگر متمایز کرد. مثلاً دروان طلایی پیشرفت الکترومغناطیس قرن‌های ۱۸ و ۱۹ میلادی بوده است؛ دوره‌ای که افرادی نظیر **فرانکلین، کولن، ولتا، آمپر، اهم، فارادی، لنز، کیرشهف** و **ماکسول** بزرگ‌ترین اکتشافات این عرصه را به نام خودشان ثبت کردند. با عبور از قرن ۱۹ میلادی، به ندرت با چهره‌ای در این زمینه روبه‌رو می‌شویم. به همین شکل، دوران طلایی مکانیک کلاسیک از ابتدای قرن ۱۷ میلادی آغاز می‌شود و در اواسط قرن ۱۹ به پایان می‌رسد؛ دورانی که شاهد ظهور افرادی نظیر **گالیله، نیوتن، برنولی‌ها، تیلور، اویلر، دالامبر، لاگرانژ، همیلتون، جاکوبی، کوریولیس، دوپلر** و **هلمهولتز** بوده‌ایم. فعالیت‌های جدی و فراوان در مکانیک کوانتمی هم با **بور، اینشتین، شرودینگر، پلانک** و **هایزنبرگ**، از ابتدای قرن بیستم آغاز شده و تقریباً هنوز ادامه دارد. این دوره‌های زمانی را در دیگر گرایش‌ها و زمینه‌های علمی نیز می‌توان نشان داد.

وقت‌شناسی در علم

تصور کنید یک انسان علاقه‌مند به علم در ابتدای قرن بیستم به دنبال یافتن حرف تازه‌ای در مکانیک کلاسیک باشد. آیا چنین شخصی به نتیجه‌ای می‌رسد؟ مطمئناً در آن دوران چنین انسان‌هایی بوده‌اند، اما نامی از آن‌ها باقی نمانده است. در عوض، در همین دوران، افرادی که به دنبال فیزیک مواد در ابعاد کوچک رفته‌اند، مکانیک کوانتمی را به وجود آورده‌اند و بسیار تأثیرگذار شده‌اند. این مثال‌ها روشن‌کنندهٔ یک مسئلهٔ مهم در علم است که می‌توان اسم آن را «وقت‌شناسی» گذاشت. هر کسی هر رشته‌ای را دنبال کند، قاعدتاً بعد از گذراندن دوران کارشناسی و

۲۵ سؤال اساسی

۱. عالم از چه چیزی ساخته شده است؟
۲. اساس بیولوژیکی شعور و آگاهی چیست؟
۳. چرا تعداد ژن‌های انسان کمتر از حد انتظار است؟
۴. در چه محدوده‌ای تنوع ژنتیکی[۲] و سلامت شخصی به هم مرتبط هستند؟
۵. آیا می‌توان قوانین فیزیک را تجمیع کرد؟
۶. چقدر می‌توان عمر انسان را افزایش داد؟
۷. چه چیزی بازسازی عضوها را کنترل می‌کند؟
۸. چگونه یک سلول پوست می‌تواند به سلول عصبی تبدیل شود؟
۹. چگونه یک سلول پیکریِ واحد، به موجود کاملی تبدیل می‌شود؟
۱۰. چه فعل و انفعالاتی درون زمین رخ می دهد؟
۱۱. آیا تنها موجود ذی‌شعور در عالم ما هستیم؟
۱۲. حیات زمین چگونه و از کجا آغاز شد؟
۱۳. منشأ تنوع گونه‌های زیستی چیست؟
۱۴. کدام تغییر ژنتیکی از انسان گونهٔ متمایزی ساخت؟

