

فصل ۱

زیست‌شناسی دیروز، امروز و فردا

گفتار ۱

زیست‌شناسی چیست؟

- گیاهان چگونه انرژی خورشید را به دام می‌اندازند؟
- جانداران مختلف چگونه با هم ارتباط دارند، چگونه شبکه‌های بوم‌شناختی ایجاد می‌کنند و چرا فعالیت‌های انسان این شبکه‌ها را مختل می‌کند؟
- چرا بعضی از سلول‌های بدن انسان هنگام تقسیم‌شدن به سلول‌های سرطانی تبدیل می‌شوند؟
- چرا بسیاری از جهش‌های ژنی باعث بیماری می‌شوند؟
- DNA چه کاربردهایی در تحقیقات قضایی و جنایی دارد؟

این‌ها فقط چند پرسش از میان انبوه پرسش‌هایی است که زیست‌شناسان تلاش می‌کنند پاسخ‌های آن‌ها را بیابند و نشان دهند که زیست‌شناسی تا چه حد در تاروپود زندگی فردی و اجتماعی ما رخنه کرده است. شما هم می‌توانید به آسانی ده‌ها مورد از تأثیرهای زیست‌شناسی را بر زندگی روزمره انسان پیدا کنید. به همین علت زیست‌شناسی را که یکی از شاخه‌های علوم تجربی و علم پژوهش درباره‌ی جانداران است، رویداد علمی بزرگی می‌دانند. به بزرگ‌ترین رویداد علمی سده بیست‌ویکم خوش‌آمدید!

فرایند علوم تجربی

بسیاری از مردم تصور می‌کنند که علم مجموعه‌ای منظم از اطلاعات است و دانشمند کسی است که اطلاعات فراوانی در ذهن دارد؛ درحالی‌که این‌طور نیست. هدف اصلی علم انباشت اطلاعات نیست؛ مثلاً، در دفترچه تلفن شما اطلاعات بسیاری به صورت دسته‌بندی شده وجود دارد، درحالی‌که دفترچه تلفن محصول علم نیست. نام دانشمندان برای آن در تاریخ علم ثبت نشده است که اطلاعات بسیاری کشف کرده‌اند، یا در ذهن داشتند؛ بلکه به علت نظریه‌های پیشنهادی آنان است.

نخستین گام برای علم‌ورزی شکل گرفتن پرسش در ذهن انسان است. بدون پرسش، پاسخ نیز وجود ندارد و پرسش ما را وامی‌دارد تا به پاسخ برسیم. البته، ممکن است پاسخ بعضی از پرسش‌های ما را دیگران بدانند یا پاسخ در منابع مختلف موجود باشد. این‌گونه پرسش‌ها منجر به علم‌ورزی نمی‌شوند.

علم از پرسشی که پاسخ آن موجود نیست، آغاز می‌شود و ممکن است به پاسخ بینجامد، یا ما را به پاسخ نزدیک‌تر کند. در علم، روش یافتن پاسخ **روش علمی** نام دارد. روش علمی فرایندی پذیرفته‌شده برای

پژوهش‌های علمی است که از چند گام یا مرحله تشکیل شده است؛ اگرچه ممکن است برخی پژوهشگران آن را موبه‌مو اجرا نکنند، بلکه به شیوه‌های متفاوت به کار ببرند. ما معمولاً هر روز برای حل مشکلات روزانه‌مان فرضیه‌سازی می‌کنیم، اگرچه ممکن است آن را فرضیه‌نامیم. فرضیه پاسخی موقتی برای پرسش است..

شکل ۱ (روندنما)

زیر نویس شکل

وقتی که فرضیه‌ای شکل می‌گیرد، پژوهشگر برای آزمودن آن از منطق بهره می‌برد. این منطق در فرایند علم معمولاً به شکل پیش‌بینی درباره نتایج آزمایش‌ها یا مشاهدات است. ما پس از فرضیه‌سازی معمولاً با انجام آزمایشی فرضیه را آزمون می‌کنیم تا ببینیم آیا نتایج با پیش‌بینی‌ها مطابقت دارند یا نه. این آزمون منطقی به شکل منطق «اگر... پس آنگاه» است:

مراحل زیر به صورت اینوگراف آورده شود .

مشاهده: دستگاه کنترل‌ازراه‌دورِ تلویزیون کار نمی‌کند.

سؤال: چرا این دستگاه کار نمی‌کند؟

فرضیه: باتری دستگاه تمام شده است.

پیش‌بینی: اگر باتری را تعویض کنم، دستگاه به کار خواهد افتاد.

آزمایش فرضیه: باتری نو و جدیدی روی دستگاه می‌اندازیم.

نتیجه پیش‌بینی: دستگاه باید به کار بیفتد. ا

اگر دستگاه به کار نیفتاد، آنگاه فرضیه دیگری را آزمون خواهیم کرد.

مثلاً، تلویزیون به برق متصل نیست.

فعالیت

- با توجه به شکل بالا اگر کار نکردن دستگاه را به گردن ارواح بیندازیم، آیا به روش علمی می‌توانیم چنین فرضیه‌ای را آزمایش کنیم؟
- آیا تعیین ترکیب مواد تشکیل‌دهنده سیاره‌دوردست نپتون را می‌توان فعالیتی در قلمرو علم دانست؟

نظریه چیست و چه فرقی با فرضیه دارد؟

نظریه بسیار گسترده‌تر از فرضیه است. مثلاً، این یک فرضیه علمی است: «موی سفید نوعی سازگاری با محیط است و به خرس قطبی کمک می‌کند تا در زیستگاه قطبی خود بیشتر زنده بماند». اما نظریه علمی چنین است: «هم‌رنگی جانداران با محیط زیست، نوعی سازگاری با محیط زندگی است». نظریه‌ها بسیار جامع‌تر از فرضیه‌ها هستند و فقط وقتی در علم به‌طور گسترده پذیرفته می‌شوند که انبوهی از شواهد متنوع از آن‌ها پشتیبانی کنند.

