

زیست‌شناسی

رشد آموزش

۱۱۲

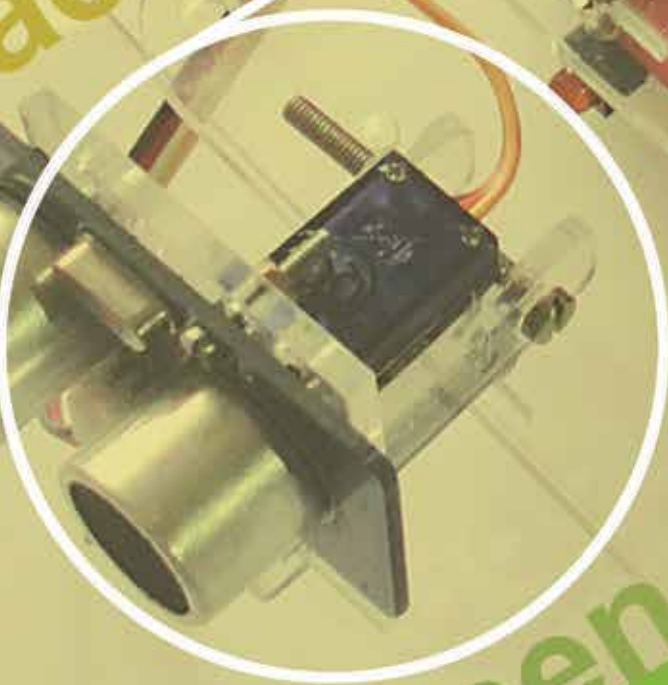
فصلنامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی | برای معلمان، دانش‌جو معلمان
و کارشناسان وزارت آموزش و پرورش
دوره سی و چهارم | شماره ۳ | بهار ۱۴۰۰ | ۴۸ صفحه | ۴۹۵۰۰ ریال
w w w . r o s h d m a g . i r

- آسیب‌شناسی روش‌های تدریس زیست‌شناسی در مدارس ایران
- SARS-CoV-2 عالم‌گیری و ویروس
- بازآفرینی بدن انسان
- در آغوش چالش، نگاهی به چگالی
- درس زیست‌شناسی از منظر فلسفه و تاریخ علم
- پاسخ‌های تحلیلی به پرسش‌های المپیاد زیست‌شناسی



ربات دانش آموزی از کرم گرد «سینورابدیتیس الگانس» مغز کرم «سینورابدیتیس الگانس» (Caenorhabditis elegans)

دقیقاً ۳۰۲ سلول دارد که در یک دیاگرام اتصالات
جامع است که نقشه برداری شده است. این کانکتوم نقشه‌ای
نشان می‌دهد. پژوهشگران پروژه «اوپن وُرم» در تلاش
برای شبیه‌سازی مجازی این کرم و ایجاد یک نسخه مجازی
از آن، نورون‌های آن را به یک برنامه رایانه‌ای که یک روبات
کوچک را هدایت می‌کند، این ربات هنگام اجرا، حرکات کرم
گرد واقعی را به گونه‌ای تعجب‌آور شبیه‌سازی می‌کند. صفحات
۱۶ تا ۲۱ را بخوانید.



زیست شناسی ۱۱۷

فصلنامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی برای معلمان، دانشجو معلمان و کارشناسان وزارت آموزش و پرورش | دوره سی و چهارم | شماره ۳ | بهار ۱۴۰۰



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
دفتر انتشارات و فناوری آموزشی

مدیر مسئول: محمد ابراهیم محمدی

سر دبیر: محمد کرام الدینی

مدیر داخلی: الهه علوی

هیئت تحریریه (به ترتیب الفبا):

دکتر عباس اخوان سپهری، سید علی آل محمد،

دکتر علیرضا ساری، دکتر نظام جلیلیان،

الهه علوی، دکتر شهریار غریب زاده و

دکتر حسین لاری یزدی

مدیر هنری: کورش پارسا نژاد

طراح گرافیک: نگین حاج زوار

نشانی پستی دفتر مجله:

تهران، صندوق پستی: ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵

تلفن: ۵۷-۸۸۸۴۳۲۵، داخلی ۲۴۱

وبگاه: www.roshdmag.ir

mag.roshd.ir/zist

پیام نگار: zistshenasi@roshdmag.ir

karamudini@gmail.com

پيامك: ۳۰۰۰۸۹۹۵

نشانی امور مشتریان:

تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۶

تلفن امور مشتریان:

۰۲۱-۸۸۸۶۷۳۰۸

چاپ: شرکت افست

شمارگان: ۲۳۰۰

❖ یادداشت سردبیر / درنگ کردم/ محمد کرام الدینی/ ۲

❖ نقد و نظر / در آغوش چالش، نگاهی به چگالی درس زیست شناسی از منظر فلسفه و تاریخ علم/

محمد معصومی/ ۴

❖ نقد و نظر / آسیب شناسی روش های تدریس زیست شناسی در مدارس ایران/ رضا مقدسی/ ۸

❖ گفت و گو/ عالم گیری و ویروس SARS-Cov-2/ گفت و گو با دکتر احمد شهاب الدین پاریزی/ ۱۲

❖ مرزهای نو/ باز آفرینی بدن انسان/ ترجمه و اقتباس محمد کرام الدینی/ ۱۶

❖ پروژه هایی برای دانش آموزان/ زیست فناوری در کلاس درس/ ترجمه مهرگان روزبه/ ۲۲

❖ کندوکاو/ تمایز جنسی مغز/ رضا مقدسی/ ۲۶

❖ پژوهش های دانش آموزی/ تأثیر نورهای مصنوعی لامپ ها بر میزان رشد باکتری ها/ رضا حقگوپی،

یوسف عزیز کلاتری، عزیز غدار/ ۳۱

❖ تنوع زیستی/ گیاهان دامنه جنوبی ارتفاعات البرز مرکزی، شمیرانات ورود بار قصران/ راحله درزی/ ۳۲

❖ در کلاس درس/ پاسخ های تحلیلی به پرسش های المپیاد زیست شناسی/ امیرحسین زارع مهدیه/ ۳۶

❖ گفت و گو/ از مرگ نمی هراسم/ ترجمه فریده نعمت الهی/ ۴۲

❖ کوتاه و خواندنی/ یافتن گیرنده های بو روی زبان/ ترجمه مهسا حیدری/ ۴۸

❖ فصلنامه رشد آموزش زیست شناسی در جهت ایجاد زمینه مناسب برای تقویت مهارت ها و صلاحیت های حرفه ای معلمان، کمک به ارتقای دانش معلمان در زمینه اصول و مبانی آموزش و پرورش؛ معرفی راهبردها، رویکردها و روش های آموزش زیست شناسی، کمک به ارتقای دانش معلمان نسبت به برنامه درسی، ایجاد زمینه مناسب برای هم اندیشی و تبادل نظر بین معلمان، کارشناسان و برنامه ریزان درسی برای بهبود یا رفع تنگنای آموزش، آشنا کردن معلمان با تازه ترین دستاوردهای علمی در زمینه زیست شناسی، افزایش آگاهی های معلمان درباره رخدادهای علمی - آموزشی زیست شناسی در ایران و جهان و آشنایی بیشتر معلمان با مهم ترین مسائل موجود در زمینه های علمی - آموزشی منتشر می شود.

❖ فصلنامه رشد آموزش زیست شناسی نوشته ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت به ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط با موضوع فصلنامه باشند، می پذیرد. در صورتی که مایل به ارسال مقالات خود برای این فصل نامه هستید، خواهشمند است در تهیه مقالات از راهنمای تألیف یا ترجمه مقالات استفاده کنید. می توانید راهنمای تألیف یا ترجمه مقالات برای فصلنامه رشد آموزش زیست شناسی را از این نشانی دریافت کنید:

<https://mag.roshd.ir/zist/WritingRules>

می توانید نوشته های خود را با پست به صندوق پستی مجلات رشد، یا با رایانامه (E-mail) اختصاصی فصلنامه ارسال کنید. نشانی صندوق پستی و پست الکترونی در همین صفحه درج شده است. نشر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد. مؤلف با مترجم موظف است در انتخاب واژه های علمی و فنی دقت لازم را مبذول کند. در متن های ارسالی باید تا حد امکان از معادل های فارسی واژه ها و اصطلاحات استفاده کنید. مقاله های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز باید پیوست مقاله باشد. پانوشته ها، پی نوشت ها و منابع باید کامل باشند. منابع باید شامل نام نویسنده، سال انتشار، نام اثر، نام مترجم، محل نشر، ناشر، و شماره صفحه مورد استفاده باشد. فصلنامه در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله های رسیده مختار است. فصلنامه از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی شوند، معذور است. آرای مندرج در مقاله ها، ضرورتاً تأیید نظرهای مسئولان فصلنامه و دفتر انتشارات فناوری آموزشی نیست و مسئولیت پاسخ گوئی به پرسش های خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.



شرح عکس روی جلد:

گل آفتاب پرست

(*Heliotropium europaeum* L.)

عکس از راحله درزی



کلیدواژه‌ها
آموزش زیست‌شناسی،
معلم زیست‌شناسی

درنگ کردم

به هرکار بهتر
درنگ از شتاب

فردوسی

پیش از آنکه پا به درون کلاس درس بگذارم، لحظه‌ای درنگ کردم و از خود پرسیدم و پاسخ دادم:

● من که هستم؟ به کجا می‌روم؟ با چه کسانی سروکار خواهیم داشت؟ چه وظیفه‌ای در قبال آنان دارم؟

● من معلم زیست‌شناسی هستم. به کلاس درس می‌روم تا اهداف رشته زیست‌شناسی را محقق کنم؛ یعنی زیست‌شناسی را به بهترین روش به دانش‌آموزان نوجوانم بیاموزم؛ به گونه‌ای که با علم و تفکر علمی بیشتر آشنا شوند، تا آنجا که ممکن است درکی عمیق، پایدار و گسترده از جهان زنده پیرامون خود به دست آورند و نیز بر علاقه‌مندی آنان به علم و به‌ویژه به زیست‌شناسی افزوده شود.

● ولی این اهداف رشته زیست‌شناسی آرمانی‌اند؛ در حالی که تو در دنیای واقعی عمل می‌کنی. در دنیای واقعی دشواری‌های بسیاری سر رهاست سبز می‌شوند. تازه، بر فرض هم توانستی چنین کنی؛ آیا همین کافی است؟ آیا به کلاس درس نمی‌روی تا به دانش‌آموزانت یاری برسانی که وارد رشته‌های محبوب دانشگاهی شوند و به آرزوی خود برسند؟

● اگر قرار باشد همه به دانشگاه بروند و در یک رشته تحصیل کنند، البته، چرانه؟

● اما می‌دانیم که این طور نیست! به علاوه، از مهم‌ترین هدف‌های آموزش متوسطه آماده کردن دانش‌آموزان برای زندگی در جامعه اسلامی است؛ اگر بخواهی فقط روی دانستنی‌هایی علمی متمرکز شوی که در آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها کاربرد دارند، پس اهداف آموزش چه می‌شوند؟ مهارت‌های زندگی، توانایی تحلیل و ارزیابی الگوها و روابط حاکم بر پدیده‌های انسانی و طبیعی؛ کار مشارکتی در مدرسه؛ بررسی اندیشه‌ها و یافته‌های علمی و فناوری؛ رعایت اخلاق علمی؛ کسب سواد علمی-فناورانه؛ شناسایی معیارهای زندگی سالم؛ مسئولیت‌پذیری در قبال سلامت و بهداشت جامعه؛ شناسایی معیارهایی برای حفظ محیط زیست؛ شناسایی الگوها و روابط حاکم بر پدیده‌ها؛ توانایی حل مسائل، توسعه علمی و مانند این‌ها چه می‌شوند؟

به نظرم بهترین راه آن است که بکوشم نخست تفکر علمی را در ذهن دانش آموزانم تقویت کنم

● باید بکوشم تا آنجا که می توانم پرورش مهارت ها و نگرش ها را لایه لای مطالب برنامه درسی در نظر داشته باشم.

● کدام نگرش ها؟ چگونه؟

● برای پرورش احساس قدردانی از پروردگار جهان و نظام طبیعت باید از گرایش ذاتی انسان به طبیعت بگویم؛ بگویم که انسان به طور طبیعی و ذاتی به جانداران دیگر گرایش دارد. به بیان دیگر انسان زیست گرایی دارد و این نکته مثبتی است که باید آن را تقویت کنم. باید بر این نکته مهم هم انگشت بگذارم که همه سامانه های زنده به هم پیوسته و مکمل یکدیگرند و شبکه ای یکپارچه تشکیل می دهند. به دانش آموزانم کمک کنم تا درک کنند چگونه فعالیت های انسانی و طبیعت و محیط پیرامون بر فعالیت های انسانی اثرهای متقابل می گذارند و در هم آمیخته اند؛ بفهمند که هر موجود زنده ای بر وجود و عملکرد موجودات زنده دیگر اثر می گذارد. به علاوه، نباید از اهمیت بررسی تاریخ علم، به ویژه تاریخ زیست شناسی غافل شوم. شناخت ما از تاریخ حیات بر شناخت سازوکار زندگی تأثیر فراوان دارد. حل بسیاری از معضلات زیستی انسان امروز در گرو شناخت تاریخ زندگی انسان است. برای کمک به پایداری محیط زیست باید به دانش آموزانم کمک کنم تا جریان ماده و انرژی درون جهان زنده، به ویژه فتوسنتز و تنفس سلولی و جایگاه آن ها را به درستی درک کنند.

● فکر می کنی دانش آموزان با این نگرش ها دنیای بهتری خواهند داشت؟

● البته. مثلاً یکی از معضلات کنونی انسان امروز، گرمایش زمین است که خود انسان آن را به وجود آورده است. بی گمان اگر انسان دانش و نگرش کافی داشت، هرگز دست به چنین اقدام نابودکننده ای نمی زد و بادست خود موجب نابودی خود و گونه های دیگر نمی شد. یکی دیگر از چالش های انسان امروز کاهش تنوع زیستی است که آن هم به دست خود انسان در حال انجام است. دانش و نگرش درباره تنوع زیستی و اهمیت آن، از گسترش از این خطر بزرگ می کاهد.

● پس می خواهی سعی کنی تصویری بزرگ از جهان و موجودات زنده آن ارائه دهی؛ تصویری که در زمان و مکان گسترده باشد؛ یعنی علاوه بر در نظر گرفتن پیشینه موجودات زنده، شامل تنوع آن ها هم باشد؟ می خواهی دست دانش آموزان را بگیری و آن ها را به عمق فرایندهای مولکولی زیستی سلولی ببری و متابولیسم سلولی را به آن ها نشان دهی تا نگرش آنان نسبت به حیات و محیط زیست تقویت شود. فکر می کنی بتوانی؟

● البته، اگر بخواهیم.

● موفق باشی.

محمد کرام الدینی



● پس به نظرم بهترین راه آن است که بکوشم نخست تفکر علمی را در ذهن دانش آموزانم تقویت کنم تا بتوانند با استفاده از آن، نه تنها علمی و منطقی بیندیشند و هدف های آموزشی را محقق کنند؛ بلکه حتی در حل مسائل شخصی و روزمره هم از آن استفاده کنند و نیز به قدرت، اراده و تدبیر مطلق آفریدگار بیشتر پی ببرند و به او نزدیک تر شوند.

● چگونه چنین کاری خواهی کرد؟

● ابتدا باید این پرسش ها را در کلاس درس مطرح کنم و پاسخ آن ها را مورد بحث قرار دهم: آنچه زیست شناسی می نامیم، چیست؟ چه مزایا و چه محدودیت هایی دارد؟ داستان حیات را چگونه باید روایت کنیم؟ حیات چگونه روی زمین گسترش یافته است؟ انسان در کجای طبیعت ایستاده است و جایگاه او کجاست؟

آیا به کلاس درس نمی روی تا به دانش آموزان یاری برسانی که وارد رشته های محبوب دانشگاهی شوند و به آرزوی خود برسند

● فکر می کنی فقط همین کافی باشد؟

● نه؛ البته کافی نیست. اگر چه دانش آموزان به محتوای علمی زیست شناختی نیاز دارند؛ اما به نگرش های جدید و به مهارت تفکر انتقادی نیز محتاج اند. واضح است که شهروندان آینده، چه زیست شناس شوند، یا نشوند، باید مهارت هایی داشته باشند که بخشی از آن ها را همراه با آموزش درس زیست شناسی فرامی گیرند.

● اما فکر نمی کنی برنامه درسی دست های تو را بسته باشد؟ چگونه علاوه بر آموزش مفاهیم موجود در برنامه درسی به مهارت ها و نگرش ها هم می پردازی؟



در آغوش چالش

نگاهی به چگالی
درس زیست‌شناسی از
منظر فلسفه و تاریخ علم

محمد معصومی

پژوهشگر تاریخ و فلسفه علم

کلیدواژه‌ها: فلسفه زیست‌شناسی،
آموزش علم، تکامل زیستی

«در زیست‌شناسی، مفاهیم نقش
بسیار مهم‌تری در شکل‌گیری نظریه‌ها
بازی می‌کنند تا قوانین».
ارنست مایر

دانش آموز باید ابتدا بداند در جهان موجودات چه خبر است، سپس بتواند به‌خوبی آن‌ها را توصیف کند^۱ و سرانجام بتواند بگوید این‌ها چرا آن‌گونه‌اند که به نظر می‌رسند و از اینجا راه تبیین^۲ را بپیماید تا در آخر بتواند توجیهی علی از روابط میان پدیده‌ها بیابد و خود راه کشف و خلق نظریه‌ها را طی کند. اشاره کردم که سه شیوه آموزش در علوم مرسوم است؛ شیوه‌های نظری، کاربردی و بافت‌گرا. در شیوه نخست بر ساختار مفهومی و محتوای تئوری درس و در شیوه کاربردی بر نحوه کار و عمل اشیا و وسایل پیرامونی از جنبه علمی تأکید می‌شود؛ در حالی که در روش آخر، تمرکز بر پیشرفت تاریخی علوم و نتایج و اثرهای فرهنگی و اجتماعی و اخلاقی و غیره است.

