

## آفتابیش در میان

دل هر ذره‌ای که بشکافی

آفتابی‌ش در میان بینی

هاتف اصفهانی

بیش از دو هزار سال پیش، آدمی پس از بحث‌های فراوان فلسفی و علمی به این نتیجه رسید که ذره‌های بنیادی ماده را شناخته است. او به گمان آن که این ذره‌ها شکست‌ناپذیرند، آن‌ها را «اتم»، یعنی «بُرش‌ناپذیر» نام نهاد. در آستانه‌ی سده‌ی بیستم، آدمی با آن که آگاه شده بود که اتم بُرش‌پذیر است، اما باز هم آن را به یادگار نیاکانِ اندیشمند خویش، هنوز اتم می‌نامید. در این روزگار اما، گمان می‌کرد این ذره‌های بنیادی بُرش‌پذیر خود از ذره‌هایی بُرش‌ناپذیر مانند پروتون‌ها و نوترون‌ها که هسته‌ی اتم را می‌سازند، تشکیل شده باشند.

در میانه‌ی سده‌ی بیستم در پی کشف کوارک‌ها، شیپور دانشمندان اتمی به صدا درآمد تا به جهانیان اعلام دارد که پندار بُرش‌ناپذیری پروتون‌ها و نوترون‌ها نادرست بوده‌است و این ذره‌ها خود از اجزای کوچک‌تری ساخته شده‌اند. بنابراین آدمی به سفر علمی خود به درونِ دنیای ذره‌ها، به سوی آفتابی که در میان هر ذره نهفته است، ادامه داد. او در این هنگام بلندپروازانه به بی‌نهایتی که در درون هر ذره نهفته است می‌اندیشید و در همان حال خود را در برابر بزرگی این جهان بی‌پایان تنها و خرد می‌دید.

در میانه‌ی این هیاهوی علمی زیست‌شناسان از جهان ذره‌های خرد فاصله گرفتند و سفر خود را به سوی جهان کلان پی گرفتند. آنان ترجیح دادند پله پله از اتم به مولکول، از مولکول به درشت‌مولکول، از درشت‌مولکول به اندامک، از اندامک به سلول، از سلول به بافت، از بافت به اندام، از اندام به دستگاه، از دستگاه به بدن جاندار و سرانجام از فرد به جمعیت برسند و این پله‌ها را ترازهای زیستی بنامند.

برای آدمی اندیشمند که دوست دارد همواره به پیش برود و جبهه‌های جدیدی در مبارزه با نادانی باز کند، توقف در تراز جمعیت جایز نبود، لذا او در آخرین پله‌ای که برشمردیم متوقف نشد، بلکه پس از بررسی تراز جمعیت، از آن پای فراتر نهاد، جامعه، اجتماع، اکوسیستم، بیوم و زیست‌کره را درنوردید و بدین سان بود که گستره‌ی علم زیست‌شناسی وسعتی از مولکول تا زیست‌کره یافت.

اما فتح پی در پی قله‌های ترازهای مختلف زیست‌شناختی طنین شیپور پیروزی را برنخیزاند؛ چه، دشواری بزرگ آدمی در این دم همانا جدایی ترازهای زیست‌شناختی از یکدیگر بود. نگرش جزء‌نگر و جدایی‌اندیش که اجزای به هم پیوسته‌ی سامانه‌های زنده را جدا از هم و از جهان غیرزنده می‌دانست، شایسته‌ی مرتبت و مقام آدمی نبود.

آثار جدایی‌اندیشی و جزء‌نگری در مورد این ترازها هنوز در جوامع علمی به فراوانی به چشم می‌خورد. برخی از پژوهشگران زیست‌شناسی گویی ترجیح می‌دهند در کُنج قلمرو تخصصی خویش به پژوهش بپردازد. آنان معمولاً فقط در مواقع ضروری به سراغ پژوهشگران ترازهای دیگر می‌روند و از آنان برای ادامه‌ی کار و تکمیل پژوهش‌های خویش یاری می‌جویند. ای بسا پژوهشگران سلولی که گرایش کم‌تر به بوم‌شناسی دارند و چه بسیارند کالبدشناسانی که گرایش کم‌تر به سلول دارند و در این میان طبیعی است که گیاه‌شناس بیش‌تر به گیاهان و جانورشناس بیش‌تر به جانوران گرایش نشان دهند.

اما راه برون رفت از این کُنج جدایی کدام است؟ آیا در وضعیت کنونی می‌توان پژوهشگری را یافت یا پژوهشگرانی تربیت کرد که به همه‌ی موضوع‌های زیست‌شناسی به یکسان تبحر و تخصص داشته باشند و بتوانند با نگاهی کُل‌نگر به جهان زنده بنگرد؟ بی‌گمان پاسخ منفی است.