فرضیه و نظریه در زندگی ما: آیا چربی‌های ترانس برای بدن ما زیان‌آورند؟

یکی از روش‌های درک بهتر فرایند و روش علم، مطالعه مثال‌هایی در این باره است. مثالی که در اینجا می‌آوریم، بررسی علمی اثرهای نوعی چربی خوراکی بر بدن انسان است.

چربی‌های ترانس انواعی از چربی‌های مصنوعی‌اند که طی فرایند هیدرون‌دهی روغن‌های نباتی نیمه‌جامد تولید می‌شوند. مدت نگهداری چربی‌های ترانس زیاد و قیمت آن‌ها کم است. به همین علت در سراسر قرن بیستم آن‌ها را به‌گونه‌ای فزاینده به‌صورت مارگارین و روغن‌های تُردکننده شیرینی به مواد خوراکی می‌افزودند. از سال ۱۹۷۹ پروژه‌ای علمی موسوم به «بررسی سلامت پرستاران» آغاز شد. شرکت‌کنندگان در این پروژه که حدود ۱۲۰۰۰۰ نفر بودند هر دو سال یک بار پرسش‌نامه‌ای درباره وضعیت سلامت و نیز عادات‌های غذایی خود پُر می‌کردند.

در سال ۱۹۹۴ پژوهشگران داده‌های جمع‌آوری شده را بررسی و کشف کردند که خطر دچار شدن به بیماری‌های قلبی در آن گروه از شرکت‌کنندگان که مقادیر زیادی چربی ترانس خورده‌اند، تقریباً دو برابر شرکت‌کنندگانی است که به مقدار اندک از چربی‌های ترانس استفاده می‌کنند.

چون داده‌های حاصل از پژوهش حاکی از وجود ارتباط بین چربی‌های ترانس و بیماری‌های قلبی بود، برخی از پژوهشگران نسبت به ارتباط بین چربی‌های ترانس و سلامت انسان مشکوک شدند.

در سال ۲۰۰۴ گروهی از پژوهشگران **مشاهده** کردند که در بافت‌های چربی بدن انسان آثاری از چربی‌های ترانس وجود دارد. مشاهدات منجر به این **پرسش** شد: آیا بافت چربی قلب بیماران که دچار سکته قلبی می‌شوند، با بافت چربی قلب افراد سالم تفاوت معنی‌داری دارد؟ **فرضیه** این پژوهشگران چنین بود: **پیش‌بینی** می‌شود مقدار چربی ترانس در قلب افرادی که دچار سکته قلبی شده‌اند، بیشتر از افراد سالم باشد.

نتایج حاصل از آزمایشات و مشاهدات صحت این پیش‌بینی را تایید کرد و بر همین اساس در برخی کشورها (مانند استرالیا و دانمارک) و برخی ایالت‌های امریکا عرضه چربی‌های ترانس ممنوع شد.

محدوده علوم تجربی

تأثیر علم بر انسان و جامعه انسانی و حتی بر طبیعت، بر کسی پوشیده نیست. گوشی تلفن همراه، خودرو، تلویزیون، دستگاه‌ها و تجهیزات پزشکی و هزاران دستگاهی که تقریباً هر روز از آن‌ها استفاده می‌کنیم، محصول علوم و فناوری‌ها هستند. علم می‌تواند در پیش‌بینی وضع هوا، در مبارزه با آفت‌های کشاورزی، یا در حفظ تنوع زیستی به ما کمک کند. راه‌سازی، ساختمان‌سازی و شهرنشینی بدون علم ممکن نیست و مبارزه با بیماری‌ها از راه علم امکان‌پذیر است.

ممکن است با مشاهده آثار علم این تصور در ذهن ما شکل بگیرد که علم به اندازه‌ای تواناست و گستردگی دارد که می‌تواند به همه پرسش‌های انسانی پاسخ دهد و همه مشکلات زندگی ما را حل کند. در حالی که این طور نیست. علم محدودیت‌هایی دارد و نمی‌تواند به بعضی از پرسش‌های ما پاسخ دهد، یا از حل برخی مسائل بشری ناتوان است.

دانشمندان و پژوهشگران علوم تجربی فقط در جست‌وجوی علت‌های پدیده‌های طبیعی و قابل مشاهده‌اند. بنابراین، می‌توان گفت که در علوم تجربی فقط ساختارها و یا فرایندهایی را بررسی می‌کنیم که برای ما قابل مشاهده‌اند؛ یعنی می‌توانیم آن‌ها را به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، مثلاً با کمک ابزارهایی مانند میکروسکوپ مشاهده کنیم و اندازه بگیریم. پس علم فقط آنچه را که قابل مشاهده و اندازه‌گیری است، در برمی‌گیرد؛ چون مشاهده اساس علوم تجربی است.

پژوهشگران علوم تجربی نمی‌توانند درباره زشتی و زیبایی، خوبی و بدی، ارزش‌های هنری و ادبی نظر بدهند. البته، آشکار است که این ناتوانی پژوهشگران به علت کم‌اهمیتی موضوع‌های اخلاقی آثار هنری و ادبی نیست؛ بلکه تحقیق و بحث در باره آن‌ها به هنرمندان، تاریخ‌شناسان، فیلسوفان و مانند آن‌ها نهاده شده است.

فعالیت

- دانشمندی در تلویزیون ادعا کرده است که درست نیست بگوییم «علم ثابت کرده است که شیر مایعی خوشمزه است». آیا این ادعا درست است یا نادرست؟

مرزهای حیات

زیست‌شناسی علم بررسی حیات است؛ اما حیات چیست؟ به بیان دیگر، تفاوت جانداران با موجودات غیرزنده در چیست؟ در ابتدا به نظر می‌رسد که پدیده حیات تعریفی ساده و کوتاه دارد؛ چون همه، حتی کودکان خردسال نیز سگ، حشره یا گیاه را زنده و سنگ را غیرزنده می‌دانند؛ اما در واقع، تعریف حیات بسیار دشوار است و شاید

حتی غیرممکن باشد. بنابراین، ناچار معمولاً به جای تعریف حیات، مشخصات جانداران را معرفی می‌کنیم. می‌توان گفت که جانداران همه این هفت ویژگی را با هم دارند (شکل ۱):