معلم زیست‌شناسی سال سوم دبیرستان ما انسانی خوش‌ذوق و اهل علم بود. او برای تدریس از جان مایه می‌گذاشت و ما را به عمق دنیای موجودات زنده می‌برد تا زیست‌شناسی را شیرفهم کند. گمان می‌کنم در همه سال‌های تحصیل تنها معلمی بود که علاقه داشت دانش‌آموزان را با محیط آزمایشگاه مأنوس کند. او همراه می‌گفت خودتان را در تاریخ تصور کنید، از زاویه دید دانشمندان به جهان موجودات زنده بنگرید، مانند آنان در پی مشاهده دقیق و کشف روابط میان موجودات باشید و از خودتان بپرسید موجودات «چگونه» اند و «چرا» این‌گونه‌اند. این روند تدریس در کلاس در واقع شیوه‌ای مرکب از سه روش آموزش علم است؛ به این معنا که

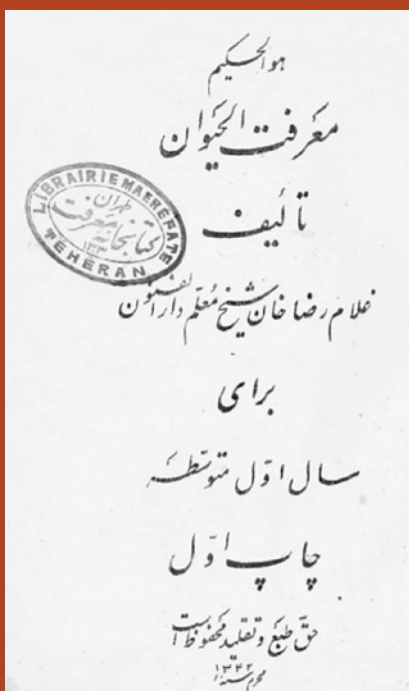
در شیوه نظری بر ساختار مفهومی و محتوای تئوری درس و در شیوه کاربردی بر نحوه کار و عمل اشیا و وسایل پیرامونی از جنبه علمی تأکید می‌شود

دانش آموز دبیرستانی
باید قواعد اکتشاف و
نحوه به کارگیری ماهرانه
آن‌ها را یاد بگیرد و پای
در مسیری بگذارد که
دانشمندان رفته‌اند

نمی‌توان درک درستی از مفاهیم علمی داشت. یعنی دانش آموز باید در کنار شیوه‌های کاربردی علم، تاریخ و فلسفه و روش علم هم بخواند تا درک صحیح‌تری از نظریات علمی و شیوه‌های بررسی آن نظریه‌ها داشته باشد؛ تنها در این صورت است که به جای تربیت افرادی که صرفاً ذهنی انباشته از داده‌های زیستی دارند می‌توان امیدوار بود دانشمندانی پرورش داده می‌شوند که قدرت نظریه‌پردازی و خلق روش‌های علمی بدیع و بررسی درستی و نادرستی آن‌ها را با شیوه‌های منطقی و معقول می‌دانند و می‌توانند کاروان علم را پیش برند.

مایلم نکته دیگری را در این بخش پیش نهم. هر دانشمند باریک‌بینی باید خوب بداند که علوم از منظر موضوع و هدف و روش، اقسام مختلف دارند. بهر نمونه، ادبیات غیر از فیزیک و این هر دو جدا از الهیات هستند. هرچند ممکن است اشتراکات زیادی میان علوم دیده شود؛ اما به هر حال مرز نسبتاً روشنی میان علوم وجود دارد. از این رو اگر کسی به درستی زیست‌شناسی خوانده باشد و زمینه‌های تاریخی و فلسفی مثلاً نظریات تکاملی را بداند، می‌تواند در بسیاری از موضوع‌هایی که به علت رعایت نشدن روش علم، شبهه تضاد و اختلاف و تعارض پیش می‌آید به شیوه‌های منطقی و عالمانه دآوری کند و به‌عنوان مثال بداند که دانشمند علوم با ابزارهای مرسوم در علم درباره متافیزیک، نفیاً یا اثباتاً، نمی‌تواند نظر دهد. این نکته را چرا بیان کردم؟ زیرا به‌عنوان کسی که سال‌ها در دبیرستان و دانشگاه زیست‌شناسی خوانده و اکنون سال‌هاست در حوزه تاریخ نظریه تکامل می‌پژوهم، بر این باورم که احتمالاً بخشی از تغییرات درس تکامل در کتاب‌های درسی دبیرستان در طول سالیان میان ۱۳۵۷ تاکنون، ناشی

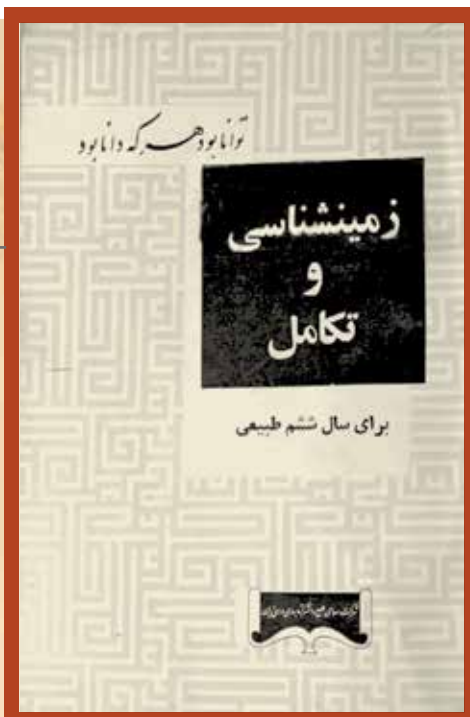
می‌خواهم مثالی از کتاب‌های درسی زیست‌شناسی خودمان بزنم تا سه شیوه پیش‌گفته را روشن‌تر توضیح دهم. البته از آنجا که یادداشتی چنین مختصر اقتضا می‌کند، از پرداختن به جزئیات فنی و ارجاعات می‌پرهیزم. کتاب‌های درسی زیست‌شناسی از دوره قاجار با عنوان کلی «تاریخ یا فلسفه طبیعی» منتشر می‌شده است. در آن‌ها به علم حیوانات یا حیوان‌شناسی، نباتات یا گیاه‌شناسی، علم فلاح، حفظ‌الصحه، علم‌الارض یا طبقات‌الارض یا معرفه‌الارض و موضوع‌هایی از این قبیل رسیدگی می‌شده است. بیشتر کتاب‌های دوره قاجار بر شیوه ارائه کاربردها تمرکز داشتند و البته به‌طور حاشیه‌ای بر جنبه‌های نظری و تئوری نیز نگاهی می‌انداختند؛ اما از شیوه‌های تاریخی و اثرهای علم بر دیگر حوزه‌های معرفتی در آن‌ها تقریباً اثری نیست. هرچه به سوی اواخر دوران قاجار و پهلوی اول می‌رسیم، در کنار حفظ شیوه کاربردی، اندک‌اندک بر جنبه بافت‌گرانی افزوده می‌شود و وجه تاریخی علم و نظریه‌های علمی بیشتر به چشم می‌آیند. با افزوده شدن دیدگاه‌های تکاملی به کتاب‌های زیست‌شناسی - به‌طور مشخص با کتاب «تکامل تدریجی موجودات زنده» که به قلم امین میرهادی از معلمان خوش‌قریحه در سال ۱۳۲۱ شمسی نوشته و دست‌کم تا سال ۱۳۲۵ نیز در سال ششم طبیعی تدریس می‌شده - اهمیت شیوه نظری و بافت‌گرا بیشتر شد و زوایایی از علم زیست‌شناسی عرضه شد که ارتباط نزدیکی با روزمره نداشت و دانش آموز دبیرستانی می‌توانست دست‌کم درباره برخی از مفاهیم زیست‌شناسی تأمل و تفکر کند. این موضوع تا جایی پیش رفت که در سال ۱۳۲۳ شمسی کتاب «شناخت روش‌های علوم یا فلسفه علمی» با ترجمه دکتر یحی مهدوی استاد فلسفه دانشگاه تهران منتشر شد تا «به دانش‌آموزان سال‌های ششم علوم، روش و فلسفه علم بیاموزد». در آن کتاب روش‌های به‌کارگرفته شده در علوم کاویده می‌شود و درباره زیست‌شناسی و روش آن هم به تفصیل موضوع‌هایی ذکر شده است (جلد دوم، صص ۲۴-۳). چاپ و ترجمه این کتاب که از قضا در زمره منابع درسی دانشگاه تهران هم بود، احتمالاً به این معناست که نخبگان علمی جامعه به این نتیجه رسیده بودند که بدون دانستن فلسفه و روش علم



نخبگان علمی جامعه به این نتیجه رسیده بودند که بدون دانستن فلسفه و روش علم نمی توان درک درستی از مفاهیم علمی داشت

تیز آن‌ها را کاهش دهیم؛ در نتیجه کتاب‌هایی تولید می‌شود که چگالی موضوع‌های کاربردی و فنی‌اش بیش از مفاهیم تئوری و نظری و تاریخی است. سخن بر سر این است که دانش آموز دبیرستانی باید قواعد اکتشاف و نحوه به کارگیری ماهرانه آن‌ها را یاد بگیرد و پای در مسیری بگذارد که دانشمندان رفته‌اند. او می‌بایست با مفاهیم، قوانین و فرآیندها آشنا شود و نیز از نتایج و پیامدهای علوم بر دیگر حوزه‌ها آگاهی یابد. علاوه بر این‌ها، محدودیت‌ها و موانع رشد علم و نظریه‌های علمی را هم بداند و دست آخر شیوه دآوری درست را میان نظریه‌های رقیب بیاموزد.

اکنون، شاید پرسید آیا دانش آموز دبیرستانی در درس زیست‌شناسی می‌تواند فلسفه و تاریخ علم بیاموزد؟ پاسخ این است که اولاً، دانش‌آموزان رشته علوم تجربی مفاهیم ریاضی و فیزیک و شیمی را می‌خوانند و درک می‌کنند و گمان نمی‌کنم آن سطحی از فلسفه و تاریخ علم که قرار است به ایشان گفته شود دشوارتر از موضوع‌های فیزیک و ریاضی باشد و دیگر آنکه، قرار نیست موضوع‌های پیچیده و گسترده و عمیق فلسفه علم را به ذهن دانش‌آموز سرازیر و ذهنش را از داده‌ها انباشته کنیم که این خود نقض غرض است! بلکه در این روش می‌خواهیم شیوه‌های تفکر نقادانه را در کنار اصول کلی فلسفه و روش علم و فلسفه زیست‌شناسی با دانش‌آموزان طرح کنیم تا آنان را به پرسش واداریم و مسیر تفکر را بگشاییم. در کنار این، می‌توان موضوع‌های تاریخی علم را پیش کشید و با به دست‌دادن نمونه‌های تاریخی و واکاوی روش‌های دانشمندان برای پاسخ به پرسش‌هایشان و تولید و تکوین نظریه‌های علمی علاوه بر دلپذیرتر و ملموس‌تر کردن مباحث فلسفی، تاریخ علم را نیز به آن‌ها عرضه کرد. اجازه دهید به چند مثال جزئی‌تر در کتاب‌های زیست‌شناسی اشاره کنم تا ببینیم چنین چیزی تازگی ندارد و پیش‌تر نیز کاربرد داشته است. بهر نمونه، در جلد اول کتاب دانش زیست‌شناسی پل وایس و ریچارد کوف که برای بار نخست در سال ۱۳۶۶ ترجمه و



از فقدان نوعی نظام تفکری فلسفی و نگاه تاریخی به علم بوده است. بگذارید شاهی به دست دهم. اگر می‌بینیم کتاب زیست‌شناسی پیش‌دانشگاهی تألیف شده در سال ۱۳۸۱ شمسی بیش از ۱۵۰ صفحه - از صفحه ۵۳ تا ۲۱۹، درباره دیدگاه‌های تکاملی مطلب دارد و کتاب درسی کنونی سال دوازدهم - چاپ اول ۱۳۹۷ شمسی، به این موضوع توجه «چندانی»^۲ نشان نداده است، آن هم به این علت که «این موضوع‌ها برای معلم و دانش‌آموز چالش‌برانگیز بوده و سؤالاتی در ذهن دانش‌آموزان ایجاد می‌کند که بسیاری از دبیران پاسخ‌گوی آن نبوده و گاهی این چالش به خانواده‌ها هم کشیده می‌شود» و نیز «... لزومی به بیان نظریه‌هایی که صحت و سقم آن‌ها اثبات نشده است، ندیده‌ایم»^۳، باید منطقاً به این نتیجه برسیم که معلم و دانش‌آموز دیگر حوصله تأمل و تفکر و مواجهه با پرسش را ندارند! نمی‌خواهم بگویم کتاب‌های درسی، سراسر انباشته از داده‌های کم‌عمق‌اند که به کار کنکور بیایند؛ اما باید بپذیریم تفکر نقاد و پرسشگری که از اصول مهم علم‌ورزی‌اند اکنون با این روش در پیش گرفته شده قربانی می‌شوند. طبیعتاً در چنین شرایطی به‌جای اینکه شیوه صحیح تفکر نقادانه و روش علم و تاریخ علم را به دانش‌آموزان و معلمان بیاموزیم، می‌کوشیم موضوع‌هایی را که به گمان خودمان چالش‌برانگیز یا سؤال‌خیز است، از کتاب‌ها بزدااییم و میزان لبه‌های



حتی در کتاب تخصصی زیست‌شناسی هم می‌توان و می‌بایست از فلسفه و روش علم سخن گفت

تخصصی زیست‌شناسی هم می‌توان و می‌بایست از فلسفه و روش علم سخن گفت، چنانکه در کتاب‌های اصلی و مهم زیست‌شناسی بخش‌های آغازین به این مسائل می‌پردازند. پس اگر بپذیریم زیست‌شناسی نیز یکی از علوم است، طبیعتاً پذیرفته‌ایم که در نظریه‌پردازی‌های معمول نمی‌تواند خارج از اصول کلی علم حرکت کند.

البته، می‌دانم که احتمالاً چنین کاری در گام نخست هم برای معلمان و نیز برای دانش‌آموزانی که عادت کرده‌اند معطوف به کنکور درس بخوانند، چقدر دشوار می‌نماید؛ اما باید بپذیریم که دستیابی به اهداف بلند مستلزم گام نهادن در دیوالخی پر فراز و فرود است. هر چند با تجربیاتی که در این سال‌ها داشته و گفت‌وگوهایی که با معلمان کرده‌ام، به نیکی دریافته‌ام که در گوشه و کنار این کهن بوم‌بر معلمان هستند که چنین شیوه‌هایی را پیش گرفته‌اند.^۷

منتشر شده و طبق گفته مترجمان «کتابی درسی» است، قسمتی با عنوان «زمینه علمی» در بخش اول کتاب آمده که در آن به موارد زیر اشاره شده است: روش‌های علم، مشاهده و تعریف مسئله، آزمایش و تئوری، محدودیت علم، علم و جامعه.^۵ در بررسی همه این موارد نیز گذری به تاریخ علم داشته و تقریباً همه را در بستری تاریخی توضیح داده است. هم‌چنین، در کتاب جانورشناسی بی‌مهرگان که با ترجمه حسین دانش‌فر چاپ شده است در صفحه بیست، زیر عنوان «اصول علمی» به ماهیت علم و روش علمی پرداخته و از تاریخ علم نیز بهره گرفته است.^۶ این دو نمونه را از این جهت آوردم که تأکید کنم حتی در کتاب

پی‌نوشت‌ها

1. Description
2. Explanation

۳. از شواهد چنین برمی‌آید که فصل چهارم کتاب قرار بوده درباره تغییرپذیری گونه‌ها و اطلاعات وراثتی و اثر آن بر فرد و جمعیت و گونه باشد. این‌ها ربط مستقیمی به مباحث تکاملی ندارند و اتفاقاً ویراستار علمی کتاب نیز جایی گفته‌اند «قصده پرداختن به موضوع تکامل را نداشته‌اند».

۴. نک: رشد آموزش زیست‌شناسی، دوره سی‌ودوم، شماره ۲، زمستان ۱۳۹۷، ص ۷.

۵. دانش زیست‌شناسی (۱)، پل وایس و ریچارد کوف، ترجمه حمیده علمی غروی، حسین دانش‌فر و مرتضی هنری، تهران: انتشارات مدرسه، چاپ هفتم، ۱۳۷۷، صص ۲۳-۱۲.

۶. جانورشناسی بی‌مهرگان، کلیولند پی. هیگمن و همکاران، ترجمه حسین دانش‌فر، تهران: انتشارات مدرسه، چاپ ششم، ۱۳۹۵، جلد اول، صص ۲۲-۲۰.

۷. در روزهایی که صدد نوشتن یادداشت بودم متوجه شدم در برنامه درسی دانشگاه فرهنگیان برای معلمان زیست‌شناسی دروس «تاریخ و فلسفه علم زیست‌شناسی» و «مشاهیر اسلامی - ایرانی در علوم زیستی» اضافه شده است.

