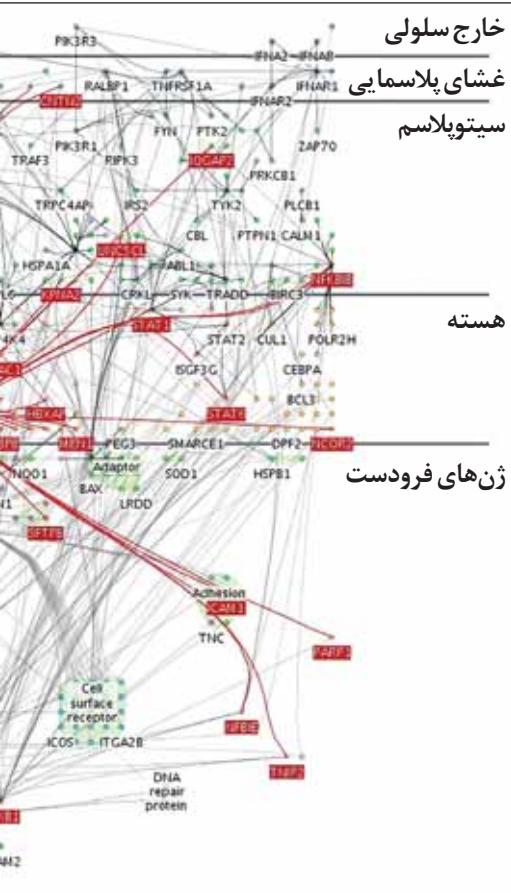


# زیست‌شناسی نوین در دسترس دانش آموزان شما

سام سینائی

دانشجوی دکتری زیست‌شناسی سامانه‌ای - ریاضیاتی دانشگاه هاروارد



که موتور یک خودرو چند اسب بخار توان دارد و چه جعبه‌دنده‌ای در آن کار گذاشته شده و از عملکردهای همه اجزای دیگر هم آگاه باشد، آیا می‌تواند حداکثر سرعت خودرو را به خوبی پیش‌بینی کند؟ پاسخ منفی است. برای پیش‌بینی سرعت حرکت خودرو، دانستن نحوه ارتباط اجزای خودرو با یکدیگر نیز اهمیت دارد. همچنین تأثیر عوامل محیطی مانند لغزنده‌گی جاده، وزش باد یا دمای هوا را بر عملکرد کلی خودرو نباید نادیده گرفت. ممکن است سرمای هوا بتواند به بازدهی موتور کمک کند، ولی در عین حال باعث کاهش اصطکاک لاستیک با سطح جاده نیز بشود. در اینکه آیا حداکثر سرعت خودرو با سرمای هوا افزایش یا کاهش می‌باشد، نیازمند مطالعه کلی سیستم است. بنابراین دانستن نحوه عملکرد هر عضو به طور جداگانه و به تنها یکی کافی نیست، بلکه در کل عملکرد همه اجزا برای درک عملکرد کلی یک سیستم لازم است.

زیست‌شناسی سامانه‌ای<sup>۴</sup> زاده این نحوه تفکر است. سامانه‌های زیستی معمولًا متشکل از هزاران، بلکه میلیون‌ها جزء در هم تنیده‌اند و بعکس مثال بالا، عملکرد این اجزا معمولًا به طور مستقیم و به تفکیک قابل درک، مطالعه و بررسی نیست. از این‌رو، مطالعه این

**اشارة**

زیست‌شناسان باید لزوماً انگریزی جامع، همه‌سویین، سیستمی و گل‌نگر به موجودات زنده داشته باشند تا بتوانند ماده زنده را بهتر و بیشتر بشناسند. به همین علت، چندی است که زیست‌شناسان جهان برای شناخت بیشتر ماده زنده از انزوای آزمایشگاه‌های تک‌ساختمانی خود خارج شده‌اند و دست یاری و همکاری به‌سوی پژوهشگران شاخه‌های دیگر علوم و فناوری، مهندسان و ریاضی دانان دراز کرده‌اند. پیدایش و تکامل شاخه‌هایی مانند بیوانفورماتیک، ژئومیک و زیست‌شناسی سامانه‌ها نمونه‌هایی از این همکاری‌هاست. زیست‌شناسی سامانه‌ها که گاه سیسته‌های امیک<sup>۵</sup> نیز نامیده می‌شود، یکی از این شاخه‌های نوپدید و زاده‌شده سده بیست‌ویکم است. پژوهشگران و متخصصان این شاخه می‌کوشند با همکاری‌های بین‌رشته‌ای از سیستم‌های پیچیده زنده مدل‌های ریاضی بسازند. پیچیدگی کار زیست‌شناسان هنگامی بیشتر نمود می‌یابد که بدایمیم موجودات زنده سیستم‌هایی پیچیده‌اند، مانند همه سیستم‌های پیچیده از اجزای خودمختار، ولی بهم پیوسته و در عین حال مرتبط به هم ساخته شده‌اند، ویژگی‌هایی پیچیده و متفاوت نسبت به برآیند اجزا از خود بروز می‌دهند و در آن‌ها تعداد زیادی مجموعه چندمنظوره و متنوع به طور انتخابی و غیرخطی با هم کار می‌کنند و رفتارهایی منسجم، هماهنگ و همدوس از خود بروز می‌دهند. این نوشه به قلم یکی از دانش آموزان دیروز شما که اکنون دانشجوی زیست‌شناسی سامانه‌ای - ریاضیاتی دانشگاه هاروارد است، برای معلمان زیست‌شناسی کشور به رشتۀ تحریر کشیده شده و دارای نکات و توصیه‌های ارزشمندی است.