پس راه حل این جدایی کدام است؟ به نظر می‌رسد پیش از هر چیز برای این کار به پیوند دهنده‌ای جهت برقراری ارتباط میان مسیرهای مجزای شاخه‌های مختلف زیست‌شناسی و کسب دیدگاهی جامع و کُل‌نگر نیاز داریم.

زیست‌شناسان در استانه‌ی ورود به هزاره‌ی سوم میلادی به راه حلی برای جمع کردن همه‌ی شاخه‌های زیست‌شناسی در زیر یک چتر، یا به عبارت دیگر راه حلی برای برقراری ارتباط میان مسیرهای مختلف موضوع‌های زیست‌شناسی رسیدند. آنان این راه حل را (۱) **Biocomplexity** یا درهم‌بافتگی زیستی نامیدند و این هدف‌ها را برای آن تعیین کردند:

۰ درک هر چه کامل‌تر و جامع‌تر درهم‌بافتگی سامانه‌های زنده با یکدیگر و با محیط زیست

۰ یکپارچه کردن داده‌های مربوط به شاخه‌های مختلف علم، مانند فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی و نیز یکپارچگی داده‌های حاصل از موضوع‌های مختلف زیست‌شناسی

۰ نشان دادن تعامل میان سامانه‌های سیاره‌ی زمین در ترازهای مختلف مکانی و زمانی.

بنابراین، درهم‌بافتگی زیستی همه‌ی ترازهای علوم زیستی از مولکول تا زیست‌کره را در بر می‌گیرد. یعنی عملکرد هر سامانه‌ی کوچک را در سامانه‌ای بزرگ‌تر جست و جو و بررسی می‌کند.

چنین به نظر می‌رسد که اکنون وقت آن فرا رسیده است که واگشت‌گرایی و تجزیه‌گرایی، یعنی بررسی اجزای کوچک را به طور مجزاً، رها کنیم و دیگر سعی نکنیم آن‌ها را از هم جدا نگه داریم و به طور مجزا کارکرد آن‌ها را بررسی کنیم. اکنون هنگام آن فرا رسیده است که این اجزای جدا از هم را دوباره به هم متصل کنیم و کارکرد کُلّی هر سامانه‌ها را در متن سامانه‌های بزرگ‌تر بررسی کنیم. اکنون لازم است که ایمان بیاوریم که علم زیست‌شناسی در سده‌ی بیست و یکم، برای پایداری آدمی بر کره‌ی خاکی به درهم‌بافتن سامانه‌های زنده با هم و با جهان غیرزنده نیاز دارد.

بنابراین، به نظر می‌رسد که اکنون زمان درهم‌بافتگی زیستی فرا رسیده باشد. مدتی است پیشرفت‌های بزرگ در زمینه‌ی فناوری‌های اطلاع‌رسانی، مانند رایانه راه را برای درهم‌بافتگی زیستی صاف کرده‌اند. اکنون می‌توانیم حجم‌های عظیمی از داده‌ها را انبار و حتی داده‌هایی را که ناهمانند هستند، با هم هم‌جوش کنیم، در حدود ۲۵ سال پیش چنین امکانی وجود نداشت.

پیشرفت بزرگ دیگر که نیرو دهنده‌ی درهم‌بافتگی زیستی است، کشف ساختار و توالی DNA و RNA است. می‌دانیم که می‌توانیم این ساختارها را برای تعیین نقشه‌های ژنی گونه‌های زنده‌ی کره‌ی خاکی به کار ببریم. درهم‌بافتگی زیستی می‌تواند اطلاعاتی را که درباره‌ی ساختارهای اتمی، مولکولی، تعامل میان مولکول‌های بزرگ مانند DNA و پروتئین‌ها و ساختار موجودات زنده‌اند به دست آورده‌ایم، در هم بتند.

بزرگ‌ترین چالش این مسیر، اما وادار کردن متخصصان موضوعی به گفت و گو با یکدیگر است. یکی از دشواری‌ها اصطلاحات تخصصی است که آنان به کار می‌برند. بنابراین در این جا به زبانی مشترک نیاز داریم؛ مثل ریاضی که زبان مشترک همه‌ی علوم و مهندسی است.

اگر همه‌ی این داده‌ها و اطلاعات را با تحلیل آماری و زبان ریاضی به هم پیوند دهیم، خواهیم توانست اصولی را در این سامانه‌های عملکردی، درهم‌بافته بیابیم.