کلیدواژه‌ها:
آموزش زیست‌شناسی،
فعالیت‌های آزمایشگاهی

آسیب‌شناسی روش‌های تدریس زیست‌شناسی در مدارس ایران

رضا مقدسی
معلم زیست‌شناسی
دکتری فیزیولوژی جانوری

خوب یادم هست در حدود بیست سال پیش که دانش آموز دبیرستان بودم، جلسات بسیار محدودی که تعداد آن‌ها از انگشتان یک دست فراتر نمی‌رفت، به آزمایشگاه زیست‌شناسی رفتیم. البته یک جلسه معلمی بسیار جدی و باسواد داشتیم که تعدادی اسلاید گیاهی برای ما به نمایش گذاشت. در آن روزگار آموزش زیست‌شناسی اغلب به صورت تئوری انجام می‌گرفت. بعدها در دوران تحصیل دانشگاه، با روش‌های مختلف آموزش زیست‌شناسی آشنا شدیم: آزمایشگاه، سفر (گردش) علمی، استفاده از اسلاید، مولاژ و دیگر ابزارها و رسانه‌های کمک آموزشی. البته، روش سخنرانی همیشه محور فعالیت‌های مختلف آموزشی بوده است. در اواخر دهه هفتاد به تدریج رایانه، اینترنت و نرم‌افزارهای کمک آموزشی به جمع روش‌های آموزش زیست‌شناسی پیوستند. به طوری که اکنون جایگاهی ویژه در آموزش یافته‌اند. لذا با توجه به نقش مهم ابزارها، روش‌ها و رسانه‌های مختلف در آموزش زیست‌شناسی، در سراسر دوران تحصیلم اقدام به جمع‌آوری نمونه‌های زنده، یادگیری تکنیک‌های آزمایشگاهی و تهیه طلق‌های شفاف و اسلایدهای میکروسکوپی کردم و همواره سعی کرده‌ام این ابزارها را در حد و اندازه کلاس، توان خود و ظرفیت دانش‌آموزان و در چارچوب مقررات آموزشی مدارس استفاده کنم؛ ولی تاکنون نتوانسته‌ام دلیل قانع‌کننده‌ای بیابم که فقط با این دو روش تدریس کنم: روش پرسش و پاسخ ساختگی و روش تستی.

۱. روش پرسش و پاسخ ساختگی

در روش پرسش و پاسخ مرسوم، معلم زیست‌شناسی با ابهت بر صندلی تکیه می‌زند و با تورق کتاب درسی سؤالاتی طرح و پاسخ آن‌ها را برای دانش‌آموزان دیکته یا تعیین محل می‌کند. بنابراین، می‌توان آن را تلفیقی از املا و زیست‌شناسی نامید. این روش ساختگی متأسفانه در دوره‌های ابتدایی و متوسطه اول طرفداران زیادی بین معلمان و البته دانش‌آموزان دارد و در واقع، نوعی همزیستی مسالمت‌آمیز بین دانش‌آموز و معلم محسوب می‌شود. بسیار مشاهده شده است که دانش‌آموزان پایه اول دبیرستان، به‌ویژه در مدارس عادی، در ابتدای سال تحصیلی به علت تجربیات شیرین سنوات قبل با این روش، با آموزش زیست‌شناسی به روش‌های استاندارد مخالفت و در برابر آن مقاومت می‌کنند و روش غلط و منسوخ املائی را به نیکی یاد می‌کنند. چنین دانش‌آموزانی معمولاً با شیوه صحیح مطالعه و امتحان نیز مشکل دارند. چرا؟ آیا دانش‌آموز، معلم، نظام آموزشی و یا همه مقصرند؟ کدام یک سهم بیشتری در اتخاذ روش‌های ناصحیح و ناکارآمد آموزشی دارد؟ علت انتخاب و به‌کارگیری روش‌های غلط و منسوخ در آموزش زیست‌شناسی چیست؟

به نظر من در این روش معلم کم‌ترین فشار فیزیولوژیک و روانی را متحمل می‌شود. نیازی به مطالعه و روزآمد شدن احساس نمی‌کند. با چالش‌های جدی در تدریس مواجه نمی‌شود و البته، نتایج مورد نظر خود، کلاس و مدرسه را نیز در امتحانات پایان دوره کسب می‌کند. حال هر چه دانش‌آموزان کم‌انگیزه‌تر باشند و یا مدیری نتیجه‌محور باشد، شانس معلم در اتخاذ روش‌های ساده و کم‌هزینه نیز افزایش می‌یابد. در این روش دانش‌آموزان سؤالات ارائه‌شده را با کم‌ترین هزینه و به‌خوبی فرا می‌گیرند و البته نتیجه دلخواه خود، خانواده و مدرسه را نیز در امتحانات کسب می‌کنند.

به نظر می‌رسد، چند عامل باعث استقبال و استفاده گسترده معلمان و دانش‌آموزان از این شیوه غلط شده است:

- کسب نتیجه دلخواه و آمار قبولی بالا (موفقیت کذایی)،
- حذف امتحانات پایان دوره ابتدایی و برگزاری امتحانات پایانی از سوی خود معلمان،
- عدم رضایت شغلی معلمان از کار و تلاش بیشتر در اتخاذ شیوه‌های صحیح آموزشی،
- استقبال گسترده دانش‌آموزان از شیوه غلط

پرسش و پاسخ،

● توانایی معلمان در برقراری آسان نظم و انضباط در کلاس درس،

● عوامل اجتماعی که جایگاه علم و عالم را به پایین‌ترین حد تنزل داده و مادیات حرف اول جامعه را می‌زند.

شاید بتوان گفت شیوه املائی در برخی مواد درسی آسیب کم‌تری به آموزش وارد می‌کند؛ ولی در دروس علوم پایه، به ویژه زیست‌شناسی، روشی بس نابجا و نابخردانه است و خیانت به آموزش و دانش‌آموزان محسوب می‌شود. سقف سواد و معلومات دانش‌آموزان از سوی معلم تعیین می‌شود. این سقف را می‌توان بلند ساخت تا روحیه پرسش‌گری، پژوهش‌گری و سلامتی روح و روان و فکر در دانش‌آموزان شکل بگیرد.

امروزه، علاوه بر مدارس، در برخی از دانشگاه‌ها نیز روش املائی جایگاه ویژه‌ای یافته است. به طوری که به نظر می‌رسد در آینده نه‌چندان دور همه روش‌های آموزشی را در کشور مغلوب و از رده خارج کند. اینجانب، هر سال با تعداد زیادی از دانشجویانی مواجه می‌شوم که طالب تدریس با روش پرسش و پاسخ‌اند. البته روش تکامل‌یافته‌تر آن در دانشگاه جزوه‌نویسی است. اینجانب، بعد از بیست سال تدریس زیست‌شناسی، روش املائی را ویژه معلمانی می‌دانم که نمی‌توانند یا نمی‌خواهند تدریس را به روش‌های صحیح انجام دهند و منافع زودگذر خود را بر منافع درازمدت کشور و ملت ترجیح می‌دهند.

۲. روش تستی

روش دیگری که در سال‌های اخیر در مدارس جایگاه ویژه‌ای یافته، روش تستی است. این روش به علت نقش کنکور در آینده تحصیلی و شغلی دانش‌آموزان و کسب درآمدهای جانبی برای برخی معلمان دبیرستان مورد استقبال گسترده است. در سال‌های اخیر، با برگزاری آزمون‌های مختلف به اصطلاح تستی، در مقاطع مختلف تحصیلی این روش به دوره ابتدایی نیز تسری یافته است. از روش تستی در کلاس‌های مدرسه گاه برای کسب درآمد بیشتر و هدایت دانش‌آموزان به کلاس‌های خصوصی و یا کسب جایگاه خاص بین معلمان به‌صورت نامناسب استفاده می‌شود. بررسی آسیب‌های آن بر آموزش و جامعه مجالی دیگر را می‌طلبند.

در شرایطی که اینترنت، سایت‌های اجتماعی، نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای مختلف همه جهان را به

در روش پرسش و پاسخ مرسوم، معلم زیست‌شناسی با ابهت بر صندلی تکیه می‌زند و با تورق کتاب درسی سؤالاتی طرح و پاسخ آن‌ها را برای دانش‌آموزان دیکته یا تعیین محل می‌کند

فعالیت‌های آموزشی آزمایشگاهی

روش آزمایشگاهی، در دوره‌ای که به نظام جدید معروف بود، بیشترین اهمیت را در دهه‌های اخیر پیدا کرد. در این دوره طلایی آموزش آزمایشگاه زیست‌شناسی، دو واحد درسی به نام آزمایشگاه زیست‌شناسی گیاهی و جانوری از دروس اجباری دانش‌آموزان تجربی بود؛ ولی در نظام سالی - واحدی اهمیت و جایگاه خود را از دست داد و فقط به صورت کلمه‌ای بر جلد کتب درسی زیست‌شناسی خودنمایی می‌کند. تلاش‌های آموزش و پرورش در برگزاری مسابقات آزمایشگاه نیز نتوانسته است، رکود حاکم بر آزمایشگاه‌های زیست‌شناسی را برطرف کند. چرا؟ اولاً، آزمایشگاه‌ها تکنسین و مسئول مستقل متخصص ندارند که آن را مدیریت کنند. پیشنهاد می‌شود. هر یک از دبیران علوم پایه، بخشی از ساعات

روش آزمایشگاهی، در دوره‌ای که به نظام جدید معروف بود، بیشترین اهمیت را در دهه‌های اخیر پیدا کرد

موظف خود را در آزمایشگاه مدرسه بگذرانند، تا فعالیت‌های آزمایشگاه‌ها را مدیریت کنند، آموزش را تعمیق بخشند و از تخریب میلیاردها تومان اموال و ابزارهای آزمایشگاهی در سرتاسر کشور جلوگیری شود و بهره‌وری آموزشی افزایش یابد. ثانیاً، در برنامه آموزشی مدارس، آزمایشگاه نمره مستقل ندارد و حتی در نمره دروس مربوطه نیز سهمی ندارد. بنابراین، اختصاص بخشی از ساعات تدریس و بخشی از نمره درس زیست‌شناسی به آزمایشگاه این کمبود را جبران می‌کند. البته، در روش آزمایشگاهی دانش‌آموزان علاوه بر آموزش عمیق مفاهیم، کار گروهی و روش پژوهش را نیز فرا می‌گیرند.

فعالیت‌های آموزشی آزمایشگاهی، بخش تفکیک‌ناپذیر آموزش علوم زیستی در مدارس و دانشگاه‌ها هستند. به‌طور کلی، عوامل مختلفی باعث عدم استقبال و استفاده دبیران زیست‌شناسی از آموزش‌های عملی و گرایش شدید به آموزش‌های تئوری شده است.

بی‌شک روند احیای فرایند آموزش زیست‌شناسی

دهکده‌ای کوچک و قابل دسترس تبدیل کرده‌اند، کدام روش برای آموزش زیست‌شناسی در کشور ما مناسب‌تر است؟ روش‌های موجود از این قرارند: سخنرانی، پرسش و پاسخ، بازدید علمی، آزمایشگاه، کار گروهی، استفاده از فناوری اطلاعات (IT)، پژوهشی و تلفیقی.

روش سخنرانی

روش سخنرانی که همراه با پرسش و پاسخ نیز برگزار می‌شود، از روش‌های قدیمی و مرسوم آموزش است و امروز هم جایگاه خاص خود را دارد. البته روش پرسش و پاسخ که به صورت تعاملی برگزار می‌شود با روش ساختگی املائی که دانش‌آموزان فقط املا می‌نویسند، تفاوت بسیار دارد و همه معلمان به این امر واقف‌اند.

استفاده از بازدیدهای علمی به علت کمبود اعتبار و امکانات آموشد و اسکان، مسئولیت مراقبت از دانش‌آموزان در طول بازدید، نداشتن طرح و برنامه از جانب مدرسه و معلمان، عدم شناخت کافی از مراکز علمی - پژوهشی و عدم شناخت کافی از طبیعت پیرامون به‌عنوان بهترین وسیله آموزش زیست‌شناسی، تقریباً به فراموشی سپرده شده است.

سودای استفاده از فناوری اطلاعات در آموزش

امروزه، اکثر مدیران آموزشی به استفاده از IT در آموزش بسیار علاقمندند و اصطلاحاتی مانند مدرسه هوشمند، کلاس هوشمند و ... چند سالی است که به طور وسیع استفاده می‌شود. این فناوری با توجه به قابلیت‌های خاصی که دارد می‌تواند بخشی از کمبود امکانات و ضعف‌های آموزشی را جبران کند. امکاناتی مانند آزمایشگاه مجازی، پویانما و فیلم‌های تشریح جانوران و گیاهان نقش ارزنده‌ای در آموزش زیست‌شناسی دارند. با توجه به سرمایه‌گذاری‌های عظیمی که در زمینه خرید امکانات سخت‌افزاری و تجهیز مدارس هوشمند صورت گرفته است، آیا این روش به‌تنهایی می‌تواند بار آموزشی همه روش‌های دیگر را به دوش بکشد؟ آیا استفاده از ابزارهای نرم‌افزاری و سخت‌افزاری به معنی کنار گذاشتن روش‌های دیگر است؟ آیا معلمان اطلاعات و نرم افزارهای مورد نیاز برای استفاده مطلوب از آن را در اختیار دارند؟ آیا استفاده نامناسب از آن تا حد نمایش ساده چند سوال چندگزینه‌ای یا جزوه آموزشی، پایین نیامده است؟

روش تستی به علت نقش کنکور در آینده تحصیلی و شغلی دانش آموزان و کسب درآمدهای جانبی برای برخی معلمان دبیرستان مورد استقبال گسترده است

هستیم، چاره‌ای نداریم که نگاه مجددی به آزمایشگاه مدرسه و برنامه آموزشی زیست‌شناسی داشته باشیم. در این صورت، خواهیم توانست بنای آموزشی را پایه‌گذاری کنیم که به تغییر واقعی رفتارهای زیستی دانش‌آموزان می‌انجامد. چنین دانش‌آموزانی ضمن یادگیری مفاهیم نظری زیست‌شناسی، بهداشت فردی و عمومی را به‌خوبی خواهند شناخت و بدان عمل خواهند کرد. محیط زیست ایران و جهان را خواهند شناخت و راهکارهای لازم علمی را برای حفظ آن خواهند دانست و بدان عمل خواهند کرد. گونه‌های زنده در معرض خطر را می‌شناسند و ضمن احترام به طبیعت، برای شکار و حذف آن‌ها اقدام نمی‌کنند. عوامل سازنده بوم‌سازگان را به‌خوبی می‌شناسند و نقش عوامل مخرب را در تخریب لایه اوزن، آلودگی خاک، آلودگی آب، گرمایش زمین به‌خوبی می‌دانند و در جهت کاستن این مشکلات همت می‌گارند.

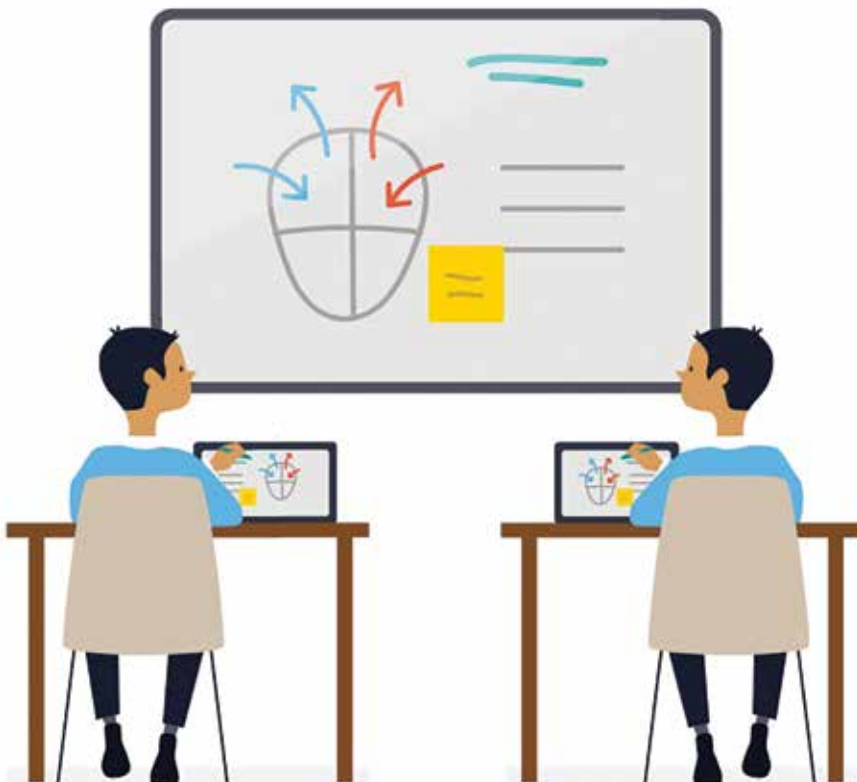
چنین دانش‌آموزانی در صورتی که تحصیلات دانشگاهی مرتبط با علوم زیستی را نیز نداشته باشند، به‌عنوان شهروندانی وظیفه‌شناس و انسان‌هایی مسئولیت‌پذیر به دنبال حفظ و احیای منابع طبیعی بوم‌سازگان و تحویل آن‌ها به نسل‌های آینده هستند

روش تستی به علت نقش
کنکور در آینده تحصیلی و
شغلی دانش آموزان و کسب
درآمدهای جانبی برای
برخی معلمان دبیرستان
مورد استقبال گسترده است

به کمک امکانات آزمایشگاهی، باید بخش مهمی از برنامه‌های آموزشی آینده کشور باشد. بنابراین، با توجه به اینکه کشور ما به دنبال دست یافتن به دانش و فنون علمی پیشرفته است، اهمیت آزمایشگاه‌ها صدچندان می‌شود. البته، بسیاری از دبیران زیست‌شناسی، کمبود و یا نبود امکانات آزمایشگاهی را دلیل مهم عدم استفاده از آزمایشگاه زیست‌شناسی معرفی می‌کنند. در صورتی که به نظر می‌رسد، امکانات آزمایشگاهی بسیاری از مدارس و پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی برای انجام اغلب فعالیت‌های علمی آموزشی دانش‌آموزان مناسب است. به علاوه طبیعت ایران، آزمایشگاه بزرگ و گسترده‌ای است که فراروی ما به ودیعه نهاده شده و شناخت کامل و معرفی مناسب آن وظیفه همه دبیران زیست‌شناسی است. بنابراین، به نظر اینجانب، به جز امکانات، دلایل دیگری، که نقش مهم‌تری دارند، در عدم استقبال و استفاده از آزمایشگاه‌ها مؤثر است.