کارشناسی ارشد، کم‌کم به مرزهای آن علم می‌رسد، اما آیا این مرز در حال انبساط خواهد بود یا قرار است برای چندین قرن به حال خود باقی بماند؟ می‌شود این سؤال را به شکل دیگری هم مطرح کرد. تصور کنید چند دانش‌آموز هم‌کلاسی، که همگی نبوغ بالایی دارند، هم‌زمان وارد دانشگاه شوند و زمینه‌های متفاوتی را برای تحصیل انتخاب کنند. مثلاً یکی از این افراد در زمینهٔ کیهان‌شناسی مشغول به تحصیل شود، یکی به دنبال رایانه‌های کوانتمی برود و دیگری به عصب‌شناسی موجودات بپردازد. سؤال این است: نام کدام یک از این افراد در تاریخ علم ماندگار خواهد شد؟ و اما پاسخ: قاعدتاً کسی که گرایش علمی‌اش در دوران بذرافشانی باشد، نامش در تاریخ علم ماندگار می‌شود، نه کسی که گرایشش در خواب زمستانی به سر می‌برد.

در سال ۲۰۰۵ میلادی، جشن ۱۲۵ سالگی «ژورنال علم»[1]، با نگاهی ویژه به آینده برگزار شد. در این سال، نویسندگان این ژورنال سعی کردند با بررسی مقالات پرچالش و مشکلات حل نشدهٔ علمی، سؤالات مهمی را که در دهه‌های آینده در برابر علوم تجربی قرار دارد، فهرست کنند. گذر زمان در سال‌های گذشته، تأییدکنندهٔ نظر این پژوهشگران بوده است. نتیجهٔ چنین پژوهش‌هایی قطعاً به کار کسانی می‌آید که می‌خواهند یک زمینهٔ علمی را برای فعالیت جدی انتخاب کنند. بنابراین، این فهرست برای همهٔ معلمان و استادانی که قرار است مشاور و راهنمای دانش‌آموزان و دانشجویان باشند، مفید خواهد بود.

اشارهٔ دوباره به این نکته ضروری است که این فهرست تنها به حیطهٔ «علوم تجربی» (فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی) و فعالیت‌های پژوهشی در «علوم پایه» مربوط می‌شود و نه فعالیت‌های «فنی و مهندسی».

۱۵. خاطرات چگونه ذخیره و بازیابی می‌شوند؟
۱۶. رفتارهای جمعی چگونه رشد کرده‌اند؟
۱۷. چگونه صور شگفت‌انگیز آفرینش، از دریای داده‌های بیولوژیکی پدیدار می‌شوند؟
۱۸. خودسامان‌دهی شیمیایی[3] را تا چه ابعادی می‌توان جلو برد؟
۱۹. محاسبات رایانه‌ای را تا چه حدی می‌توان پیشرفته کرد؟
۲۰. آیا می‌توان به صورت انتخابی، پاسخ‌های ایمنی بدن را خاموش کرد؟
۲۱. آیا اصول عمیق‌تری باعث عدم قطعیت[4] و ناموضِعیت کوانتمی[5] می‌شود؟
۲۲. آیا ساخت واکسن مؤثری برای ایدز ممکن است؟
۲۳. گلخانهٔ جهان چقدر گرم خواهد شد؟
۲۴. چه چیز جایگزین نفت ارزان خواهد شد؟ چه وقت؟
۲۵. آیا مالتوس (نظریه‌پرداز کنترل جمعیت)، اشتباه فکر می‌کرد؟

پی‌نوشت

1. Science Journal

۲. تنوع ژنی با خطرِ بیشترِ ابتلا به بیماری‌های مختلف از آلزایمر گرفته تا سرطان سینه ارتباط دارد و احتمالاً کمک می‌کند توضیح دهیم چرا مثلاً برخی از سیگاری‌ها دچار سرطان ریه می شوند در حالی که سایرین خیر.

۳. برخی از خصوصیت‌های سادهٔ مواد در ابعاد ریز، باعث می‌شود نظم‌های ویژه‌ای در آن‌ها شکل بگیرد. به این پدیده خودسامان‌دهی شیمیایی می‌گویند.

۴. عدم قطعیت در کوانتم به این معنی است که هرگز نمی‌توان مقدار دو کمیت، مثلاً سرعت یک الکترون و مکان آن را به‌طور هم‌زمان اندازه گرفت.

۵. ناموضعیت کوانتمی به این معناست که رفتار یک تک‌ذره در ابعاد کوانتمی، مستقل از سایر ذره‌های عالم نیست.