- **نظم و ترتیب:** همه جانداران سطوح متفاوتی از سازمان یابی را دارند و منظم اند .
- **حفظ حالت پایدار (هومئوستازی)** جاندار می تواند شرایط درونی پیکر خود را در حد ثابتی نگه دارد مثلاً "وقتی سدیم در خون افزایش یابد دفع سدیم از طریق ادرار زیاد می شود .
- **رشد و نمو:** جاندارن رشد و نمو می‌کنند و اطلاعات ذخیره شده در DNA الگوی رشد و نمو همه جانداران را تنظیم می‌کند؛
- **فرایند جذب و استفاده از انرژی:** جانداران انرژی می‌گیرند، از آن برای انجام فعالیت‌های زیستی خود استفاده می‌کنند و بخشی از آن را به صورت گرما از دست می‌دهند. ماهی خورک، ماهی می‌خورد و از انرژی آن برای پرواز، جست‌وجو و شکار ماهی استفاده می‌کند؛
- **پاسخ به محیط:** همه جانداران به محرک‌های محیطی پاسخ می‌دهند. مثلاً "ساقه گیاهان به سمت نور خم می‌شود .
- **تولیدمثل:** جانداران موجوداتی کم‌وبیش شبیه خود را به وجود می‌آورند. یوزپلنگ همی‌شه از یوزپلنگ زاده می‌شود؛
- **سازش با محیط –** جانداران ویژگی‌هایی دارند که به آنها برای سازش و ماندگاری در محیط کمک می‌کنند. مثلاً "همرنگ شدن راهبک‌ها (مانتیس‌ها) با محیط برای استتار

سطوح مختلف حیات

یکی از ویژگی‌های جالب حیات گستره وسیع آن است. شکل ۲ این گستره را نشان می‌دهد. بالای شکل، نمایی کلی از زیست‌کره نشان داده شده است. زیست‌کره شامل همه محیط‌های زیست‌کره زمین، از جمله خشکی‌ها، اقیانوس‌ها و دریاچه‌هاست. در سمت دیگر گستره، مولکول‌های شیمیایی زنده، مانند DNA نشان داده شده است. اگر به این تصویر دقت کنید، مشاهده خواهید کرد که برای ساخته شدن یک سلول زنده تعداد بسیاری مولکول، برای ساخته شدن یک بافت تعداد بسیاری سلول، برای ساخته شدن یک اندام تعدادی بافت و غیره لازم است.

شکل ۲- سطوح سازمان یابی

۱. زیست‌کره شامل همه جانداران و همه زیستگاه‌های زمین است.

۲. اکوسیستم شامل همه موجودات زنده یک مکان خاص و همه اجزای غیرزنده محیط زیست مانند خاک، آب و نور است که جانداران با آنها میان کنش دارند.
۳. همه جانداران در ناحیه جزر و مدی دریا (سوسمارها، خرچنگ‌های گرد، جلبک‌ها، باکتری‌ها و دیگران) در مجموع اجتماع نامیده می‌شوند.
۴. در هر اجتماع چند جمعیت گوناگون که گروه‌هایی از افراد یک گونه هستند که با هم تعامل دارند.
۵. جاندار مانند این سوسمار موجود منفردی است.
۶. بدن هر جاندار از چند دستگاه و هر دستگاه از چند اندام تشکیل شده است. مثلاً، دستگاه گردش خون سوسمار از قلب و رگ‌های خونی تشکیل شده است.
۷. هر اندام از چند بافت مختلف، مانند ماهیچه قلبی که در اینجا نشان داده شده است، تشکیل شده است. هر بافت گروهی از سلول‌های هم‌شکل است که کار خاصی انجام می‌دهند.
۸. سلول کوچک‌ترین واحدی است که همه ویژگی‌های حیات را دارد.
۹. اندام‌ها اجزای عملکردی سلول‌اند، مانند هسته که جایگاه DNA است.
۱۰. سلول از مولکول‌هایی تشکیل شده که این مولکول‌ها با هم در تعامل‌اند و به آن ویژگی‌هایی می‌دهند که در زیست‌شناسی مجموع آنها را حیات می‌نامیم.

سلول واحد ساختار و عمل

سلول مکان خاصی در سلسله مراتب سازمان‌دهی زیستی دارد: ویژگی حیات در این سطح پدیدار می‌شود. بنابراین، سلول پایین‌ترین سطح ساختاری است که همه فعالیت‌های زیستی در آن انجام می‌شود. بدن همه جانداران از سلول تشکیل شده است. سلول واحد تشکیل‌دهنده موجودات پرسلولی مانند انسان و درخت سرو است. سلول در همه حالات واحد ساختاری و عملی حیات است. توانایی آنها در تقسیم شدن و تولید سلول‌های جدید اساس تولیدمثل و رشد و نمو و ترمیم موجودات پرسلولی است. همه سلول‌ها ویژگی‌های مشترک دارند. مثلاً، همه غشایی دارند که عبور مواد را بین سلول و محیط اطراف تنظیم می‌کند. اطلاعات ژنی نیز در DNA همه سلول‌هاست.

یگانگی و گوناگونی حیات

تنوع از ویژگی‌های حیات و یکی از شگفتی‌های آفرینش است. به دور و بر خود توجه کنید. چند نوع گیاه مشاهده می‌کنید؟ چند نوع جانور می‌بینید؟ دنیای جانداران ذره‌بینی با چشم غیرمسلح برای ما نامرئی است؛ در حالی که تنوع این جانداران بسیار بیشتر از جانداران دیگر است.

زیست‌شناسان تاکنون میلیون‌ها گونه گیاه، جانور، جاندار تک‌سلولی و غیره شناسایی و نام‌گذاری کرده‌اند، اما معتقدند تعداد جاندارانی که هنوز شناخته نشده‌اند بسیار بیشتر از این است. زیست‌شناسان هر سال هزاران گونه جدید کشف می‌کنند. برآورد شده است که تعداد گونه‌های زندهٔ امروزی در حدود ۱۰ تا ۱۰۰ میلیون باشد. اگر حیات تا این اندازه متنوع است، پس زیست‌شناسان چگونه می‌توانند موارد مشترک آن‌ها را بیابند؟ مثلاً، درخت، قارچ چتری و انسان چه شباهت‌هایی باهم دارند؟ البته این سه جاندار شباهت‌های بسیاری باهم دارند. یکی از هدف‌های اصلی زیست‌شناسان مشاهدهٔ تنوع زیستی و در پی آن یافتن ویژگی‌های مشترک گونه‌های مختلف است. مثلاً، DNA که زبان جهان‌شمول ژنتیک است، یکی از شباهت‌های بین جانداران مختلف را تشکیل می‌دهد، یعنی در همهٔ جانداران وجود دارد و کار یکسانی انجام می‌دهد.