تغییر برنامه آموزشی از ترمی به سالی - واحدی، با حذف واحد درسی آزمایشگاه زیست‌شناسی و برگزاری نامناسب و در نهایت لغو کلیه مسابقات آزمایشگاهی ضربه نهایی را بر پیکر نحیف فعالیت‌های آزمایشگاهی مدارس وارد کرده است.

توصیه می‌شود، دبیران زیست‌شناسی و علوم تجربی فهرست فعالیت‌های کتاب را با امکانات آزمایشگاه مدرسه یا پژوهش‌سرای دانش‌آموزی منطقه خود تطبیق دهند، تا صحت این مدعا ثابت شود. بدون شک، ادعای وجود امکانات کافی و مناسب در همه آزمایشگاه‌های زیست‌شناسی، در همه مدارس ایران غیرمنطقی و ناصحیح است و در برخی از مناطق ایران کمبودهایی وجود دارد؛ ولی مسئله‌ای که اینجانب را تشویق به نوشتن این مطلب کرده است، مشاهده حجم زیادی از امکانات آزمایشگاهی در بسیاری از مدارس و پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی بوده، که غبار فراموشی آن‌ها را از یاد برده است. بنابراین، در صورتی که به دنبال آموزش مؤثرتر و پایدار علوم زیستی



**بی‌شک روند احیای
فرایند آموزش
زیست‌شناسی به کمک
امکانات آزمایشگاهی،
باید بخش مهمی از
برنامه‌های آموزشی آینده
کشور باشد**



- به زیست‌شناسی:
- دست‌ساخته‌ها: طراحی و ساخت مدل‌های زیستی،
- ساخت ابزار و وسایل فنی با الگوبرداری از طبیعت

- آشنایی با حیطه‌های جدید علوم زیستی: علوم شناختی و مسابقه حقایق مغز، جشنواره زیست‌فناوری و غیره در قالب کارگاه‌های آموزشی،
- مسابقه تشریح بدن جانوران و اندام‌های جانوری و گیاهی،
- مسابقه تهیه نمونه‌های میکروسکوپی،
- تهیه عکس‌های میکروسکوپی،
- آزمایشگاه مجازی زیست‌شناسی،
- بازدیدهای علمی از مراکز علمی، پارک‌های حیات وحش و غیره،
- تشکیل انجمن‌های علمی زیست‌شناسی،
- معرفی نمونه‌های جانوری و گیاهی منطقه از طریق تهیه عکس و فیلم و غیره،
- انجام فعالیت‌های مرتبط با مسابقه آزمایشگاه و المپیاد زیست‌شناسی.

بنابراین، به نظر می‌رسد، ارتقای جایگاه واقعی علم زیست‌شناسی نیازمند تغییرات روزآمد کارشناسی در سرفصل‌ها و متون درسی متناسب با پیشرفت‌های علمی جهان و نیازهای واقعی جامعه است. به علاوه، توجه جدی به روش‌های صحیح آموزش عملی زیست‌شناسی (در آزمایشگاه و طبیعت) به همراه بهینه‌سازی امکانات آموزشی، در تعمیق و تفهیم مفاهیم زیستی و انتقال مهارت‌های علمی و فرهنگی لازم به دانش‌آموزان بسیار مهم و تأثیرگذار خواهد بود.

و نیک می‌دانند که شاید هیچ مکان دیگری به جز کره زمین برای زندگی یافت نشود. بنابراین، حفظ همه امکانات طبیعی را وظیفه اخلاقی و ملی خود خواهند دانست.

فعالیت‌ها و امکانات مورد نیاز برای آزمایشگاه زیست‌شناسی

- آموزش روش علمی: به منظور آشنایی با روش کار در علوم تجربی، تغییر نگرش دانش‌آموزان به علوم تجربی؛ آموزش روش انجام بسیار از فعالیت‌های ساده آزمایشگاهی در منزل،
- مولاژها و مدل‌های زیستی،
- نمونه‌های محافظت‌شده شامل گیاهان خشک شده، جانوران تاکسیدرمی شده و حفظ شده در الکلی یافمالین،
- چارت‌های آموزشی،
- دستگاه‌های اسلاید، اورهد، اپک، ویدئولایزر و دیتا پروژکتور،
- انواع میکروسکوپ و استرئوسکوپ (لوپ)، سانتریفوژ،
- اون، هود، بن ماری،
- مجموعه لام (کوپ)های میکروسکوپی و امکانات تهیه آن‌ها،

- وسایل تشریح جانوران و گیاهان،
 - مواد و وسایل آزمایش‌های بیوشیمی: شناسایی قندها، چربی‌ها و غیره،
 - امکانات انجام آزمایش‌های ساده مانند تعیین گروه خونی، تهیه روپوست پیاز، مشاهده آوندها، مشاهده بافت پوششی دهان، تهیه برش‌های عرضی و طولی ساقه و ریشه گیاهان، استخراج DNA.
- فعالیت‌های پیشنهادی به دانش‌آموزان علاقه‌مند

اشاره

دکتر احمد شهاب‌الدین پاریزی یکی از استعداد‌های درخشان کشور ما و دارای مدرک دکتری در رشته همه‌گیری‌شناسی (اپیدمیولوژی) از «دانشگاه خرونینگن»^۱ هلند است. او علاوه بر مدال طلای المپاد زیست‌شناسی کشوری، دارای مدال برنز المپاد جهانی چین است و مدرک پزشکی و همزمان با آن مدرک حرفه‌ای سلامت عمومی^۲ (MPH) را از دانشگاه علوم پزشکی تهران گرفته است. در این گفت‌وگو که در محیط مجازی صورت گرفته است، اعضای هیئت تحریریه نشریه با او درباره همه‌گیری‌شناسی ویروس SARS-CoV-2 به گفت‌وگو نشستند.

کلیدواژه‌ها: SARS-CoV-2، کووید-۱۹، بیماری‌های عالم‌گیر

عالم‌گیری ویروس SARS-CoV-2

● مدتی است همه جاسخن از عالم‌گیری بیماری کووید-۱۹ و ویروس مولد آن، یعنی SARS-CoV-2 و همه‌گیری آن است که در بسیاری کشورها بر فعالیت‌های انسانی اثرهای مخرب بسیاری گذاشته است. نخستین پرسش ما این است که بین بیماری‌های تک‌گیر (سپورادیک)^۳، بوم‌گیر (آندمیک)^۴، همه‌گیر (اپیدمیک)^۵ و عالم‌گیر (پاندمیک)^۶ چه تفاوت‌هایی هست؟ آیا اصولاً مرزهای مشخصی بین آن‌ها وجود دارد؟ وضعیت این ویروس چگونه است؟

● این تقسیم‌بندی بر پایه نوع پراکنش و توزیع بیماران در جوامع انسانی است.

بیماری‌های تک‌گیر معمولاً واگیر نیستند یا واگیری آن‌ها بسیار کم است؛ مانند بیماری‌های خودایمنی و بیماری‌های ژنتیک. بنابراین، در مبحث همه‌گیری‌شناسی کاربرد چندانی ندارند؛ مگر به قصد پژوهش و بررسی.

بیماری‌های بوم‌گیر بیماری‌هایی هستند که نرخ ابتلا به آن‌ها در یک منطقه خاص تقریباً ثابت است و تغییرات محسوسی نمی‌کند. این بیماری‌ها معمولاً در مناطقی به صورت محلی وجود دارند و ممکن است واگیر یا غیرواگیر باشند؛ مانند مالاریا که در برخی مناطق ایران از جمله هرمزگان و جنوب استان کرمان بوم‌گیر است. متخصصان همه‌گیری‌شناسی و پزشکان همیشه انتظار دارند تعداد مشخصی بیمار بوم‌گیر در آن مناطق وجود داشته باشد. البته، آرمانی است که این عدد به صفر برسد و بیماری‌ها ریشه‌کن شوند؛ اما چون جهان ما آرمانی نیست، معمولاً حسب تجربه، عددی را تعیین می‌کنند و اگر تعداد افراد بیمار در حدود همان عدد باشد، آن را بوم‌گیر می‌نامند.

اما اگر تعداد افراد مبتلا به نوعی بیماری در منطقه‌ای به طور ناگهانی بیشتر از سطح توقع باشد، آن بیماری را همه‌گیر می‌نامند. مانند بیماری‌های عفونی و ویروسی، باکتریایی یا انگلی که از منبعی خاص وارد جامعه می‌شوند و سطح آن بیماری را ناگهان در منطقه افزایش می‌دهند. مثلاً حتی بیماری‌های بوم‌گیر مانند مالاریا هم می‌توانند به همه‌گیری تبدیل شوند. اگر شخصی مبتلا به مالاریا به منطقه‌ای برود که همه شرایط مهیا باشد از جمله پشه آنوفل و آب‌وهوای گرم، ممکن است در آنجا همه‌گیری مالاریا ایجاد کند.



نمود، مراحل تبدیل آن به عالم‌گیری چگونه بوده است؟ آیا نمی‌شد در مراحل اولیه از گسترش آن جلوگیری کرد؟

این بیماری ابتدا به صورت یک بیماری تنفسی ناشناخته در تعدادی افراد در ووهان چین آشکار شد؛ ولی ناگهان تعداد آن‌ها از حد انتظار فراتر رفت. می‌دانیم در کشورهای جنوب شرقی آسیا به علت وجود عوامل ارثی بیماری‌های تنفسی شایع‌اند. به همین علت ابتدا فکر کردند که این هم یکی از همان بیماری‌هاست که به زودی مهار خواهد شد. لذا، پس از مدتی آن را همه‌گیری گزارش کردند؛ ولی چند اتفاق آن را به عالم‌گیری تبدیل کرد: محدود نکردن مسافرت بین کشورها باعث انتشار آن به چند کانون جدید در چند کشور و چند قاره شد. یکی از کانون‌های ثانویه بعد از ووهان، آمریکا بود، دیگری اروپا بود که در ایتالیا شیوع پیدا کرد و در خاورمیانه در ایران، پس از آن که در جهان منتشر شد، نتوانستند از گسترش آن جلوگیری کنند. بعضی کشورها که روابط محدود با جهان دارند یا تراکم جمعیت آن‌ها کم است، مانند مغولستان و گریلند توانستند محدودیت‌های سریعی ایجاد و از گسترش آن در کشورشان جلوگیری کنند. پس از اینکه چند قاره درگیر شدند، آنگاه سازمان سلامت جهانی ناچار شد آن را عالم‌گیر اعلام کند.

آیا سازمان سلامت جهانی هم در این مورد کوتاهی کرده است؟

سازمان سلامت جهانی (WHO) مطمئناً می‌توانست زنگ خطر را بسیار زودتر به صدا درآورد. می‌توانست بلافاصله در همان هفته‌های حساس اولیه که چین دسترسی متخصصان سازمان را به شواهد رد کرده بود، دست به کار شود. دولت‌های جهان هم باید پس از مشاهده وضعیت قرنطینه در چین؛ مسافرت‌های غیرضروری به چین را زودتر محدود می‌کردند و شفافیت بیشتری می‌داشتند.

به نظر شما SARS-CoV-2 از کجا آمد؟ خاستگاه آن از کجاست؟ در این باره روایات متعددی رواج دارد.

با توجه به یافته‌های علمی هنوز مشخص نشده ریشه این بیماری از کجا آب می‌خورد. معلوم نیست این ویروس با خوردن جانوری وارد بدن انسان شده یا بیماری مشترکی بین انسان و جانور است. بعضی هم آن را نوعی بیماری آزمایشگاهی می‌دانند. به نظر من در حال حاضر هیچ کدام را نمی‌توان تأیید یا رد کرد. ممکن است ویروس، آزمایشگاهی باشد و ممکن هم هست که ویروس جهش‌یافته‌ای باشد که از جانوری به انسان رسیده باشد. متأسفانه، در این بیماری، بیمار صفر، یعنی اولین کسی که به این بیماری مبتلا شده، هنوز شناسایی نشده است.

از نظر شما ردپای مسائل سیاسی و غیرعلمی چقدر در SARS-CoV-2 و حواشی آن در سطح جهانی مشاهده می‌شود؟

اصولاً، هر چیز جدید و ناشناخته‌ای برای انسان اسرارآمیز جلوه می‌کند و هر کس براساس زمینه‌های فکری خودش درباره آن اظهارنظر می‌کند. به‌ویژه در دنیای امروز که عصر ارتباطات است و همه افراد اعم از افراد متخصص، غیرمتخصص، علمی، شبه‌علمی

بیماری‌های همه‌گیر لزوماً واگیر نیستند؛ مثلاً می‌دانید چاقی در آمریکا به صورت همه‌گیر درآمده است؛ چون مطابق تعریف، فراوانی این بیماری از سطح توقع بسیار بالاتر رفته که ممکن است به علت نوع تغذیه و سبک زندگی باشد. در خاورمیانه دیابت از بیماری‌های همه‌گیر به شمار می‌رود که به علت عوامل ژنتیک و سبک زندگی، مانند کم‌حرکتی و نوع تغذیه پدید آمده است.

بیماری‌های عالم‌گیر بیماری‌هایی هستند که گستره آن‌ها چند منطقه، چند کشور یا حتی چند قاره باشد. این نوع بیماری‌ها معمولاً عفونی هستند و شیوع آن‌ها بالاتر از حدی است که درباره بیماری‌های بوم‌گیر گفتیم. مانند همین بیماری کووید-۱۹ که باعث شده است مردم با اصطلاح بیماری‌های عالم‌گیر بیشتر آشنا شوند.

قبلاً هم بیماری‌های عالم‌گیر داشته‌ایم؛ اما چرا عالم‌گیری‌های اخیر بیشتر ویروسی‌اند؟

بله، قبلاً هم عالم‌گیری‌هایی وجود داشته است؛ مانند ایدز و آنفلوآنزا؛ اما چون این SARS-CoV-2 انتشار گسترده‌تر و مرگومیر بالاتر دارد، مهم‌تر و معروف‌تر از آن‌ها شده است. بیماری‌های عالم‌گیر معمولاً هنگامی شیوع می‌یابند که مردم نسبت به آن ایمنی ندارند یا ایمنی ضعیف دارند و بنابراین بسیار سریع گسترش می‌یابند. امروزه آنتی‌بیوتیک‌های مؤثری در برابر باکتری‌ها داریم. لذا بیشتر عالم‌گیری‌ها ویروسی هستند و ممکن است مزمن شوند یا مرگومیرهای فراوانی به وجود بیاورند که بالطبع اهمیت آن‌ها بیشتر می‌شود.

آیا بین سطح مورد انتظار برای بیماری‌های همه‌گیر و عالم‌گیر تفاوت مشخصی وجود دارد. به بیان دیگر آیا عدد خاصی برای هر یک مورد انتظار است یا این عدد بستگی به موقعیت دارد؟

برای تفکیک بیماری‌های همه‌گیر از عالم‌گیر و غیره عدد خاصی مورد نظر نیست. هر بیماری بسته به میزان شیوع و بروز و راه انتقال، اعداد مخصوص به خود را دارد. مثلاً بیماری آبله را در نظر بگیریم که بیش از چهار دهه است که با کمک واکسن ریشه‌کن شده است. بنابراین، انتظار داریم امروز هیچ انسانی در هیچ کجای جهان به آبله دچار نشود و چون این بیماری فقط از انسان به انسان سرایت می‌کند. بنابراین انتظار داریم هیچ انسان آلوده‌ای نداشته باشیم. اگر حتی یک مورد آبله در همه جهان مشاهده شود، باید فوراً اعلام عالم‌گیری شود؛ ولی در مورد کووید-۱۹ این طور نیست. **بیماری کووید-۱۹ در ابتدا عالم‌گیر، یا حتی همه‌گیر**



آنچه نیاز داریم و صرف نظر از ملیت یا گرایش‌های سیاسی باید دنبال کنیم، تحقیقات کامل و نامحدود پزشکی قانونی بین‌المللی در مورد خاستگاه این ویروس است

می‌شود؛ اما قرنطینه و فاصله‌گذاری به تنهایی آن را مهار نمی‌کنند. باید کاری کرد که بخش پزشکی قادر به پاسخگویی و خدمت‌رسانی به تعداد بیماران باشد. واکسن می‌تواند کمک بسیاری در این مورد بکند. امروزه چند شرکت معتبر واکسن آن را با نرخ موفقیت خیلی خوبی ساخته‌اند؛ حتی موفق‌تر از واکسن آنفلوآنزا که سال‌هاست در اختیار ماست. اثر بخشی این‌ها بسیار بالاتر از واکسن آنفلوآنزا است.