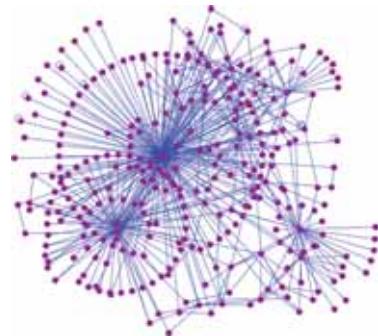
در سه دهه گذشته شاهد پیشرفت‌های خیره‌کننده تکنیک‌های آزمایشگاهی در زیست‌شناسی، بهخصوص در توانایی توالی‌یابی با دقت و توان بالا<sup>۶</sup> بوده‌ایم. در این مدت، ژنوم ده‌ها گونه جاندار، از جمله انسان، توالی‌یابی شده است. البته، این موفقیت تنها به تکنیک‌های توالی‌یابی DNA خلاصه نمی‌شود؛ پیشرفت‌های اساسی مشابهی در زمینه‌های دیگر، مانند در حیطه درک ساختار پروتئین‌ها و نقش سیستماتیک RNA در کنترل و عملکرد سلول‌ها به دست آمده است؛ اما چالش اصلی پیش روی زیست‌شناسان نوین، در کنار هم قرار دادن این حجم عظیم داده‌ها در قالبی ساختاری جامع و توصیفی است؛ به عبارت دیگر، هدف

و برنامه‌نویسی‌های مربوط به زیست‌شناسی، استفاده از روش‌های آماری و احتمالات برای استنباط و تحلیل داده‌ها از مهم‌ترین نیازمندی‌های زیست‌شناسان آینده است. بدیهی است که آشنایی با تکنیک‌های مدرن آزمایشگاهی، حتی به شکل صرفانظری نیاز ضروریات تربیت دانش‌پژوهان موفق در عرصه زیست‌شناسی است. این رشته به طور خاص برای انجام پژوهش در کشور عزیز ما ایران مناسب است. از این جهت که پژوهشگران آن به وسایل آزمایشگاهی گران‌بها نیاز ندارند. برای نمونه، نقشه‌ژئوم انسان و بسیاری دیگر از جانداران به صورت رایگان در اینترنت موجود است و هر دانش‌آموز می‌تواند با نوشتن چند برنامه رایانه‌ای ساده، پاسخ پرسش‌هایی ساده یا حتی پیچیده را در مورد ژئوم انسان، دریابد. هم‌چنین نشریه معتبر نیچر هر هفته در یک وبگاه<sup>۱۱</sup> چندین مجموعه داده را به رایگان در دسترس عموم قرار می‌دهد. همه دانش‌آموزان و دانشجویان می‌توانند داده‌های این چنینی را که به سادگی و رایگان در اینترنت در دسترس هستند، مشاهده و در صورت کشف نتایج جدید، برای نوشتن مقالات علمی از آن‌ها استفاده کنند. تنها این‌بار مورد نیاز برای مشاهده و مطالعه این اطلاعات، دانش، پشتکار و یک رایانه خانگی است. زیست‌شناسی و به‌طور کلی علوم نوین، دائمًا به‌سمیت روش‌های میان‌رشته‌ای حرکت می‌کند. از این‌رو آشنایی دانش‌آموزان و دانشجویان با این روش‌ها و کاربرد آن‌ها در زیست‌شناسی می‌تواند نقش مهمی در تربیت نسلی موفق از پژوهشگران و دانشمندان ایفا کند. امید است این مقدمه کوتاه نظر خواندن‌گان را به کنکاش بیشتر در مورد این رشته جلب کرده باشد.