گفتار ۲ زیست‌شناسی امروز و فردا

موقعیت زیست‌شناسی امروز چگونه است؟ ظرفیت آن در چه حد است؟ به طور کلی زیست‌شناسی امروز در چه جایگاهی قرار گرفته، توان‌گره‌گشایی آن از مشکلات جامعهٔ امروز انسان در چه حد است و دورنمای آیندهٔ آن چگونه خواهد بود؟ در این گفتار می‌کوشیم به این پرسش‌ها پاسخ دهیم.

زیست‌شناسی جز' نگر و زیست‌شناسی کل نگر

جورچینی (پازلی) را در نظر بگیرید که از قطعات بسیار زیادی تشکیل شده باشد. ممکن است هر یک از قطعات آن به تنهایی بی‌معنی به نظر آید، اما اگر قطعه‌های آن را یکی‌یکی در جای درست در کنار همدیگر قرار دهیم، مشاهده می‌کنیم که اجزای جورچین کم‌کم نمایی بزرگ، کلی و معنی‌دار پیدا می‌کنند.

پیکر هر یک از جانداران نیز از اجزای بسیاری تشکیل شده است. هر یک از این اجزا بخشی از یک سامانهٔ بزرگ را تشکیل می‌دهد که در نمای کلی برای ما معنی پیدا می‌کند. به همین علت جانداران را نوعی سیستم پیچیده، یا سامانهٔ پیچیده می‌دانند که اجزای آن باهم ارتباط‌های چندسویه دارند. پیچیدگی این سامانه‌ها را وقتی بیشتر مشاهده می‌کنیم که ارتباط جاندار را با محیط‌زیست بررسی کنیم.

میان‌کنش اجزا در بدن جانداران به‌اندازه‌ای پیشرفته است که در هر سطح جدید ویژگی‌های جدیدی هم پدیدار شود. درست مانند اتم‌ها و ملکول‌ها هنگامی که با هم ترکیب می‌شوند. مثلاً می‌دانیم که ویژگی‌های آب با

ویژگی‌های دو نوع اتم تشکیل دهنده آن، یعنی اکسیژن و هیدروژن بسیار متفاوت است. به بیان دیگر آب ویژگی‌های جدیدی دارد که با ویژگی‌های دو نوع اتم تشکیل دهنده آن متفاوت است.

ویژگی‌های سامانه‌های پیچیده و مرکب را نمی‌توان فقط از طریق مطالعه اجزای سازنده آن‌ها توضیح داد. هر بافت هم چیزی بیش از مجموع سلول‌هاست و این موضوع در اندام، دستگاه و موجود نیز صادق است و تا سطح بیوسفر نیز ادامه دارد. هیچ‌یک از مولکول‌های تشکیل دهنده سلول به تنهایی زنده نیست. اگر مولکول‌های تشکیل دهنده سلول را بدون رعایت نظم و پیچیدگی سلولی، درون لوله آزمایشی بریزیم، آن لوله آزمایش زنده به شمار نخواهد آمد. پس می‌توان گفت که «کل چیزی بیشتر از اجتماع اجزاست».

فعالیت

- جورچین و سلول زنده هر دو از اجزای کوچک‌تری تشکیل شده‌اند که در نمای کلی معنی می‌دهند؛ اما بین جورچین و سلول زنده تفاوت بزرگی وجود دارد. این تفاوت چیست؟

تا قرن گذشته، بیشتر زیست‌شناسان به جای آنکه جانداران را به صورت کلی بررسی کنند، بخش‌های مختلف بدن را جداگانه بررسی می‌کردند و کمتر به برهم‌کنش و ارتباط میان اجزای بدن جانداران توجه می‌کردند. اگرچه زیست‌شناسان قدیم توانستند با **جزء‌نگری** بسیاری از ساختارها و فرایندهای زنده را بشناسند، اما نتوانستند تصویری جامع و کلی از جانداران نشان دهند.

زیست‌شناسان امروزی به این نتیجه رسیده‌اند که بهتر است برای درک سامانه‌های زنده جزء‌نگری را کنار بگذارند و بیشتر «**کل‌نگری**» کنند؛ تا بتوانند ارتباط‌های درهم‌آمیخته درون این سامانه‌ها را کشف و آن‌ها را در تصویری بزرگ‌تر و کامل‌تر مشاهده کنند.

نگرش بین‌رشته‌ای

زیست‌شناسان امروزی برای کل‌نگری به سامانه‌های زنده، نه فقط ارتباط‌های بین سطوح مختلف سازمانی سامانه‌های زنده را بررسی می‌کنند، بلکه برای شناخت هر چه بیشتر آن‌ها از اطلاعات رشته‌های دیگر علوم تجربی، علو رایانه، فنی و ریاضی نیز کمک می‌گیرند.

نگرش‌ها، روش‌ها و ابزارهای زیست‌شناسان پس از شناخت ساختار مولکول DNA (سال ۱۹۵۳) متحول شد. این تحول سبب شد که علم زیست‌شناسی به رشته‌ای مترقی، توانا، پویا و هم‌چنین امیدبخش تبدیل شود؛

به‌گونه‌ای که انتظارات جامعه از زیست‌شناسان نسبت به دهه‌ها و سده‌های قبلی بسیار افزایش یابد. امروزه در پیشرفت علم زیست‌شناسی فناوری‌ها و علوم نوین نقش مهمی دارند که در ادامه به آن‌ها می‌پردازیم.