● **آیا ممکن نبود به جای پروتکل‌های سخت و دشوار که عملاً کمتر رعایت می‌شوند، پروتکل‌های ساده‌تری مطرح می‌کردند؟**

● پروتکل‌های سخت و غیرقابل تحمل در بسیاری از کشورهای پیشرفته بیشتر مربوط به ابتدای عالم‌گیری بود. پس از گذر از موج اول بیماری، کشورهای اروپایی در مواجهه با موج دوم، مرحله به مرحله کسب و کارها را تعطیل کردند که پس از فروکش کردن هر موج SARS-CoV-2 بعضی از کسب و کارها مجاز اعلام می‌شد. در دوران محدودیت هم بیشتر افراد و کسبه در حمایت دولت بودند و مثلاً اگر می‌گفتند که رستوران‌ها از سی درصد ظرفیت خود استفاده کنند، دولت خسارت آن را تا حدی جبران می‌کرد. از سوی دیگر، به علت فراوانی امکانات، ازدحام روی نمی‌داد. به همین علت کنترل آن آسان‌تر بود. در کشور ما شرایط اجتماعی و اقتصادی متفاوت هست و لذا اجرای پروتکل‌ها دشوارتر است. هرچند در خیلی از اماکن هم می‌شد از تجمعات غیر ضروری جلوگیری شود.

● **پیش‌بینی شخصی شما درباره آینده این بیماری چیست؟**

● واکسن ابتدا برای کادر درمان و افراد خاص و حساس‌تر استفاده خواهد شد. این کار به احتمال زیاد تا پایان زمستان طول خواهد کشید. در بهار ۱۴۰۰ با گرم‌تر شدن هوا شیوع بیماری به صورت طبیعی کاهش خواهد یافت. به اضافه اینکه بعد از آن واکسن در اختیار دیگر افراد قرار خواهد گرفت و در شروع تابستان کم‌کم این بیماری به حالت عادی بر خواهد گشت و به احتمال زیاد پایان تابستان ۱۴۰۰ جهان به حالت عادی بر خواهد گشت. البته، امکان دارد که این بیماری هرگز ریشه‌کن نشود و در برخی نقاط جهان به صورت بوم‌گیر باقی بماند. در آن زمان باید مانند دیگر بیماری‌های بوم‌گیر کنترل شود. ولی این بار باید مواظب باشیم آتش این جهنم دوباره شعله‌ور نشود.

● **سیاسگزاریم.**

پی‌نوشت‌ها

1. University of Groningen
2. Master of public health
3. Sporadic
4. endemic
5. epidemic
6. pandemic

۷. باید توجه داشت که این گفت‌وگو در اوایل آذرماه ۱۳۹۹، پیش از فرا رسیدن فصل زمستان انجام شده است.

یا حتی ضد علمی تربیون دارند و می‌توانند نظر خود را منتشر کنند. به همین علت در این باره نظرهای متفاوتی ابراز می‌شود. این ویروس به‌ویژه در ابتدا برای ما کاملاً جدید بود. طبیعی است که بسیاری از رویدادها تصادفی اتفاق می‌افتند؛ اما آن را به دلایل خاصی ربط می‌دهند. چند مورد شبه‌انگیز هم وجود دارد. مثلاً هم‌زمانی شیوع این بیماری در آمریکا با انتخابات ریاست جمهوری باعث شده است که برخی نسبت به آن مشکوک شوند. مثلاً، پرسشی که برای خود من هم مطرح است، آن است که چرا بلافاصله پس از اتمام انتخابات آمریکا اخبار خوب آماده‌شدن واکسن درباره آن شروع شدند. این البته ممکن است اتفاقی باشد یا نباشد. جنگ تجاری بین آمریکا و چین و نحوه موفق کنترل این بیماری در چین که زادگاه این ویروس بوده، یکی از معماهاست. می‌دانیم این بیماری که در آنجا به‌طور گسترده آشکار شد؛ اکنون کنترل شده است. در حالی که در کشورهای دیگر به این راحتی کنترل نمی‌شود. به نظر من این یکی از اسرارآمیزترین رویدادهایی است که رخ داده. هم نوع اتفاق و هم نحوه برخورد با آن که مشابه آن تا حالا روی نداده است و شاید دیگر هم روی ندهد!

● **دانستن ریشه‌های این بیماری و پیدا کردن مقصر در حال حاضر چه کمکی می‌کند؟**

● وقتی حادثه‌ای روی می‌دهد، بلافاصله دست به کار می‌شویم تا از چند و چون آن آگاه شویم؛ حالا نه فقط برای یافتن مقصر و محاکمه احتمالی او بلکه بیشتر برای جلوگیری از حوادث مشابه بعدی یا آمادگی بیشتر در برابر خطرهای آینده. تا زمانی که به عمق ریشه‌های این حوادث نپرداخته‌ایم و در صدد رفع کمبودها و نارسایی‌ها و تقویت نقطه‌ضعف‌ها بر نیامده‌ایم، آسیب‌پذیریم.

● **برای یافتن منشأ این ویروس چه باید کرد؟**

● ما یک بررسی علمی دقیق درباره چگونگی شروع و بروز این فاجعه به همه کسانی که بر اثر این بیماری جان باخته‌اند، به همه افرادی که عزیزان خود را به خاطر آن از دست داده‌اند، به همه کسانی که شغل و درآمد و معیشت خود را از دست داده‌اند و به‌ویژه به نسل‌های آینده بدهکاریم. آنچه نیاز داریم و صرف نظر از ملیت یا گرایش‌های سیاسی باید دنبال کنیم، تحقیقات کامل و نامحدود پزشکی قانونی بین‌المللی در مورد خاستگاه این ویروس است.

● **چه راه‌هایی برای پیروزی بر این عالم‌گیری وجود دارد؟**

● باید سعی کنیم نرخ شیوع و مهم‌تر از آن بروز را کاهش دهیم. مثلاً، وقتی می‌گویند هر فرد بیمار دو نفر را آلوده می‌کند. این عدد ۲ را که نرخ واگیرایی بیماری است، باید به کمتر از یک برسانیم. قرنطینه کردن و فاصله‌گذاری اجتماعی به همین علت انجام

بازآفرینی بدن انسان

ترجمه و اقتباس: محمد کرام الدینی

جهش‌های تک‌ژنی و بیماری‌ها

مرگ در پی تب خونریزی‌دهنده «ابولا» جانگذاز است. بیمار ابولایی ابتدا با علائمی شبیه آنفلوآنزا بسیار ضعیف می‌شود. از آنجا که ویروس شروع به پاره کردن رگ‌های خونی می‌کند، بیمار به تهوع، اسهال، استفراغ و سردرد و خون‌ریزی غیرقابل کنترل دچار می‌شود، مایعات حیاتی بدن خود را از دست می‌دهد، به شوک فرو می‌رود و مرگی دردناک به سراغ او می‌آید.

ابولا در سال ۱۹۷۶ در کشور کنگو کشف شد؛ اما سال‌ها بعد، دانشمندانی که بازماندگان ابولای سال ۲۰۱۴ را در گینه مورد بررسی قرار می‌دادند، گروهی از زنان را یافتند که قبلاً در معرض این بیماری قرار گرفته بودند؛ اما به نظر می‌رسید نسبت به آن ایمن شده باشند. این یافته تعجب‌چندانی در بر نداشت؛ اما وقتی در بدن کسانی نیز که در معرض این ویروس قرار نگرفته بودند، پادتن بیماری مشاهده کردند، در شگفت شدند و این فرضیه را مطرح کردند که ممکن است برخی از آنان نسبت به ابولا ایمنی ارثی داشته باشند؟

در واقع، ویروس ابولا هنگام حمله به میزبان، پروتئینی به نام پروتئین «ایمن‌بیک نوع C» (NPC) را که از سوی ژنی به همین نام رمزگذاری می‌شود، هدف قرار می‌دهد. کودکانی که دو نسخه جهش‌یافته از این ژن مغلوب را از والدین خود را به ارث می‌برند، عموماً از بیماری «نیم‌بیک نوع C» که نوعی اختلال عصبی است و ارتباطی با ابولا ندارد، می‌میرند؛ اما نکته اینجاست: افرادی که تنها یک نسخه جهش‌یافته از ژن NPC را دارند، در برابر ویروس ابولا مقاوم‌اند.

بسیاری از ژن‌های جهش‌یافته کمک‌های بسیاری

به ماندگاری جانداران می‌کنند. پژوهشگران برای بررسی این ژن‌ها افراد جهش‌یافته را پیدا می‌کنند و اطلاعات آن‌ها را به پایگاه‌هایی که صدها هزار یا حتی میلیون‌ها ژنوم و سوابق بهداشتی دارند می‌افزایند، تا هر گونه ارتباط بین وجود ژن جهش‌یافته و مقاومت در برابر بیماری‌های خاص را بیابند.

شناسایی جهش‌های تک‌ژنی که اثرهای مهم و مثبت دارند، امکان ویرایش آن‌ها را در فرد یا در فرزندان آینده آن‌ها افزایش می‌دهد. تعادل ظریفی که طی میلیون‌ها سال در سلول‌های ما برقرار شده، اجازه نمی‌دهد تعداد بسیار اندکی از ژن‌های ما اثرهای آن چنان بزرگی داشته باشند که سود افزودن یا حذف آن‌ها از خطر تغییر آن‌ها بیشتر باشد.

ایجاد تغییرات کوچک در چنین ژن‌هایی تنها راه نیست. البته، ژن‌ها مهم‌اند؛ اما آنچه در واقع و در نهایت سلول‌ها انجام می‌دهند، مهم‌تر است. بنابراین، حتی اگر ژن خاصی پیدا کنیم، لازم نیست حتماً با تغییر آن را اصلاح کنیم. در برخی موارد منطقی‌تر، ایمن‌تر، آسان‌تر و ارزان‌تر آن است داروهایی بسازیم که باعث شوند آنچه می‌خواهیم در سلول‌ها ساخته شود.

حتی در این صورت هم جهش‌هایی مضر یا مفیدی وجود خواهند داشت که این نوع درمان برای آن‌ها غیرممکن است. مثلاً، ممکن است جهشی باعث نوعی بیماری میتوکندریایی شده و به اندازه‌ای زیان‌مند باشد که برخی بخواهند همه نسل‌های آینده را از شر آن خلاص کنند. بعضی والدین نیز ممکن است بخواهند سلول‌های زاینده فرزندان آینده خود را به گونه‌ای تغییر دهند که مثلاً در مقابل HIV ایمن باشند.

کاربرد کریسپر هنوز بی‌خطر نیست

اولین سؤالی که والدین می‌پرسند این است که آیا ویرایش کریسپری چند تک‌ژن در جنین، پیش از لانه‌گزینی بی‌خطر است. پاسخ در حال حاضر منفی است. «کریسپر»^۲ هنوز فناوری چندان پیشرفته‌ای نیست. یکی از بزرگ‌ترین نگرانی‌ها در مورد نسل اول کریسپر که از ابزارهای ویرایش ژن است، آن است که ژنوم را در مکان‌هایی به جز مکان‌های مورد نظر دانشمندان نیز برش می‌دهد.

این نوع برش‌های بی‌هدف بسیار مهم‌اند. اگر ویرایش ژن‌های جهش‌یافته هدف همیشه بی‌خطر می‌بود، تغییرهای کوچکی که کریسپر طی ویرایش ژن در انسان انجام می‌داد، چندان اهمیت نداشتند؛ اما این‌طور نیست. یک جهش ناشی از کریسپر

می‌تواند فرد را به سرطان مبتلا کند. به همین علت، پژوهشگران سراسر جهان به درستی نسبت به ویرایش ژن‌های انسانی احتیاط می‌کنند.

به‌عنوان مثال، سال ۲۰۱۵ یک گروه تحقیقاتی چینی با اعلام نوع ویرایش دقیق کریسپری خود در مورد نازبستانی جنین‌های انسانی، جهان را متعجب کرد. در گزارش این گروه آمده است که از هشتاد و شش تخم بارور شده‌ای که به آن‌ها سامانه CRISPR-Cas^۹ برای ویرایش ژنوم طراحی و تزریق شده بود، تنها تعداد معدودی حاوی تغییر ژنتیکی مورد نظر بودند. این نسبت برای مدل‌های گیاهی، کرم‌ها، مگس‌ها و موش که هزینه اشتباه در آن‌ها کمتر است، قابل قبول؛ اما برای انسان غیر قابل قبول است [۱].

دانشمندانی که قصد رفع چنین نگرانی‌هایی را داشتند، بر افزایش دقت ویرایش کریسپری ژن و موفقیت چشمگیرتر این روش متمرکز شدند. آن‌ها آزمون‌های جدیدی کشف کردند که دقیق‌تر از CRISPR-Cas به ژنوم متصل می‌شوند و آن را می‌شکنند. برای ارزیابی مکان‌های ویرایش‌های کریسپری از الگوریتم‌های جدید هوش مصنوعی نیز استفاده می‌شود.

در سال ۲۰۱۷، محققان روش جدیدی برای تغییر دادن «حروف» DNA و RNA، یعنی A، C، G، و T بدون برش ژنوم گزارش کردند [۲]. مدل اصلی کریسپر نیاز به برش نردبان پیچ‌خورده DNA داشت؛ اما این فرایند اصلاح شده، ژن‌ها را بدون برش نوکلئیک‌اسید تغییر می‌دهد.

محققان برای انجام این کار، واحدهای DNA را به گونه‌ای تغییر دادند که به‌طور متفاوتی جفت شوند. به‌عنوان مثال، اگر سلول A را با C اشتباه بگیرد و آن را به جای T، با G جفت کند، ژن تغییر می‌کند؛ ولی اتفاقاتی که ممکن است بر اثر برش DNA حاصل شوند، روی نمی‌دهند.

این ابزار جدید که ویرایشگر باز آدنین^۳ (ABE) نامیده می‌شود، در ۳۴ تا ۶۸ درصد موارد درست کار می‌کند و در کمتر از ۰/۱ درصد سلول‌ها شواهدی از اشتباهات را نشان می‌دهد. اگرچه این پیشرفت بزرگی است، اما هنوز آماده ورود به بدن انسان نیست [۳].

اولین استفاده جنجالی بحث‌انگیز درباره استفاده از کریسپر، ادعای ویرایش ژن CCR۵، در جنین‌های یک جفت دوقلو پیش از لانه‌گزینی در رحم بود که در اواخر نوامبر سال ۲۰۱۸ از سوی محققان چینی برای ایمن کردن آن‌ها در برابر HIV، انجام شد. اگرچه

بسیاری از دانشمندان و کردارشناسان چینی و جهانی این کار را محکوم کردند، این اولین مورد ویرایش ژن در انسان و یکی از مهم‌ترین مواردی بود که آینده مهندسی ژنتیک ما به سوی آن رهسپار است [۴].

شناخت پیچیدگی‌های انسان

انسان بیش از ششصد میلیون سال است در معرض جهش‌های تصادفی و انتخاب طبیعی قرار دارد. با این حال، ما موجودات بی‌نهایت پیچیده‌ای نیستیم؛ بلکه فقط بسیار پیچیده‌ایم. بین این دو یک تفاوت بزرگ وجود دارد: اگر پیچیدگی ما بی‌نهایت باشد، هرگز خود را نخواهیم شناخت؛ اما اگر این پیچیدگی بسیار باشد، بالاخره زمانی فرا خواهد رسید که ابزارهای ما بر این پیچیدگی پیروز خواهند شد.

امروزه، برخی موجودات ساده را به خوبی می‌شناسیم؛ چون ابزارهای پیشرفته‌ای برای شناخت پیچیدگی‌های زیست‌شناختی آن‌ها مناسب‌اند؛ اما چون زیست‌شناسی انسان بسیار پیچیده‌تر از ابزارهای امروزی ماست؛ باید صبر پیشه کنیم. با پیشرفت دانش و ابزارهای انسان، پیچیدگی ما با ابزارهای فردا آشکار خواهد شد؛ همان‌طور که موجودات ساده با ابزارهای امروزی ما قابل درک شده‌اند.

برای اینکه بتوانیم نگاهی اجمالی از کاهش فاصله بین پیچیدگی دانش و ابزارهای انسان با پیچیدگی زیست‌شناسی انسان و درک معنای واقعی آن به دست آوریم، کافی است ببینیم که درک ما از تک‌سلولی‌ها و موجودات ساده دیگر چقدر سریع رشد کرده است. کرم گرد «سینورابدیتیس الگانس» (*Caenorhabditis elegans*) مثال مناسبی برای این منظور است. اندازه این کرم در حالت بلوغ از هر یک از ویرگول‌های این صفحه کمتر و طول عمر آن از تولد تا مرگ معمولاً در حدود دو هفته است. این کرم یک مغز و دستگاه عصبی ابتدایی دارد، به‌صورت نمایی تولید مثل می‌کند و احتمالاً ساده‌ترین جاندار است که بسیاری از ژن‌های آن با انسان مشترک است. این خصوصیات به همراه بدن شفاف آن که به راحتی محتویات بدن را نشان می‌دهد، باعث می‌شوند که این موجود کوچک سوژه تحقیقاتی بی‌نقصی در میان جانداران مورد مطالعه در زیست‌شناسی باشند.