#### \*پی‌نوشت‌ها

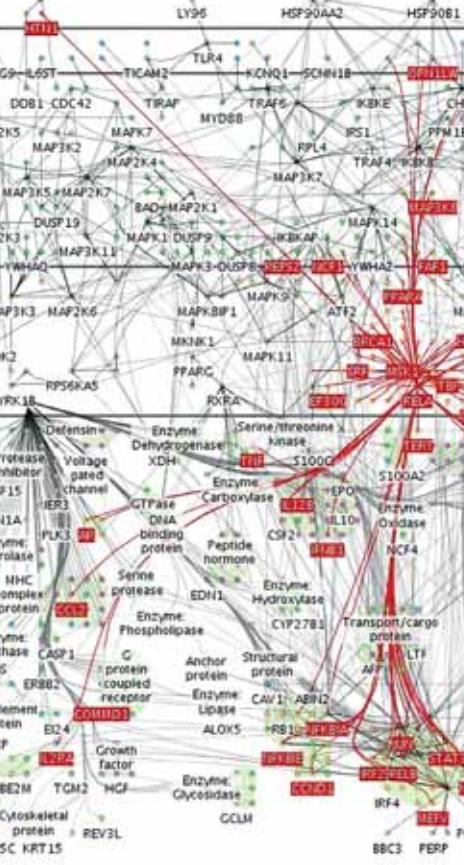
1. Systems Biology
2. Systeomics
3. High-Throughput Sequencing
4. Systems Biology
5. Computational Science
6. Machine Learning
7. Principle Component Analysis
8. Bayesian Inference
9. Computational Biology
10. Computational Systems Biology
11. <http://www.nature.com/sdata>

یا رایانه‌ای<sup>۹</sup> شناخته می‌شود. هر چند این تعریف به این معنای است که پژوهشگر صرفاً به دنبال ابداع روش است. در بسیاری از موارد، این روش‌ها منجر به کشف پدیده‌های جدید در زیست‌شناسی می‌شوند.



زیست‌شناسی سامانه‌ای-ریاضیاتی<sup>۱۰</sup> در واقع ترکیبی از این دو شاخه زیست‌شناسی است و به همین علت زیست‌شناسی سامانه‌ای-ریاضیاتی شاخه‌ای میان‌رشته‌ای محاسبه می‌شود. پژوهشگران این شاخه تلاش

می‌کنند در سطح سیستم‌های زیست‌شناسی بپردازند و در این راه از روش‌های مرسوم در علوم محاسباتی که مناسب بررسی داده‌ها در مقیاس بزرگ و پیچیده است، استفاده می‌کنند. اهمیت این رشته به طور مداوم در بخش‌های دیگر زیست‌شناسی از جمله بیوشیمی، ژنتیک، زیست‌شناسی گیاهی، تکاملی و علوم پزشکی در حال افزایش است. این رشته در حال حاضر در همه دانشگاه‌های این‌الله شد، اکنون امکان چنین پژوهشی را فراهم آورده است. لازم است یادآوری کنیم که زیست‌شناسی سامانه‌ای صرفاً روش یا تکنیک تحلیلی خاصی نیست، بلکه دیدگاه و چشم‌اندازی برای مطالعه زیست‌شناسی در



سامانه‌ها نیاز به جمع‌آوری گستردۀ اطلاعات و تحلیل آن به صورت کلی و نه جزء به جزء دارد. برای نمونه، سیستم مورد مطالعه می‌تواند هم‌زمان شبکه ارتقابی بین ددها یا صدها پروتئین و زن باشد. پیشرفت‌های عمده‌ای خیر در فناوری که پیش‌تر به آن اشاره شد، اکنون امکان چنین پژوهشی را فراهم آورده است. لازم است یادآوری کنیم که زیست‌شناسی سامانه‌ای صرفاً روش یا تکنیک تحلیلی خاصی نیست، بلکه دیدگاه و چشم‌اندازی برای مطالعه زیست‌شناسی در سطحی پیچیده‌تر و گستردۀ‌تر است.

در این شاخه از زیست‌شناسی، برای تحلیل داده‌ها عمدهاً از روش‌های مرسوم در علوم محاسباتی<sup>۱۰</sup> استفاده می‌شود. این روش‌ها گاه به‌طور مستقیم از علوم محاسباتی، مانند نظریه گراف، یادگیری ماشینی<sup>۷</sup>، تحلیل مؤلفه‌های اصلی<sup>۸</sup>، استنباط بیزی یا شرطی<sup>۸</sup>، فیزیک آماری، شبیه‌سازی رایانه‌ای و مانند این‌ها برداشت می‌شوند. در موارد دیگر، روش‌های محاسباتی برای حل مسئله‌ای خاص در زیست‌شناسی ابداع می‌شوند. وقتی تمرکز اصلی پژوهشگر بر ابداع یا انطباق روش‌های محاسباتی مناسب برای مسائل زیستی باشد، رشته پژوهشی او به عنوان زیست‌شناسی ریاضیاتی، محاسباتی