فناوری‌های نوین

فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی: امروزه بیشتر از هر زمان دیگر به جمع‌آوری، بایگانی و تحلیل داده‌ها و اطلاعات حاصل از پژوهش‌های زیست‌شناختی نیاز داریم؛ مثلاً در برخی از پروژه‌های اخیر شناسایی مجموعه ژن‌های جانداران، چندین ترابایت (هر ترابایت = یک تریلیون بایت) داده تولید می‌شود که باید ذخیره، تحلیل و پردازش شوند. شناسایی مجموعه ژن‌های هر جاندار میلیاردها میلیارد واحد اطلاعاتی به دست می‌دهد. تنظیم و نگارش این حجم از اطلاعات و انتشار آن‌ها به صورت چاپی میسر نیست. ناگزیر باید این اطلاعات و تحلیل آن‌ها را به رایانه‌های پرظرفیت و پرسرعت سپرد. تبدیل داده‌های حاصل از این شناسایی به صورت دیجیتال و انتشار و تبادل سریع این داده‌های دیجیتال، بدون استفاده از علوم و فناوری‌های مختلف و بدون وجود برنامه‌های رایانه‌ای و نیز رایانه‌هایی که می‌توانند مقادیر بسیار زیادی از داده‌ها را در مدتی کوتاه تحلیل کنند، میسر نیست. دستاوردها و تحولات بیست‌ساله اخیر فناوری اطلاعات و ارتباطات در پیشرفت زیست‌شناسی تأثیرهای بسیاری داشته است. این فناوری‌ها امکان انجام محاسبات را در کوتاه‌ترین زمان ممکن فراهم کرده‌اند. (شکل مقایسه ای با حافظه کوچک چند ترابیتی)



شکل . انتقال حافظه ۵ مگابایتی شرکت آی بی ام، پیشرفته ترین سخت افزار روز جهان در سال ۱۹۵۶. این حافظه را از نظر اندازه، ظرفیت و قیمت با حافظه های امروزی مقایسه کنید.

- مشاهده مستقیم سلول های زنده، جانداران و بوم سازگان ها: تا چندی پیش برای مشاهده سلول ها لازم بود نخست سلول را بکشند و سپس رنگ آمیزی کنند تا بتوانند اجزای درون آن را ببینند؛ در حالی که امروزه روش های مختلف و کارآمدی برای مشاهده سلول های زنده وجود دارد. امروزه می توان از اشیایی در حد چند آنگستروم یا حتی کوچک تر تصویربرداری کرد. می توان جایگاه سلول ها را درون بدن شناسایی کرد؛ حتی می توان مولکول هایی مانند پروتئین های را در سلول های زنده شناسایی و ردیابی کرد. اخیراً برای مشاهده تومورهای درون بدن جانوران نیز از کاوشگرها استفاده می کنند.

تصویر مقایسه ای از توانایی های میکروسکوپ های قدیم و جدید همراه با مقیاس

از سوی دیگر، مدتی است که با کمک ماهواره ها و دوربین ها از بوم سازگان ها و جانداران از فاصله دور تصویربرداری می کنند و از این فناوری ها به ویژه برای پایش و تولید پایدار محصولات کشاورزی، دیدبانی محیط زیست، بررسی و ردیابی جمعیت های جانداران در بوم سازگان ها و در نتیجه شناخت بهتر جانداران ناقل بیماری و حفظ سلامت انسان کاربرد دارند.

تصویر ماهواره ای از جنگل هی گلستان کتاب پایش دانشگاهی یا تصویر مشابه

فناوری های دارای توان عملیاتی زیاد: فناوری های شناسایی ساختار DNA و پروتئین ها پیشرفت های بسیار کرده اند. به خاطر دارید که ژن ها دستور هایی برای ساختن پروتئین ها دارند . تعیین نقشه ژنی کامل افراد یا تعدادی از ژن ها، در پزشکی شخصی کاربرد زیادی دارد. امروزه با استفاده از روش های نوین حتی امکان شناسایی چند صد نسخه از هر پروتئین در هر سلول به وجود آمده است. زیست شناسان توانسته اند با کمک این روش ها تاکنون صدها مجموعه پروتئینی را در جانداران ساده ای مانند مخمرها و باکتری ها پیدا کنند. این روش اکنون در حال گسترش به انسان است.

- مهندسی سامانه های زنده: کشت سامانه های زنده در آزمایشگاه به گونه ای که بتوانند در آن به آسانی رشد و تولید مثل کنند و محصولات دلخواه ما را به حداکثر تولید کنند، مهندسی سامانه های زنده نام دارد. پیشرفت های فنی اخیر در تولید مواد و ابزارهای مربوطه کارها را بسیار آسان کرده است. سامانه های پرورش

ماده‌زنده عموماً برای پرورش سلول‌ها، میکروب‌ها، گیاهان یا جانوران طراحی می‌شوند، اما تولید سامانه‌هایی برای پرورش بافت‌ها و اندام‌ها از اقدامات بعدی طراحی مهندسی سامانه‌های زنده است. مهندسی سامانه‌های زنده نخستین بار در سال‌های دهه ۱۹۷۰ و سپس در سال‌های دهه ۱۹۸۰ با تولید رآکتورهایی برای کشت سلول‌های جانوری و باهدف تولید پروتئین‌های دارویی و مولکول‌های غیرپزشکی، مانند پلی‌مرها گسترش یافت. این رآکتورها شامل دستگاه‌های پایش و پردازش‌اند که شرایط محیطی را شناسایی می‌کنند و همواره رآکتور را در وضعیت مطلوب نگه می‌دارند. بیشتر این رآکتورهای زیستی محدود به انواعی از سلول‌ها هستند که مواد دلخواه ما را تولید می‌کنند.