پژوهشگران طی دهه‌های گذشته این کرم را گرسنه نگه داشته‌اند، سرد و گرم کرده‌اند؛ با میکروسکوپ‌های پیشرفته مورد بررسی قرار داده‌اند، به‌طور وحشتناک در سانتیفریوژها چرخانده‌اند، در معرض پادتن‌ها قرار داده‌اند، پرتوهای میکروسکوپی

بسیاری از ژن‌های
جهش‌یافته کمک‌های
بسیاری به ماندگاری
جانداران می‌کنند



شکل ۱. کرم گرد
«سینورابدیتیس الگانس»



و به دانش دانشمندان با هم ترکیب می‌شود [۷]. زیست‌شناسی انسان میلیون‌ها سال است که پیچیده مانده است؛ اما ظرفیت ابزارهای ما اکنون به گونه‌ای نمایی در حال پیشرفت است.

کایمرهای انسانی

«کایمر»^۵ در اساطیر یونانی حیوانی است که از ترکیب دو یا چند حیوان مختلف به وجود آمده باشد، مثلاً، شیر با سر بز و گاه با دم مار. اخیراً کایمر به هر موجودی گفته می‌شود که از ترکیب بخش‌هایی از گیاهان یا حیوانات متعدد تشکیل شده باشد. کایمر امروزه از داستان‌ها به واقعیت آمده است.

تقریباً صد سال پیش، برای درمان دیابت از انسولینی استفاده می‌شد که از گاوها گرفته می‌شد. این نوع انسولین به مدت چند دهه زندگی افراد بی‌شماری را نجات داد، تا اینکه تغییری ژنتیکی که انسان در باکتری «شریشیا کلای» ایجاد کرد، سبب شد انسولین انسانی در مقیاس بزرگ تولید شود.

تا سه دهه قبل، پزشکان برای ترمیم قلب انسان از دریچه‌های قلب خوک یا گاو استفاده می‌کردند. دانشمندان در پیوند دریچه‌های قلب حیوانات به انسان، نسبت به پیوند اندام‌های کامل از حیوان به انسان موفقیت‌های بیشتری داشته‌اند. در سال ۱۹۸۴، «لئونارد بیلی»^۶ جراح کالیفرنایی و همکاران قلب یک بایون را به کودکی که «بیبی فی» نام داشت و سندرم مادرزادی نادر هیپوپلازی قلب چپ را نشان می‌داد، پیوند زدند. این نوزاد آمریکایی اولین کودک انسان بود که عمل پیوند بین گونه‌ای با موفقیت روی او انجام شد.

«بیبی فی» یک ماه پس از آن درگذشت، اما این روند باعث پیشرفت در پیوند اعضای بدن انسان به انسان شد که ثابت شده بود بسیار پایدارتر از پیوند حیوان به انسان است. این نوع پیوند از آن زمان به

لیزری به آن‌ها تابانده‌اند، پروفایل پروتئین‌های آن‌ها را تعیین و ژن‌های آن‌ها را برای آزمون‌های دقیق‌تر استخراج و تقویت کرده‌اند.

در سال ۲۰۱۱، گروهی از دانشمندان بلندپرواز سراسر جهان برای ایجاد پروژه «لوپین ورم»^۴ به منظور ایجاد شبکه‌ای در تلاش مشترک برای شکستن رمز نحوه عملکرد «س.الگانس»، گرد آمدند [۵].

مغز «س.الگانس» دقیقاً ۳۰۲ سلول دارد که در یک دیگرام اتصالات (کانکتوم) نقشه‌برداری شده است. این کانکتوم نقشه‌ای جامع است که اتصالات مغز کرم را در حال عملکرد نشان می‌دهد. همکاران پروژه «لوپین ورم» در تلاش برای شبیه‌سازی مجازی این کرم و ایجاد یک نسخه مجازی از آن، نورون‌های آن را به یک برنامه رایانه‌ای که یک ربات کوچک را هدایت می‌کند، ترجمه کردند. نورون‌های حرکتی کرم، دماغه و دیگر قسمت‌های بدن کرم در این برنامه دارای معادل‌های رباتیک هستند [۶]. این ربات هنگام اجرا، حرکات کرم گرد واقعی را به گونه‌ای تعجب‌آور شبیه‌سازی می‌کند.



«شکل ۲. نقشه بدن کرم «س.الگانس»

یکی از بزرگ‌ترین نگرانی‌ها در مورد نسل اول کریسپر که از ابزارهای ویرایش ژن است، آن است که ژنوم را در مکان‌هایی به جز مکان‌های مورد نظر دانشمندان برش می‌دهد

ما طی چند دهه گذشته از شناخت اندک این کرم به شناخت عمیق عملکرد حرکت آن رسیده‌ایم؛ زیرا پیشرفت ابزارهای ما باعث پیشرفت دانش شده است. عزیمت از جایی که اکنون در آن قرار داریم و شناخت امروزی ما از زیست‌شناسی انسان تا جایی که دانش مادر حد دانش کنونی مان درباره «س.الگانس» برسد، نیاز به نقشه‌ای دارد که در حال ساخت است. «اطلس سلولی انسان» یک «بستر هماهنگی» آزاد است که داده‌های مربوط به زیست‌شناسی انسان را از سراسر جهان گرد می‌آورد. این مجموعه «نقشه‌های مرجع جامع کلیه سلول‌های انسانی» با گذشت زمان رشد می‌کند، ابزارهای تحقیق قدرتمندتر می‌شوند

بعد، جان صدها هزار نفر را نجات داده است. با این حال، این پیوندها دو مشکل اساسی دارند: اول، بدن انسان طوری تنظیم شده است که DNA بیگانه را پس می‌زند، بنابراین، افرادی که پیوند به آن‌ها زده می‌شود، باید تا آخر عمر داروهای سرکوب‌کننده دستگاه ایمنی مصرف کنند و این وضع آن‌ها را در معرض خطر دیگر بیماری‌ها قرار می‌دهد. دوم، بسیاری از کشورها با کمبود شدید اندام‌های اهدایی روبه‌رو هستند.

اما چرا در اینجا متوقف شویم؟ اگر استفاده از انسولینی که باکتری‌های مهندسی ژنتیک شده و مخمرها می‌سازند، یک قدم بیشتر از استفاده از انسولین حیوانی است، آیا پیوند کامل یک عضو انسانی که در خارج از بدن همان فرد از سلول‌های شخصی خود او رشد کرده باشد، از پیوند عضو از حیوانی که ژن‌های آن ویرایش نشده، بهتر نیست؟ چه می‌شود اگر بتوانیم اندام‌های انسانی را درون بدن حیوانات رشد دهیم و بعداً از آن‌ها برای پیوند استفاده کنیم؟ چنین کاری آسان نخواهد بود؛ اما اولین قدم مهم برای تولید جنین‌های کایمری ساخته شده از سلول‌های یک نوع از حیوانات رشد یافته در نوع دیگر از حیوانات انجام شده است.

دانشمندان «موسسه سالک»^۸ در سن‌دیگو سلول‌های مختلف بنیادی انسان را به هزار و پانصد جنین خوک تزریق کردند، تا اینکه سرانجام سلولی انسانی پیدا کردند که می‌تواند به خوبی با سلول‌های خوک ادغام شود. تیم دیگری سلول‌های لوزالمعدة موش را به جنین‌های رت وارد کرد تا در آنجا به لوزالمعدة موش تبدیل شوند و سپس آن‌ها را بار دیگر برای درمان دیابت به بدن موش‌ها وارد کرد. پس از آن در فوریه ۲۰۱۸ «دیویس» و تیمی از دانشگاه کالیفرنیا جنین‌های گوسفند را با ۰/۰۰۱ درصد سلول انسانی ایجاد کرد [۸]. هک کردن جنین گوسفند درست مانند رت و موش برای خاموش کردن توانایی آن برای رشد دادن اندام خاصی از گوسفند و جانشین کردن آن با وارد کردن ژن‌های انسانی به آن، به‌طوری که گوسفند نوع انسانی همان اندام را بسازد، به واقعیت پیوسته است.

امکان وارد کردن DNA حیوانات به ژنوم انسان در آینده‌ای عملی خواهد بود. البته، اکنون هم مواردی از این علم وجود دارد و می‌تواند نوعی پروتئین فلورسان منفرد را از عروس دریایی به انسان وارد کند. این پروتئین می‌تواند باعث شود که شخص در برابر تابش اشعه ماورای بنفش، درخشان شود. به‌عنوان

مثال، اگر دانشمندان یک یا دو ژن که رت حفار برهنه را در برابر سرطان کاملاً مقاوم می‌کند، پیدا کنند، چرا نخواهیم در آینده نسخه‌هایی از آن ژن را با استفاده از کریسپر یا برخی ابزار دیگر ویرایش ژن به انسان منتقل کنیم؟ ادغام سامانه‌های ژنتیکی کاملی مانند آن‌ها که به سگ‌ها توانایی شنوایی ویژه می‌دهند، به عقاب بینایی شگفت‌انگیز می‌بخشند یا به دلفین‌ها سونار می‌دهند بسیار پیچیده‌تر است و به زودی امکان‌پذیر نیست؛ اما گذار زیست‌شناسی به زمینه دیگری برای مهندسی انسانی، با گذشت زمان، از جایی که داستان‌های علمی-تخیلی به پایان می‌رسند و علم آغاز می‌شوند، مبهم است.

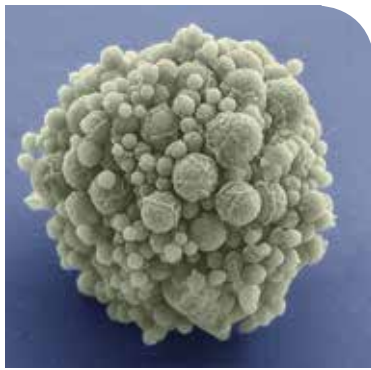
امکانات این نوع مهندسی بسیار گسترده است؛ چون همه حیات مطابق با تظاهرات مختلف اجزای ژنتیکی یکسان عمل می‌کند. روزی می‌توان حتی با استفاده از ترکیب‌های جدید همین واحدهای ساختاری ژنتیکی، حتی صفات و قابلیت‌های جدید انسانی را نیز از ابتدا ایجاد کرد.

اگر دانشمندان یک یا دو ژن که رت حفار برهنه را در برابر سرطان کاملاً مقاوم می‌کند، پیدا کنند، چرا نخواهیم در آینده نسخه‌هایی از آن ژن‌ها را به انسان منتقل کنیم

زیست‌شناسی مصنوعی

زیست‌شناسی مصنوعی از رایانه‌ها و مواد شیمیایی آزمایشگاهی برای نوشتن کدهای ژنتیکی جدیدی که هرگز در طبیعت موجود نبوده‌اند استفاده می‌کند و باعث می‌شود جانداران کارهایی انجام دهند که قبلاً برای آن‌ها برنامه‌ریزی نشده بوده‌اند. برخی از کاربردهای اولیه زیست‌شناسی مصنوعی شامل تلاش برای کشت گوشت در آزمایشگاه، مهندسی باکتری‌های تولیدکننده روغن، کاربرد DNA عنکبوت برای ساختن ابریشم فوق‌العاده سبک و لی محکم‌تر از فولاد و القای کلون گاو برای ساختن چرم‌های غیرحیوانی است. از زیست‌شناسی مصنوعی برای





شکل ۴. مایکوپلازما مایکونیدز

ایجاد میکروب‌های تجدیدپذیر برای تولید اکریلیک برای رنگ‌ها و قندهای مصنوعی ارزان قیمت برای سوخت‌های زیستی استفاده می‌شود. فهرست اولیه این نوع برنامه‌های کاربردی زیست‌شناسی مصنوعی تقریباً بی‌پایان است. این علم و صنعت مرتبط با آن در حال انفجار است؛ چون ابزارهای زیست‌شناسی مصنوعی به آسانی در دسترس‌اند.

بنیاد بین‌المللی ماشین‌های مهندسی ژنتیک شده^۹ یا (iGEM)، مجموعه‌ای رایگان از توالی‌های DNA را برای رمزگذاری عملکردهای زیستی خاص فراهم کرده است که می‌تواند «برای ساخت دستگاه‌ها و سامانه‌های زیستی مصنوعی مخلوط و یکسان مورد استفاده باشد [۹]. بنیاد «بیوبریکز»^{۱۱}، که از سوی MIT و محققان هاروارد ایجاد شده است، توالی‌های ژن‌های مصنوعی را به‌صورت رایگان ارائه می‌دهد [۱۰].

پیامدهای تجاری این انقلاب بسیار گسترده است. تخمین زده می‌شود که بازار جهانی زیست‌شناسی مصنوعی از حدود ۳ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۳ به حدود ۴۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۰ و با نرخ رشد مرکب سالانه جهانی ۲۰ درصد برسد. جای تعجب نیست که انتظار می‌رود چین سریع‌ترین بازار جهان برای محصولات زیست‌شناسی مصنوعی باشد [۱۱]. به گفته «ریچارد کیتنی»^{۱۲} زیست‌شناس برجسته، زیست‌شناسی مصنوعی «همهٔ پتانسیل‌های لازم برای ایجاد یک انقلاب بزرگ صنعتی جدید را دارد» [۱۲].

با افزایش جمعیت جهانی، آب و هوای زمین هم‌چنان رو به گرمی می‌رود و چالش‌های جدید و پیش‌بینی نشده‌ای به وجود می‌آورد. این نوع برنامه‌های کاربردی زیست‌شناسی مصنوعی مبتنی بر ویرایش ژن، برای بقای ما ضروری خواهند بود. وابستگی فزایندهٔ ما به زیست‌شناسی مصنوعی در زندگی، راه را برای پذیرش بیشتر زیست‌شناسی مصنوعی هموار می‌کند. این روند نیز مدتی است آغاز شده است.

در سال ۲۰۱۰، «کریگ ونتر»^{۱۳} کارآفرین مستقل علم اعلام کرد که او و همکارانش ژنوم کامل نوعی باکتری به نام «مایکوپلازما مایکونیدز»^{۱۴} را ساخته‌اند و آن را در غشای خالی باکتری دیگری قرار داده و اولین سلول مصنوعی را ساخته‌اند [۱۳]. این نوع ویرایش مانند تغییر دادن باکتری برای تولید انسولین نبود؛ بلکه ساختن حیات از ابتدا بود. شش سال بعد تیم «ونت» اعلام کرد که کدهای ژنتیکی

سلول مصنوعی خود را به تعداد بسیار کمی از ژن‌های اساسی مورد نیاز برای زنده نگه داشتن آن رسانده‌اند. این اقدام به‌عنوان اولین قدم در فرایند بی‌پایان از ایجاد و بازنویسی کدهای زندگی، موفقیت بزرگی بود. در دسامبر ۲۰۱۷ «ونت» در سرمقاله‌ای در واشنگتن‌پست نوشت: «جهش‌های اخیر در علوم زیستی، همراه با تحلیل کلان‌داده‌ها ما را به انقلابی در پزشکی سوق داده است. ما نه تنها آموخته‌ایم چگونه کدهای ژنتیک را بخوانیم و بنویسیم، بلکه اکنون می‌توانیم آن را به شکل دیجیتال درآوریم و با آن زندگی مصنوعی بسازیم. این باعث می‌شود که گونهٔ انسان از نظر تئوری، دست به طراحی زیستی بزنند. ما می‌توانیم نرم‌افزار DNA را بنویسیم، آن را به زبان رایانه تبدیل کنیم و تغییرات نامحدودی از توالی‌های ژن‌ها را ایجاد کنیم».

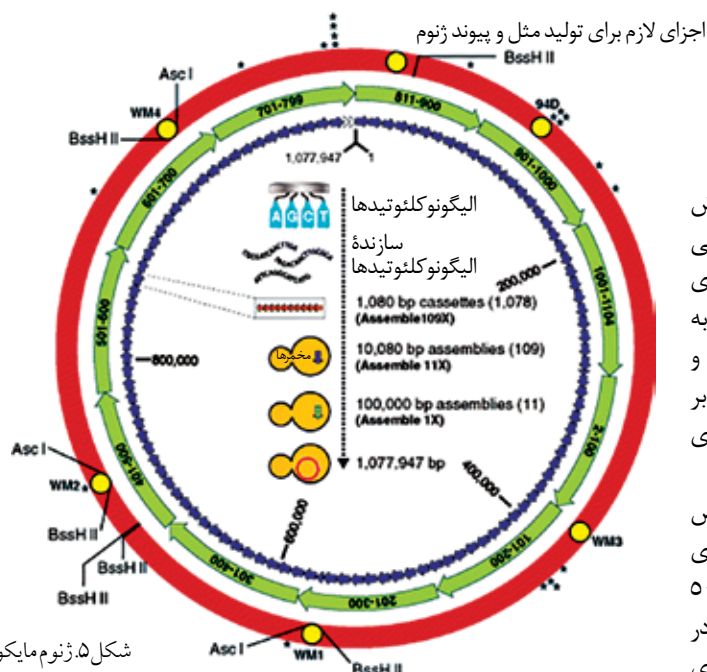
با افزایش قدرت محاسباتی، هزینهٔ تولید ژنوم کامل انسان کاهش می‌یابد و گام‌های ما سرعت می‌گیرند. گفته می‌شود که این ضرب‌المثل چینی از «لائوتسه» دو هزار و پانصد سال پیش است برای پیمودن هزار مایل به حدود سیصد ساعت زمان نیاز است. امروزه، فرزندان لائوتسه می‌توانند هزار مایل را در دوازده ساعت با خودرو، چهار ساعت با قطار، دو ساعت با هواپیما و سه دقیقه و نیم با سفینهٔ فضایی در مدار، پیمایند. سفر هزار مایلی هم با یک قدم آغاز می‌شود، اما سرعت سفر می‌تواند پس از آغاز افزایش یابد.