مثلاً، اگر بخواهیم جاده‌ای از تهران به شمال کشور ایجاد بکشیم، نخستین سؤال‌مان این است: مسیر این جاده از کجا بگذرد؟ اگر همه‌ی داده‌های مربوط به مردم‌شناسی و الگوهای آب و هوایی را در ۱۰۰ سال گذشته به رایانه بدهیم، خواهیم توانست مسیری را که با داده‌های علمی مطابقت دارد، تعیین کنیم و حداقل آسیب‌ها را به محیط زیست‌مان وارد آوریم.

علم درهم‌بافتگی زیستی پایداری سامانه‌ها را توضیح می‌دهد. بی‌گمان می‌توان با درهم‌بافتگی زیستی علل انقراض گونه‌ها، فشارهای محیطی مانند آلودگی محیط، رشد جمعیت آدمی و مانند آن‌ها را توضیح دهیم. شاید تصور کنیم که این‌ها را از قبل می‌دانیم، اما در واقع چنین نیست. مثلاً نمی‌توانیم ادعا کنیم که علت دقیق کاهش جمعیت ماهیان خاویاری دریای مازندران چیست. آیا ماهی‌گیری بیش از حد علت اصلی بوده است، یا ترکیبی از عوامل مختلف مانند تغییر دما، تغییر درجه‌ی شوری آب، وارد کردن مواد شیمیایی به دریا و مانند آن‌ها؟

می‌دانیم که گونه‌ها همواره در تغییرند و این تغییر هرگز متوقف نمی‌شود. درهم‌بافتگی زیستی می‌تواند به ما کمک کند تا عوامل غیرزنده‌ی محیطی را که بر گونه‌ها فشار انتخابی می‌آورند آن‌ها را منقرض می‌کنند یا تغییر می‌دهند، بشناسیم. مثلاً، می‌دانیم که وقتی میکرواورگانیزم‌ها در محیطی پر از فلزات در حال رشدند، ژن‌هایی برای مقاومت به آن فلزات سنگین و حتی شاید برای کسب انرژی با استفاده از آن فلزات سنگین از راه انتقال جانبی به دست می‌آورند. اکنون می‌دانیم که برای جانداران تک سلولی این کار انجام می‌شود. اما سرانجام از راه تحلیل درهم‌بافتگی زیستی خواهیم دانست که برای جانداران عالی‌تر چه روی می‌دهد. درهم‌بافتگی زیستی چندان فراتر از همه‌ی چیزهایی که اکنون می‌دانیم و آن‌ها را در کلاس درس به فرزندان‌مان می‌آموزیم، نیست! درهم‌بافتگی زیستی تنوع زیستی، گونه‌های در خطر، بیوشیمی محیط زیست، ژنتیک مولکولی و مانند آن‌هاست. تنها کاری که لازم است انجام دهیم آن است که به این اجزا همچون جزایری جدا از هم نگاه نکنیم. بلکه باید میان آن‌ها ارتباط برقرار کنیم، داده‌ها را میان آن‌ها شارش دهیم و از آن نگرش علمی به دست آوریم.

زیست‌شناسی در حال گرایش بیش‌تر به ریاضیات است. یکی از مهم‌ترین کارهایی که باید بکنیم این است که آموزش ریاضی را به ویژه در سال‌های نخستین مدرسه تقویت کنیم. بی‌گمان درک بیش‌تر دانش‌آموزان از مفاهیم ریاضی موجب درک بیش‌تر درهم‌بافتگی زیستی می‌شود.

باید در دانش‌آموزان این نگرش را تقویت کنیم که علوم زیستی در مرکز دوران دانش در حال گسترش و هیجان‌انگیزِ امروزی قرار دارد. باید بدانان گوشزد کنیم که آدمی اکنون به درجه و عمقی از درک رسیده است که قبلاً هرگز بدان دست نیافته بود. امروزه می‌توانیم با هزینه‌ای بسیار اندک در مقایسه با ۱۰ سال پیش، ژنوم کامل گونه‌ای را تعیین کنیم. می‌توانیم درهم‌بافتگی ژنومی را درک کنیم؛ کار ژن‌ها را بفهمیم؛ اثر تنظیمی محیط را بر عملکرد ژن‌ها بررسی کنیم. همه‌ی این‌ها در مجموع درکی کامل و درهم‌بافته از سامانه‌ی سیاره‌مان به ما می‌دهد. مهم‌تر آن است که خواهیم توانست با این روش آینده را روشن‌تر و با اطمینان بیش‌تر پیش‌بینی کنیم. از زیستگاه‌ها حفاظت کنیم و از بحث‌های احساسی به درک علمی و پیش‌بینی‌های علمی و روشن برسیم. وقت آن فرا رسیده است که با در نظر گرفتن درهم‌بافتگی زیستی، دست در دست دانش‌آموزان‌مان به سوی جهانی پیچیده، درهم‌تنیده و بزرگ، به سوی آفتاب گام برداریم.

سردبیر