علوم نوین

- زیست‌شناسی سامانه‌ای: سامانه‌های زیستی معمولاً متشکل از هزاران و بلکه میلیون‌ها جزء در هم تنیده‌اند. عملکرد هر یک از این اجزا معمولاً به تنهایی و جدا از سامانه قابل شناسایی و درک نیست. از این رو، مطالعه این سامانه‌ها نیاز به جمع‌آوری گسترده اطلاعات و تحلیل آن به صورت کلی و نه جزء به جزء دارد. مثلاً، می‌تواند شبکه‌ارتباطی بین ده‌ها، یا صدها پروتئین و ژن‌های مربوطه را مورد بررسی قرار داد. پیشرفت‌های عمده اخیر در فناوری امکان چنین پژوهش‌هایی را فراهم آورده است. در این شاخه از زیست‌شناسی، عمدتاً برای تحلیل داده‌ها از روش‌های مرسوم در علوم محاسباتی استفاده می‌شود. در بسیاری از موارد، این روش‌ها منجر به کشف پدیده‌های جدید در زیست‌شناسی می‌شوند.
- زیست‌شناسی سامانه‌ای - رایانه‌ای در واقع ترکیبی از دو شاخه زیست‌شناسی سامانه‌ای و زیست‌شناسی رایانه‌ای است و به همین علت شاخه‌ای میان-رشته‌ای محسوب می‌شود. دانشمندان و پژوهشگران این شاخه تلاش می‌کنند به زیست‌شناسی سامانه‌ها بپردازند. اهمیت این رشته به طور مداوم در بخش‌های دیگر زیست‌شناسی از جمله سلولی مولکولی، ژنتیک، زیست‌شناسی گیاهی و جانوری، تکاملی و علوم پزشکی در حال افزایش است. در دانشگاه‌های مهم دنیا، این رشته در حال گسترش است و بسیاری از این دانشگاه‌های جهان در حال حاضر این رشته را در مقطع دکتری ارائه می‌کنند. پژوهشگرانی از رشته ریاضی، فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و علوم کامپیوتر در این دانشکده‌ها فعال‌اند و سالانه هزاران مقاله در نشریات معتبر بین‌المللی منتشر می‌کنند. این رشته به طور خاص می‌تواند برای انجام پژوهش در کشور ما مناسب باشد. از این جهت که پژوهشگر نیاز به و سائل آزمایشگاهی گران‌قیمت ندارد. مثلاً، نقشه ژنوم انسان و بسیاری دیگر از جانداران به صورت رایگان در اینترنت موجود است. هر دانش‌آموز می‌تواند با طرح سوال یا وارد کردن کلمات کلیدی پاسخ‌سئالاتی ساده یا حتی پیچیده در مورد ژنوم انسان را دریابد. هم‌چنین، نشریه معتبر نیچر (nature)، در یک

وبگاه هر هفته چندین مجموعه داده را به طور رایگان در دسترس عموم قرار می دهد. دانش آموزان و دانشجویان می توانند این داده ها را که به سادگی و به صورت رایگان در اینترنت قابل دسترسی اند، مطالعه و در صورت کشف نتایج جدید، از آن ها برای نوشتن مقالات علمی استفاده کنند. تنها ابزار مورد نیاز برای مطالعه این اطلاعات، دانش، پشتکار و یک رایانه خانگی است.

میانجی بین مغز و ماشین (شکل نوجوان در جام جهانی برزیل ۲۰۱۴)

در سال ۲۰۰۳ دانشمندان الکترودهایی در مغز چند میمون کار گذاشتند و سپس الکترودها را به دستگاهی به نام دستگاه میانجی متصل و دستگاه میانجی را به بازویی مصنوعی مرتبط کردند. وقتی این میمون ها اراده می کردند بازوی خود را حرکت دهند، بازوی رباتی حرکت می کرد.

میانجی های بین مغز و ماشین امکان ارتباط مغز و سامانه هایی را که خارج از بدن جانوران قرار دارند، برقرار می کنند. در سال ۲۰۰۸ دانشمندان برای نخستین بار گزارش دادند که سیگنال های مغزی منطقه ای از مغز میمون که حرکات راه رفتن را کنترل می کند، می توانند رباتی را روی دستگاه تردمیل حرکت دهند. دانشمندان عقیده دارند که این فناوری برای کسانی که دچار فلج هستند یا نمی توانند حرکات بدن خود را کنترل کنند، بسیار مفید خواهد بود.

در مراسم گشایش جام جهانی فوتبال ۲۰۱۴ در برزیل نوجوانی که از هر دو پا فلج بود، توانست با کمک این فناوری از صندلی چرخ دار خود بلند شود و با لگدزدن به توپ، آن را به حرکت درآورد.

زیست شناسی مصنوعی: زیست شناسی مصنوعی از علوم بین رشته ای دیگری است که استفاده از مهندسی را در زیست شناسی نشان می دهد. زیست شناسی مصنوعی موضوع های مختلفی، مانند زیست فناوری، زیست شناسی مولکولی، زیست شناسی سامانه ها، مهندسی رایانه و مهندسی ژنتیک را به هم مرتبط می کند. زیست شناسان مصنوعی سامانه های زنده را به قصد کاربرد بهینه اصلاح می کنند، یا می کوشند سامانه هایی طراحی و اجرا کنند که به طور طبیعی یافت نمی شوند. طراحی و تولید آنزیم هایی با کارایی بهینه و کاربرد آن ها در سلول ها یا برای تولید مواد پاک کننده، یا مواد لبنی بدون لاکتوز یکی از نمونه های این علم است.

در زیست‌شناسی مصنوعی اجزای تشکیل‌دهنده ماده‌زنده و راه‌های ارتباط و اتصال این اجزا با یکدیگر را بررسی می‌کنند. سپس سعی می‌کنند آن را ارتقا بدهند و به سیستمی کارآمد تبدیل کنند.

رعایت اخلاق زیستی در زیست‌شناسی مصنوعی اهمیت فراوان دارد. پرسش‌هایی از قبیل چه کسی باید محصولات زیست‌شناسی مصنوعی را نظارت، بررسی و ارزیابی کند و چه کسانی باید از دستاوردهای آن استفاده کنند، هنوز بی‌پاسخ مانده‌اند.