«پروژهٔ نوشتن ژنوم»^{۱۵}، یکی از نمونه‌های قابل توجه این تغییر پرشتاب است که در صدد جمع آوری ۱۰۰ میلیون دلار برای تولید ژنوم کامل انسان است، با سنتز ژنوم جانداران ساده‌تر شروع شده؛ اما به سوی پیچیدگی بیشتر ایجاد زنجیرهٔ کدهای ژنتیک انسانی به پیش می‌رود [۱۴].

در صورت تأمین بودجه و حتی موفقیت حداقلی، این ابتکار به دانشمندان کمک می‌کند تا ژنتیک پیچیده و سامانه‌های مرزی اکوسیستم زیست‌شناسی را بهتر بشناسند. این درک در مدتی طولانی‌تر، به نسل‌های آینده کمک خواهد کرد تا حیات را مهندسی و در نهایت ایجاد کنند. تبدیل زندگی انسان به فناوری اطلاعات به سرعت در حال انجام است: خواندن، نوشتن و هک کردن.

**مانه تنها آموخته‌ایم
چگونه کدهای ژنتیک
را بخوانیم و بنویسیم،
بلکه اکنون می‌توانیم
آن را به شکل دیجیتال
درآوریم و با آن زندگی
مصنوعی بسازیم**

شکل ۵. ژنوم مایکوپلازما مایکوتیدز



اگر نوزادی را از هزار سال پیش به امروز بیاوریم، تقریباً شبیه ما خواهد بود؛ اما اگر کودکی را متعلق به هزار سال بعد است به امروز برگردانیم، سالم‌تر، قوی‌تر، باهوش‌تر و تنومندتر از انسان‌های امروزی خواهد بود و به احتمال زیاد بسیار طولانی‌تر از انسان‌های امروزی زندگی خواهد کرد.

انقلاب‌های محاسباتی، یادگیری ماشینی، هوش مصنوعی، فناوری نانو، زیست‌فناوری و ژنتیک، همگی امروزه نام‌های مختلف دارند؛ اما این فناوری‌های مختلف جریان‌هایی هستند که همگرا و سپس به یک آبرموج جزر و مدی انقلابی تبدیل می‌شوند و معنی انسان بودن را می‌شود و با خود می‌برد. اگر بر این موج سوار شویم، شاید تنها محدودیتی که برای دور شدن خواهیم داشت، تخیل جمعی ما باشد. به‌عنوان مثال، «کریستوفر میسون»^{۱۶}، متخصص ژنتیک دانشکده پزشکی «ویل کورنل»^{۱۷} با همکاری ناسا در حال کار روی «برنامه ده مرحله‌ای ۵۰۰ ساله برای بقای گونه انسان روی کره زمین، در فضا و در سایر سیارات» و ساختن «پرتله‌های مولکولی یکپارچه از ژنوم‌ها، اپی‌ژنوم‌ها، رونوشت‌ها، ترانسکریپتوم‌ها و متاژنوم‌ها برای فضاوردانی است که به ایجاد مبانی مولکولی و دفاع ژنتیک برای سفر طولانی مدت فضایی انسان کمک می‌کنند» [۱۵]. سفینه فضایی آینده ژنتیک ما از هم‌اکنون در حال بارگیری است.

پی‌نوشت‌ها

1. Niemann-Pick Type C
2. CRISPR
3. adenine base editor
4. OpenWorm
5. chimera
6. Leonard Bailey
7. Stephanie Fae Beauclair (Baby Fae)
8. San Diego's Salk Institute
9. رقابت بین‌المللی ماشین‌های مهندسی‌شده ژنتیکی؛ رشد آموزش زیست‌شناسی، زمستان ۱۳۹۷.
10. The International Genetically Engineered Machine
11. BioBricks
12. Richard Kitney
13. Craig Venter
14. Mycoplasma mycoides
15. Genome Project-write (GP-write)
16. Christopher Mason
17. Weill Cornell Medical College

منابع

1. David Cyranoski and Sara Reardon, "Chinese Scientists Genetically Modify Human Embryos," Nature, April 22, 2015, <https://www.nature.com/news/chinese-scientists-genetically-modify-human-embryos-1.17378>.
2. Emily Mullin, "CRISPR 2.0 Is Here, and It's Way More Precise," MIT Technology Review, October 25, 2017, <https://www.technologyreview.com/s/609203/crispr-20-is-here-and-its-way-more-precise/>.
3. Nicole M. Gaudelli et al., "Programmable Base Editing of A•T to G•C in Genomic DNA without DNA Cleavage," Nature 551 (2017): 464–471, <http://evolve.harvard.edu/138-ABE.pdf>.
4. Dennis Normile, "CRISPR Bombshell: Chinese Researcher Claims to Have Created Gene-Edited Twins," Science, November 26, 2018, <https://www.sciencemag.org/news/2018/11/crispr-bombshell-chinese-researcher-claims-have-created-gene-edited-twins>.
5. <http://www.openworm.org/>
6. Lucy Black, "A Worm's Mind in a Lego Body," I Pro-

اگر کودکی را متعلق به هزار سال بعد است به امروز برگردانیم، سالم‌تر، قوی‌تر، باهوش‌تر و تنومندتر از انسان‌های امروزی خواهد بود و به احتمال زیاد بسیار طولانی‌تر از انسان‌های امروزی زندگی خواهد کرد

زیست فناوری در کلاس درس

ترجمه: مهرگان روزبه



اشاره

فناوری‌های نوین زیستی موضوع فصل هفتم کتاب درسی زیست‌شناسی ۳ است. در این فصل مهندسی ژنتیک و مهندسی پروتئین و بافت و کاربردهای زیست‌فناوری مورد بحث قرار گرفته است. یکی از فنون زیست‌فناوری که به‌ویژه در مهندسی ژنتیک کاربرد دارد، «کلون‌سازی» جانداران است. مهندسان ژنتیک نیاز دارند پس از تولید جانداران مهندسی‌شده آن‌ها را به گونه‌ای تکثیر کنند که تغییری در ژنتیک و در نهایت در زاده ایجاد نشود و همه جانداران حاصل از لحاظ ژنتیک شبیه یکدیگر باشند. در پروژه‌ای که در پی خواهد آمد، دانش‌آموزان خواهند توانست فن کلون‌سازی جانداران را درک کنند و خود نمونه‌های ساده‌ای از آن را انجام دهند. در این فعالیت دانش‌آموزان با استفاده از قلمه‌های گیاهان آن‌ها را کلون‌سازی می‌کنند. چند هفته بعد با بررسی دقیق قلمه‌ها می‌توانند بفهمند که کدام صفت هر قلمه به ساختار ژنتیکی گیاه بستگی دارد و کدام تحت تأثیر محیط بوده است.

مواد و ابزار مورد نیاز

الف. برای هر گروه از دانش‌آموزان:

- اسکالپل، یک عدد
- گلدان خالی به قطر ۱۰ سانتی‌متر، یک عدد
- کمپوست، به اندازه کافی برای پر کردن گلدان
- کیسه پلاستیکی، یک عدد
- لیوان ۱۰۰ سانتی‌متر مکعبی، یک عدد
- ذره‌بین، یک عدد

ب. برای کلاس، تهیه‌شده از سوی معلم یا کارشناس آزمایشگاه:
گیاهانی که می‌توان از آن‌ها قلمه گرفت، مانند

سازمان‌دهی

نحوه برش‌گیری بافت‌های گیاهی را به دانش‌آموزان نشان دهید. اگر می‌خواهید هر سال از همین مطالب در تدریس استفاده کنید، چند عکس دیجیتال از نحوه برش‌گیری بگیرید تا در سال‌های بعد در تهیه دستور کار راحت‌تر باشید. در پایان درس هر دانش‌آموز یک قلمه برای بردن به خانه آماده خواهد کرد. نحوه رشد قلمه‌ها را بعد از چند هفته مرور کنید. می‌توانید در این درس در مورد اخلاق زیستی شبیه‌سازی نیز بحث کنید یا در وقت دیگری که دیگر روش‌های شبیه‌سازی را بررسی کرده‌اید، در این باره بحث کنید.

می‌توانید در این درس در مورد اخلاق زیستی شبیه‌سازی بحث کنید

یک ساقه بدون گل را از گیاه جدا کنید تا مورد استفاده قرار گیرد. بخشی را به طول حدود ۱۰ سانتی‌متر انتخاب کنید.

با برداشتن همه برگ‌ها به جز زوج برگ بالایی یا دو جفت بالایی، برش بدهید. ساقه را با زاویه مایل در یکی از مکان‌هایی که برخی از برگ‌ها را برداشته‌اید برش دهید.

نگاهی دقیق به انتهای ساقه داشته باشید. از درمبین استفاده کنید.

انتخاب کنید که می‌خواهید از کدام پودر ریشه‌زایی استفاده کنید.

انتهای بریده‌شده را به پودر ریشه‌زا آغشته کنید، سپس آن را محکم به وسط کمپوست فشار دهید تا انتهای بریده‌شده حداقل ۳ سانتی‌متر در زیر سطح قرار گیرد.

یک کیسه پلاستیکی و یک لیوان کوچک آب آماده کنید.

گلدان را درون کیسه قرار دهید. در آن آب بریزید. کیسه را مهر و موم کنید.

شمعدانی یا گل حنا
پودر ریشه‌زایی، پودر تالک.

بهداشت و ایمنی و یادداشتهای فنی

به راهنمای مندرج در روی بسته پودر ریشه‌زایی مراجعه کنید.

ممکن است شیریه گیاه پوست برخی افراد را تحریک کند.

هرگز رو به بدن خود برش‌گیری نکنید.

بعد از اتمام کار دست‌ها را بشوید.

پودر ریشه‌زایی حاوی هورمون‌هایی است که می‌توانند ریشه‌زایی را تقویت کنند؛ اما برخی شواهد نشان می‌دهند که راه اصلی تقویت ریشه با عملکرد قارچ‌کش هاست. آزمایش این مسئله بسیار سخت است؛ اما با مقایسه قلمه‌های تیمار شده با و بدون پودر ریشه‌زایی می‌توان پی برد که آیا پودر ریشه‌زایی تأثیری دارد یا نه.

مسائل اخلاقی

موارد اخلاقی در ارتباط با فناوری‌های شبیه‌سازی که پیشرفته‌تر از این هستند، وجود دارد، به‌ویژه مواردی که شامل مواد جانوری از جمله مواد شبیه‌سازی از سلول‌های بزرگسالان است. با این حال، بیشتر مردم در مورد شبیه‌سازی مواد گیاهی مشکلی پیدا نمی‌کنند. خطر کاهش تنوع زیستی و افزایش آسیب‌پذیری اکوسیستم‌ها وجود دارد که ممکن است یک منطقه بزرگ با مواد شبیه‌سازی‌شده یکسان پر شود.

روش

توجه: هرگز تیغه اسکالپل را به طرف بدن خود حرکت ندهید.

آماده سازی

الف. اطمینان حاصل کنید که برای هر دانش‌آموز یا هر دو دانش‌آموز مواد برش‌دهی به تعداد و مقدار کافی دارید.

ب. مقداری پودر ریشه‌زایی اختصاصی آماده کنید. یک گلدان پر از کمپوست و اسکالپل آماده کنید.



در کلون سازی خطر کاهش تنوع زیستی و افزایش آسیب پذیری اکوسیستم ها وجود دارد



زیادی گیاه با ترکیب ژنتیکی یکسان است. از این روش می توان در تولید تجاری گیاهان باغبانی، به ویژه گیاهان کمیاب مانند ارکید استفاده کرد. گیاهانی که از قلمه رشد می کنند، از نظر ژنتیکی با یکدیگر و با گیاه مادر یکسان اند، در حالی که گیاهانی که با بذر رشد می کنند، تفاوت های قابل توجهی نشان می دهند.

● برگه دانش آموز

- موضوع: کلون سازی موجود زنده
- این فعالیت به شما امکان می دهد:
- جاننداری را کلون سازی کنید،
- گیاه کلون شده را با گیاه مادر مقایسه کنید،
- درک کنید کدام ویژگی ها محیطی و کدام ژنتیک اند،
- احساس خود را درباره کلون کردن جانداران آزمایش کنید.

● روش کار

ایمنی: مواظب باشید تیغه اسکالپل را رو به بدن خود حرکت ندهید. پس از برش گیری، کاشت گیاه و پایان ار دست های خود را بشویید.

قلمه را به خانه ببرید و آن را مرطوب نگه دارید - اما نه خیس. بعد از ۲ تا ۳ روز می توانید کیسه را بردارید و برش را روی بشقابی روی طاقچه پنجره بگذارید. هر ۲ تا ۳ روز یکبار آبیاری کنید. ویژگی های گیاه اصلی را یادداشت کنید. گیاه اصلی را اگر در ساخت قلمه کاملاً مصرف نشده باشد.

مشاهدات قلمه ها را پس از ۲ تا ۳ هفته (یا بیشتر) انجام دهید تا با گیاه اصلی مقایسه شوند.

● یادداشت های آموزشی

برخی از ویژگی های قلمه مانند شکل برگ، رنگ برگ و رنگ گل (که با رشد قلمه مشخص می شود) به ساختار ژنتیکی گیاه بستگی دارد. سایر ویژگی ها از جمله تعداد برگ ها و ارتفاع گیاهان به شدت تحت تأثیر محیط است. همه قلمه ها در شرایط مختلف (طاقچه های خانه دانش آموزان) نگهداری می شوند. بنابراین، باید در ویژگی هایی که تحت تأثیر محیط قرار می گیرند، تفاوت قابل توجهی با هم داشته باشد ولی در ویژگی های ژنتیک هیچ تغییری نداشته باشند. گرفتن قلمه یک روش ساده برای تولید تعداد

**ویژگی هایی مانند
تعداد برگ ها
و ارتفاع گیاه
به شدت تحت
تأثیر محیط است**



گیاهانی که از قلمه رشد می‌کنند، از نظر ژنتیکی با یکدیگر و با گیاه مادر یکسان‌اند

رنگ گل‌ها (اگر گل‌دار باشد)

ارتفاع

تعداد برگ‌ها

۳. کلون خود را پس از ۲ تا ۳ هفته با گیاه مادر مقایسه کنید.

۴. کدام یک از ویژگی‌های کلون شما به ماده ژنتیکی موجود در بافت آن بستگی دارد؟

۵. نظر شما در مورد شبیه‌سازی گیاهان از این طریق چیست؟ آیا شما در تولید جانوران جدید از مجموعه سلول‌های جانوری نیز همین احساس را دارید؟ چرا؟

پاسخ به پرسش‌ها

۱. معمولاً حلقه‌هایی از بافت در داخل ساقه وجود دارد که با یکدیگر متفاوت به نظر می‌رسند. معمولاً یک لایه بیرونی مشخص وجود دارد و ممکن است ساختارهایی مانند حلقه‌ای از سلول‌ها را ببینید که حامل آب و مواد شیمیایی غذایی به بالا و پایین ساقه هستند. یکی از بافت‌های موجود در قلمه باید بتواند تمایز مجدد پیدا کند تا بتواند به بافت ریشه قلمه تبدیل شود.

۲. به مشاهدات خود دانش‌آموزان بستگی دارد.

۳. رنگ برگ، شکل برگ، ترتیب برگ‌ها روی ساقه و رنگ گل باید بین کلون‌ها و گیاه اصلی یکسان باشد. ارتفاع و تعداد برگ‌ها ممکن است به‌طور قابل توجهی متفاوت باشد.

۴. رنگ برگ، شکل برگ، ترتیب برگ‌ها روی ساقه

و رنگ گل به ماده ژنتیکی موجود در بافت بستگی دارد.

۵. بستگی به نظر دانش‌آموز دارد.

منبع

<https://practicalbiology.org/genetics/introducing-gene-technologies/cloning-a-living-organism>



آزمایش

۱. یک گلدان پر از کمپوست و یک اسکالپل در اختیار شماست.

۲. بخشی از گیاه را که می‌خواهید مطابق توضیحات معلم کلون کنید، ببرید.

۳. قطعه بریده‌شده را همان‌طور که معلم شما توصیف کرده، کوتاه کنید.

۴. نگاهی دقیق به انتهای ساقه بیندازید. برای این کار از ذره‌بین استفاده کنید.

۵. اگر می‌خواهید از پودر ریشه‌زایی استفاده کنید، انتهای بریده‌شده را درون پودر قرار دهید.

۶. ساقه را محکم به وسط کمپوست فشار دهید، به‌طوری که انتهای برش حداقل ۳ سانتی‌متر به زیر سطح کمپوست قرار گیرد.

۷. یک کیسه پلاستیکی و یک لیوان کوچک آب آماده کنید.

۸. گلدان را درون کیسه قرار دهید. به آن آب بدهید و در کیسه را ببندید.

کلون را به خانه ببرید، آن را مرطوب نگه دارید، ولی مواظب باشید خیس آب نشود. بعد از ۲ تا ۳ روز می‌توانید آن را از کیسه خارج کنید و کلون را روی بشقابی روی طاقچه پنجره بگذارید. هر ۲ تا ۳ روز یک بار آن را آبیاری کنید.

در هفته‌های بعد، کلون خود را مشاهده کنید و هر وقت معلم‌تان درخواست کرد، آن را به کلاس ببرید.