گفتار سوم

زیست‌شناسی در خدمت جامعه انسانی

گفته می‌شود که هم‌اکنون حدود یک میلیارد نفر در جهان از گرسنگی و سوءتغذیه در رنج‌اند. به‌علاوه، پیش‌بینی شده است که رقم گر سگان در سال ۲۰۳۰ به حدود ۴/۸ میلیارد نفر برسد. چگونه غذای سالم و کافی برای جمعیت‌های رو به افزایش انسانی فراهم کنیم؟

بعضی از بوم‌سازگان‌های زمین در حال تخریب و نابودی‌اند. اصولاً چگونه از بوم‌سازگان‌ها حفاظت و بوم‌سازگان‌های آسیب‌دیده را ترمیم و بازسازی کنیم؟

سوخت‌های فسیلی یا انرژی‌های تجدیدناپذیر، مانند نفت و گاز و بنزین و گازوئیل تمام‌شدنی هستند، هوا را آلوده می‌کنند، باعث گرمایش زمین می‌شود و به علاوه، استخراج آن‌ها باعث تخریب محیط زیست می‌شود. چگونه از کاربرد انرژی‌های فسیلی بکاهیم و در عوض، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی‌های آب‌های روان، باد، خورشید، زمین‌گرمایی و سوخت‌های زیستی را افزایش دهیم؟

حفظ سلامت و درمان بیماری‌ها نیز یکی از مشکلات جامعه انسانی است. چه راه‌هایی برای حفظ سلامت وجود دارد و راه‌های اصولی و اساسی درمان بیماری‌ها کدام‌اند؟

کارشناسان و پژوهشگران مسائل علمی – اجتماعی با توجه به توانایی‌های علم زیست‌شناسی، انتظار دارند زیست‌شناسان در حل همه این مسائل جامعه‌بشری مشارکت جدی داشته باشند.

▪ زیست‌شناسی و تأمین غذای سالم و کافی برای جمعیت‌های رو به افزایش انسانی

یکی از راه‌های به‌دست آوردن غذای بیشتر و بهتر، شناخت بیشتر گیاهان است. می‌دانیم غذای انسان به طور مستقیم یا غیرمستقیم از گیاهان به دست می‌آید. پس شناخت بیشتر گیاهان یکی از راه‌های تامین غذای بیشتر و بهتر است.

مثلاً می‌دانیم که یکی از ویژگی‌های گیاهان خودرو آن است که به محیط‌های زیست مختلف سازگارند و می‌توانند در محیط‌ها و اقلیم‌های مختلف به‌آسانی برویند، به‌طور سریع رشد و زادآوری کنند و در مدتی نسبتاً کوتاه به تولیدکنندگی بسیار زیاد برسند و دانه و میوه تولید کنند. امروزه می‌توان ژن‌های دلخواه را شناسایی، از این گیاهان استخراج و با فنون مهندسی ژنتیک به DNA گیاهان زراعی منتقل کرد. می‌توان به این طریق بسیاری از سازوکارهای مولکولی مربوط به سرعت رشد، کیفیت و کمیت محصول را به شکل دلخواه تغییر داد.

جاندارانی که ژن‌های افراد گونه‌ای دیگر را در خود دارند، جانداران **تراریخت** نامیده می‌شوند. امروز انتقال ژن از یک جاندار به جاندار دیگر با کمک فنون مهندسی ژنتیک چندان مشکل و دور از دسترس نیست. مهندسان ژنتیک حتی می‌توانند ژن‌های انسانی را به گیاهان، جانوران دیگر یا حتی باکتری‌ها وارد کنند.

البته، باید تأکید کنیم که تولید، پرورش و گسترش جانداران تراریخت و محصولات آن‌ها، مانند آنچه درباره‌ی زیست‌شناسی مصنوعی گفتیم، تابع قوانین اخلاق زیستی است که باید رعایت شوند.

یکی دیگر از راه‌های افزایش کمیت و کیفیت غذای انسان شناخت روابط بین گیاهان زراعی و محیط زیست است. گیاهان زراعی مانند همه‌ی جانداران دیگر در محیطی پیچیده، شامل عوامل نازیستی مانند دما، رطوبت و نور و عوامل زیستی شامل انواع ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها، حشرات و مانند آن‌ها رشد می‌کنند و محصول می‌دهند. بنابراین، شناخت بیشتر تعامل‌های سودمند یا زیان‌مند بین این عوامل و گیاهان، به افزایش محصول کمک می‌کند. به‌علاوه، معلوم شده است که اجتماع‌های پیچیده‌ی میکروبی موجود در خاک نقش‌های مهمی در تهیه‌ی مواد مغذی و حفاظت گیاهان در برابر آفت‌ها و بیماری‌ها دارند. شناخت این اجتماع‌های میکروبی به یافتن راه‌هایی برای افزایش تولیدکنندگی گیاهان کمک می‌کند. برای بهبود مقاومت گیاهان به بیماری‌های گیاهی ویروسی، باکتریایی و قارچی و نیز برای مقابله با حشرات آفت نیز از مهندسی ژنتیک استفاده می‌کنند.

▪ **زیست‌شناسی و حفاظت از بوم‌سازگان‌ها، ترمیم و بازسازی بوم‌سازگان‌های آسیب‌دیده**

انسان جزئی از شبکه‌حیات است و لذا نمی‌تواند بی‌نیاز و جدا از موجودات زنده‌دیگر و در تنهایی به زندگی ادامه دهد. به‌طور کلی منابع و سودهایی را که مجموع موجودات زنده‌هر بوم‌سازگان در بر دارند، **خدمات بوم‌سازگان** می‌نامند. میزان خدمات هر بوم‌سازگان به تولیدکنندگی گیاهان بستگی دارد. پایدار کردن بوم‌سازگان‌ها به‌طوری‌که حتی در صورت تغییر اقلیم تغییر چندانی در مقدار تولیدکنندگی آن‌ها روی ندهد، موجب ارتقای کیفیت زندگی انسان می‌شود.

برای حفاظت از بوم‌سازگان‌های طبیعی به چند چیز نیاز داریم: یکی دانش، دیگر توسعه نسل جدیدی از ابزارها و فناوری‌ها به منظور شناخت هر چه بیشتر کارکردهای بوم‌سازگان‌ها، اندازه‌گیری خدمات

شکل دریاچه ارومیه: یکی از بوم‌سازگان‌های آسیب‌دیده ایران است که به‌تازگی کوشش‌هایی برای ترمیم و بازسازی آن در حال انجام است. این دریاچه بزرگ‌ترین دریاچه داخلی ایران است و در سال ۱۳۵۲ در فهرست پارک‌های ملی ایران به ثبت رسید. پارک ملی دریاچه ارومیه، از زیستگاه‌های طبیعی ایران است.

دریاچه ارومیه چندین سال است که در خطر خشک شدن قرار گرفته است. بررسی تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که این دریاچه تا ۱۳۹۴ حدود ۸۸ درصد مساحت خود را از دست داد. خشک سالی، بی‌توجهی به قوانین طبیعت، احداث بزرگراه روی دریاچه، استفاده غیرعلمی از آب‌های رودخانه‌هایی که به این دریاچه می‌ریزند و سدسازی در مسیر این رودها از عوامل این خشکی هستند. زیست‌شناسان با استفاده از اصول علمی بازسازی بوم‌سازگان‌ها راهکارهای لازم را برای احیای آن ارائه کرده‌اند و امید دارند که در آینده از نابودی این میراث طبیعی جلوگیری کنند.

شکل ماهواره ای دریاچه ارومیه مقایسه ای سال با سال.....

▪ زیست‌شناسی و تأمین انرژی‌های تجدیدپذیر

نیاز مردم جهان به انرژی در حال افزایش است. انتظار می‌رود این نیاز تا سال ۲۰۳۰ حدود ۶۰ درصد افزایش یابد. بیش از سه‌چهارم نیازهای انرژی‌کنونی جهان از منابع فسیلی تأمین می‌شود؛ اما می‌دانیم که سوخت‌های فسیلی موجب افزایش کربن‌دی‌اکسید جو، آلودگی هوا و درنهایت باعث گرمایش زمین می‌شوند. از سوی دیگر، محیط‌زیست از استخراج سوخت‌های فسیلی و نیز از آلودگی‌های حاصل از سوخت آن‌ها آسیب می‌بیند. بدین لحاظ، انسان باید در پی منابع پایدار، مؤثرتر و پاک‌تر انرژی

برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی باشد. زیست‌شناسان می‌توانند به بهبود و افزایش تولید سوخت‌های زیستی کمک کنند.

انسان‌های اولیه با سوزاندن چوب و برگ درختان انرژی به دست می‌آوردند؛ اما زیست‌شناسان امروزی کاربردهای مؤثرتری برای چوب و برگ گیاهان سراغ دارند. می‌دانیم که گیاهان منابع سلولزند. زیست‌شناسان می‌کوشند سلولز را به سوخت‌های دیگر تبدیل کنند. آنان این کار را به چند روش انجام می‌دهند. انتخاب مصنوعی گیاهانی که مقدار بیشتری سلولز تولید می‌کنند، مهندسی کردن ژن‌های این گیاهان برای رشد بیشتر با انرژی، آب و کود کمتر و فراهم کردن آنزیم‌های مهندسی‌شده برای تجزیه‌بهرتر سلولز از آن جمله‌اند.

▪ زیست‌شناسی و سلامت انسان

می‌دانیم که هر فرد انسان در محیطی خاص رشد می‌کند و ترکیب ژنی خاص و منحصربه‌فردی دارد. تعامل این دو، یعنی ترکیب منحصربه‌فرد محیط هر فرد و ژن‌های او وضعیت سلامت او را تعیین می‌کنند.

حتماً مشاهده کرده‌اید که برخی داروها بعضی بیماری‌ها را در برخی افراد به‌آسانی درمان می‌کنند، درحالی‌که همان داروها در بعضی دیگر از انسان‌ها نه‌تنها بر همان بیماری مؤثر نیستند، بلکه اثرهای جانبی خطرناک هم بر جای می‌گذارند.

پزشکی شخصی با توجه به ژن‌های هر فرد و محیط‌زیست او صورت می‌گیرد. به بیان دیگر، دستورهای پزشکی برای هر فرد انسانی باید منحصر به همان فرد باشد. برای پزشکی شخصی شناسایی ژن‌های افراد لازم است.

اطلاعات و نقشه‌ی همه‌ی فرایندهای زیستی هر فرد در ژن‌های او موجود است محیط‌زیست و ژن‌های اجتماع‌های پیچیده‌ی میکروبی که درون و روی بدن ما زندگی می‌کنند نیز بر سلامت ما اثر دارند. انبوهی از یافته‌ها درباره‌ی تأثیر این اجتماعات میکروبی بر سلامت انسان، شناخت ما را از سلامت و چگونگی حفظ آن دگرگون کرده است. آشکار شده است که برای شناخت واقعی سلامت انسان شناخت ژن‌های انسان کافی نیست، بلکه برای این کار به شناخت ژن‌های همه‌ی میکروب‌های محیط‌زیست نیز احتیاج داریم.

شگفت‌آور است که شمار میکروب‌های بدن یک انسان سالم و عادی بیش از ده برابر شمار سلول‌های بدن او است. این میکروب‌ها عملکردهای اساسی بسیاری دارند. مثلاً میکروب‌های موجود در روده‌ی انسان

ویتامین می‌سازند و نیز کربوهیدرات‌های پیچیده را گوارش می‌دهند. علاوه بر این وجود اجتماعات میکروبی در هر قسمتی از بدن مانع از دیاد میکروب‌های خطرناک می‌شوند.

بیشتر بدانید

نانوفناوری: شبکیه مصنوعی

بیماری تحلیل شبکیه چشم یکی از علت‌های نابینایی در کهن سالان است. در این بیماری که ممکن است از سن ۶۵ سالگی به بعد در افراد ظاهر شود، سلول‌های حساس به نور در شبکیه به تدریج از بین می‌روند یا کارکرد درست خود را از دست می‌دهند.

شبکیه مصنوعی برای کمک به این بیماران ساخته شده است. می‌دانیم که نورون‌های مسئول درک نور در شبکیه جای دارند. می‌توان آن‌ها را به الکترودها متصل کرد. ریز تراشه‌هایی شامل مجموعه میله‌های منظم از سلول‌های میکروسکوپی خورشیدی که می‌توانند نور را به تکانه‌های الکتریکی تبدیل کنند، در چشم این نوع بیماران جای داده شده است. در نتیجه، بیمارانی که نابینا بودند، توانسته‌اند با ۶۰ ردیف از این الکترودها اشیا را ببینند و خطوط درشت روزنامه‌ها را بخوانند.