پرسش‌ها

۱. چه چیزی در مورد بافت‌های ساقه مشاهده می‌کنید؟ آیا به نظر می‌رسد که همه سلول‌های ساقه یکسان‌اند یا تفاوت‌هایی بین آن‌ها وجود دارد؟

۲. پس از ۲ تا ۳ هفته کلون خود را توصیف کنید:

رنگ برگ‌ها

شکل برگ‌ها

ترتیب قرار گرفتن برگ‌ها



رضا مقدسی
دبیر زیست‌شناسی
دکتری نوروفیزیولوژی

تمایز جنسی مغز

چکیده

به علت کمبود پژوهش در زمینه تفاوت‌های جنسیتی مغز، هنوز از جنسیت به‌عنوان متغیر در طراحی آزمایش‌ها استفاده نمی‌شود؛ ولی تحقیقات وسیعی در این زمینه برای درک بهتر فرایند رشد طبیعی مغز و بلوغ، آسیب‌شناسی رفتارهای اجتماعی، سوءمصرف مواد، یادگیری و حافظه، آسیب‌های مغزی و بیماری‌های تخریب‌کننده اعصاب، مانند پارکینسون، آلزایمر، هانتینگتون و موارد بسیار دیگری که از نظر سلامت جسمی و روانی فردی و اجتماعی انسان امروزی مهم تلقی می‌شوند، انجام می‌شود. علاوه بر تفاوت‌هایی که بین اندازه و وزن مغز مرد و زن وجود دارد، تفاوت‌هایی ماکروسکوپی، میکروسکوپی و عملکردی نیز در مناطق مختلف مغز وجود دارد و همچنین تفاوت در رفتارهای جنسی (مانند هویت جنسی و میزان شیوع ناهنجاری‌های عصب‌شناختی و روانپزشکی) بین دو جنس نر و ماده مشاهده می‌شود. از سوی دیگر، درک سازوکارهایی که باعث بروز تفاوت‌های جنسی در رفتار جانوران می‌شوند، به فهم درست تفاوت‌های جنسی انسان کمک می‌کنند. در جانوران مهره‌دار، هورمون تستوسترون، مسئول ایجاد بیشتر و شاید همه تفاوت‌های جنسی شناخته شده در دستگاه عصبی و رفتار جانوران، مانند نرینه‌کردن، تکوین و رشد عصبی، ایجاد رفتارهای نرینگی و سرکوب رفتارهای جنس ماده است. هورمون تستوسترون از طریق ممانعت یا تشدید مرگ سلولی یا با تغییر شکل و حذف سیناپس‌ها، تکوین دستگاه عصبی را شکل می‌دهد. تعامل تجربیات با تستوسترون باعث بهبود یا کاهش اثرهای آن بر دستگاه عصبی مرکزی می‌شود. هورمون‌های گنادی علاوه بر اثرهای دائمی بر تکوین دستگاه عصبی مرکزی که در دوران جنینی اعمال می‌شود، اثرهایی موقتی نیز بر مغز جانور بالغ دارند. این اثرها به‌ویژه در بروز رفتارهای جنسی در ابتدای بلوغ و در بزرگسالی بسیار اهمیت دارند. به نظر می‌رسد تفاوت‌های جنسی مغز، به اثرهای چندین ژن مختلف بستگی دارند که شناسایی شده‌اند. بنابراین، با توجه به اهمیت و جایگاه ویژه علوم شناختی و مطالعه ساختار و عملکرد مغز در دنیای معاصر، لزوم توجه همه‌جانبه و کاربردی به آن در همه زمینه‌ها، به‌ویژه در امر آموزش، بیش از پیش احساس می‌شود.

کلیدواژه‌ها: تمایز جنسی مغز، هورمون تستوسترون، علوم شناختی

در برخی گونه‌های پستانداران مغز از لحاظ ژنتیکی ماده یا خنثی است

مقدمه

در برخی گونه‌های پستانداران مغز از لحاظ ژنتیکی ماده یا خنثی است. ویژگی‌های عملکردی و ساختاری مغز توسط هورمون‌های بیضه در دوره بحرانی نمو (اواخر حاملگی یا بعد از تولد) اعمال می‌شود. تمایز جنسی دستگاه تولید مثلی یکی از ویژگی‌های مهم فرایند تکوین جنسی است. تکوین بیضه‌ها به عامل تعیین‌کننده بیضه‌ای و تمایز اندام‌های خارجی و داخلی جنسی به هورمون‌های بیضه‌ای بستگی دارد. مغز نیز متحمل تغییراتی می‌شود که از نظر هورمونی به تمایز جنسی وابسته‌اند. هورمون‌های گنادی اثرهای دائمی بر تکوین دستگاه عصبی مرکزی و اثرهای موقتی بر مغز بالغ دارند. تیمار دستگاه عصبی مرکزی با هورمون‌های بیضه‌ای در دوران تکوین مغز باعث بروز تفاوت‌های جنسی می‌شود. تمایز جنسی مغز به تفاوت‌های ریخت‌شناختی، کالبدشناختی و عملکردی بین مغز جنس نر و ماده که تا دو سالگی قابل تشخیص‌اند، اشاره می‌کند. رشد و نمو جنین علاوه بر هورمون‌های گنادی، توسط فاکتورهای مادرانه و محیطی نیز سازماندهی می‌شود. به‌علاوه، چندین ژن مختلف وابسته به جنس در مغز نر و ماده شناسایی شده‌اند.

اثرهای هورمون‌های جنسی

هورمون‌های استروئیدی از قبیل هورمون‌های جنسی اثرهای سازمان‌دهندگی و فعال‌کنندگی بر مغز اعمال می‌کنند. اثرهای سازمان‌دهندگی استروئیدها بر مغز در دوران جنینی و نیز در دوران بلوغ اعمال می‌شود. هورمون‌های گنادی اثرهای دائمی بر تکوین دستگاه عصبی مرکزی و اثرهای موقت بر مغز افراد بالغ دارند. فونیکس^۱ در سال ۱۹۵۹ با بررسی اثرهای تستوسترون در دوران جنینی بر رفتار جنسی افراد بالغ با استفاده از گنادکتومی یا تیمار افراد بالغ با هورمون جنسی، نشان داد که در هر یک از افراد جنس نر و ماده، علاوه بر هورمون‌های جنس خود، هورمون‌های جنس مخالف نیز وجود دارند. از طرفی تعادل خاصی بین هورمون‌های دو جنس برقرار است، ولی هورمون‌های جنس خودی غالب‌اند. او نتیجه گرفت که تفاوت‌های جنسی که با اثرهای موقت استروئیدها

ایجاد می‌شوند، بعد از گنادکتومی یا توسط هورمون‌ها از بین می‌روند. تفاوت‌های جنسی که در ساختار و عملکرد مغز در دوران تمایز جنسی ایجاد می‌شوند، بعد از گنادکتومی یا تیمار افراد بالغ با هورمون باقی می‌مانند. تفاوت‌های جنسی در عملکرد مغز تا حدودی از تفاوت‌های جنسی در ساختار دستگاه عصبی مرکزی ناشی می‌شود. هورمون‌های بیضه طی تکوین باعث ایجاد تفاوت‌های جنسی در دستگاه عصبی مرکزی می‌شوند؛ مثلاً حجم هسته دو شکلی جنسی ناحیه پراپتیک^۲ در موش صحرایی نر بالغ پنج برابر موش صحرایی ماده است. تعداد نورون‌های جسم پینه‌ای نیز در موش صحرایی ماده نسبت به نرها بیشتر است. همچنین، ضخامت قشر سمت چپ مغز موش صحرایی نر نسبت به سمت راست بیشتر است. اثرهای هورمون‌های جنسی دو گونه است:

۱. **اثرهای دائمی یا سازمان‌دهندگی:** تأثیر پایدار بر عملکرد مغز و آناتومی بدن دارند. در دوران حساس رشد جنینی اعمال می‌شود؛ مانند تعیین جنسیت مذکر یا مؤنث جنین و مغز در حال رشد جنین.

۲. **اثرهای موقتی یا فعال‌کنندگی:** اثرهای گذرا و موقت هورمون‌های جنسی بر مغز افراد بالغ که در هر زمانی اعمال می‌شوند؛ مانند ایجاد رفتارهای جنسی.

به‌نظر می‌رسد، اثرهای سازمان‌دهندگی هورمون‌های تستوسترون و استرادیول قبل از تولد، برای بروز خصوصیات فیزیولوژیک و رفتار طبیعی جنسی ضروری است. اثرهای فعال‌کنندگی هورمون‌های استروئیدی در دوران بلوغ نیازمند اثرهای سازمان‌دهندگی این هورمون‌ها در ابتدای تولدند. در دوران بلوغ مدارهای سازمان‌دهی شده دوران جنینی توسط استروئیدها فعال می‌شوند. تمایز جنسی مغز، تغییرات دائمی را در ساختار و عملکردهای مغز از طریق برهم‌کنش نورون‌های در حال رشد با محیط (هورمون‌های خون، مواد غذایی، دارویی، مواد شیمیایی خون مادر) انجام می‌دهد.

چندین ژن وابسته به جنس نیز در سلول‌های عصبی در ارتباط با تمایز جنسی مغز شناسایی شده‌اند. فقدان ژن‌هایی که باعث رشد اندام‌های جنسی نر می‌شوند، به تنهایی باعث ماده‌شدن نمی‌شوند.



وجود تفاوت‌های ریخت‌شناختی و عملکردی در هسته‌های مغز مرد و زن به اثبات رسیده است

زنان دارند. مغز زنان مادهٔ خاکستری بیشتری نسبت به مردان دارد. برخی نشانگان‌ها بالینی تمایز جنسی دستگاه تولید مثلی و مغز را بهتر نشان می‌دهند. در این نشانگان‌ها آسیب شدیدی به جنس ژنتیک و هویت جنسی افراد وارد می‌شود؛ نشانگان عدم حساسیت به آندروژن^۸؛ نقصان آنزیم ۵-آلفا رداکتاز^۹؛ هیپرپلازی مادرزادی آدرنال (نشانگان آدرنوپیتال)^{۱۰}. این نشانگان‌ها نشان می‌دهند که دستگاه تولید مثلی ذاتا ماده است، ولی تحت تأثیر هورمون‌های استروئیدی نر می‌شود.

مغز نیز متحمل نوعی تمایز جنسی هورمونی می‌شود

اگر برنامهٔ طبیعت برای دستگاه تولید مثل، تبدیل جنین به جنس ماده است، آیا این واقعیت دربارهٔ مغز نیز وجود دارد؟ معلوم شده است که دستگاه تولید مثل وابسته به مغز است. بنابراین، مناطقی از مغز که به‌طور مستقیم درگیر فعالیت‌های تولید مثلی (مانند رفتارهای تولید مثلی، فعالیت گندها، تخمک‌گذاری) هستند، بایستی تمایز جنسی وابسته به هورمون را تحمل کنند. شواهد ارائه شده عبارت‌اند از:

۱. کاشت بیضه در نوزاد مادهٔ موش صحرایی، باعث توقف تخمک‌گذاری می‌شود. بنابراین، به اشتباه تصور می‌کردند که تفاوت جنسی وابسته به هورمون در هیپوفیز قدامی وجود دارد؛
۲. با دستکاری هورمونی جنین‌های موش صحرایی، نقش ناحیهٔ پراپتیک در تنظیم فعالیت گنادی مشخص شد؛

بنابراین، نرسدن مغز نیاز به هورمون‌هایی مانند تستوسترون به‌منظور تمایز آن دارد. این هورمون‌ها در نتیجهٔ بیان ژن در دوران تکوین جنینی آزاد می‌شوند.

دوشکلی جنسی مغز انسان

وجود تفاوت‌های ریخت‌شناختی و عملکردی در هسته‌های مغز مرد و زن به اثبات رسیده است؛ مانند هستهٔ اونوف^۳ در انسان که هومولوگ هستهٔ BNS^۴ در موش صحرایی است. هستهٔ اونوف در مردان نسبت به زنان نورون‌های بیشتری دارد و بزرگ‌تر است. هسته‌های INAH^۵ در هیپوتالاموس قدامی معادل هستهٔ دوشکلی جنسی POA (SND-POA)^۶ در موش صحرایی‌اند. اندازه و حجم برخی از هسته‌های INAH در مردان نیز نسبت به زنان بزرگ‌تر است. اندازه و شکل جسم پینه‌ای و پاسخ‌های فیدبکی برخی هسته‌های هیپوتالاموس به استرادیول در زنان و مردان بالغ متفاوت است.

چندین ژن مختلف وابسته به جنس در مغز نر و ماده شناسایی شده‌اند

تفاوت‌های جنسی در رفتارهای انسان نیز مشاهده می‌شوند. رفتارهای مادرانه، رفتارهای تهاجمی، رفتار تعیین قلمرو، تنظیم جذب غذا و وزن بدن، بازی، رفتارهای اجتماعی و رفتار یادگیری نیز در جانوران نر و ماده متفاوت است. هیپوکامپ، آمیگدال و نئوکورتکس در زنان و مردان از نظر اندازه و عصب‌شیمیایی^۷ با یکدیگر متفاوت‌اند. این تفاوت‌ها ناشی از اثرهای هورمون‌های استروئیدی است. کاسهٔ سر مردان بزرگ‌تر و متناسب با اندازهٔ بدن است. درصد مادهٔ سفید در مغز مردان نسبت به مادهٔ خاکستری بیشتر است. مردان مایع مغزی‌نخاعی بیشتری نسبت به

۳. هورمون‌های گنادی در دوران تکوین جنینی مسئول دوشکلی جنسی سازوکارهای عصبی تنظیم‌کننده رفتار جنسی‌اند. مشاهده رفتار جفت‌گیری نرها و رفتارهای مشابه آن‌ها در ماده‌ها معلوم کرد که تفاوت عملکرد جنسی توسط آستانه‌ای از فعالیت هورمونی و تأثیر آن بر مغز تعیین می‌شود.

نقش استروژن در تکوین مغز ماده چیست؟

در نوزادان موش صحرایی (نر و ماده) سطح پلاسمایی استروژن بالاست. اگر استروژن هورمون نرینه‌کننده مغز است و سطح پلاسمایی آن در هر دو جنس نر و ماده طی دوران بحرانی تمایز جنسی بالاست؛ چرا مغز ماده‌ها نرینه نمی‌شود؟

فرضیه حفاظتی^{۱۱}

نوعی پروتئین کبدي در موش صحرایی به نام آلفا-فیتوپروتئین^{۱۲} که فقط به استروژن متصل می‌شود، در چند هفته اول بعد از تولد به مقدار زیادی در جریان خون وجود دارد که مغز ماده‌ها را از اثرهای نرینه‌کننده هورمون استروژن محافظت می‌کند. در نرها، تستوسترون به آلفا-فیتوپروتئین متصل نمی‌شود. بنابراین، وارد نورون‌ها می‌شود و در نتیجه آروماتیزاسیون به استروژن تبدیل و اثرهای نرینه‌کننده‌اش را اعمال می‌کند. شواهد عبارت‌اند از: حذف تخمدان^{۱۳} در موش صحرایی ماده هیچ اثر آشکاری بر تنظیم ترشح LHRH و رفتار جنسی ماده‌ها ندارد. همچنین، تیمار نوزادان ماده موش صحرایی با مواد ضد استروژن^{۱۴} مانع تخمک‌گذاری طبیعی و رفتار جفت‌گیری ماده‌ها بدون افزایش رفتار جنسی نرینه (یعنی موش صحرایی ماده نه نر است، نه ماده) می‌شود. به علاوه، تیمار نوزادان نر با مواد ضد استروژن تفاوت جنسی در حجم هسته دو شکلی جنسی ناحیه پراپتیک را کاهش می‌دهد.

بنابراین، مغز موش صحرایی به‌طور ژنتیک ماده نیست، بلکه خنثی است. در گونه‌هایی که تمایز جنسی مغز بعد از تولد رخ می‌دهد، آلفا فیتوپروتئین به‌عنوان منبع استروژن بعد از تولد به کار می‌رود، به نحوی که مغز ماده می‌تواند رشد طبیعی داشته باشد. براساس فرضیه تحویل^{۱۵}، مقدار مناسبی استروژن برای رشد طبیعی مغز ماده مورد نیاز است. استروژن که برای تمایز نرینه مغز لازم است، از آروماتیزاسیون تستوسترون به دست می‌آید و به استروژن پلاسمایی اضافه می‌شود. در دوران جنینی مغز انسان در نوزادان پسر مستقیماً از طریق فقدان این هورمون نمو پیدا می‌کند. در این دوران هویت جنسی (احساس زن یا مرد بودن)، جهت‌گیری جنسی و سایر رفتارها تعیین می‌شوند.

اثرهای هورمون‌های گنادی بر تکوین دستگاه

عصبی مرکزی

● استرادیول مانع آپوپتوز در هسته دو شکلی جنسی ناحیه پراپتیک می‌شود: حجم این هسته در موش صحرایی نر پنج برابر

بزرگ‌تر از موش صحرایی ماده است. علت آن، تعداد زیاد نورون‌ها در نرهاست؛ چون استروئیدها مانع آپوپتوز می‌شوند. شواهد نشان می‌دهند که تجویز تستوسترون آگزوژن بعد از تولد به نرهای اخته آپوپتوز را به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای مهار می‌کند. در موش صحرایی ماده تعداد نورون‌ها در بخش پسین هسته بین روزهای ۴ و ۱۰ بعد از تولد کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد. این کاهش در نرهای سالم یا ماده‌هایی که رژیم معکوس‌کننده جنسیت تستوسترونی را دریافت کرده‌اند اتفاق نمی‌افتد.

● القای آپوپتوز در هسته دور بطنی قدامی شکمی^{۱۶} توسط هورمون‌های گنادی: حجم هسته دور بطنی قدامی شکمی (APN)^{۱۷} در موش صحرایی ماده نسبت به نرها، بعد از بلوغ بزرگ‌تر است. اخته‌کردن نوزادان موش صحرایی این تفاوت جنسی را از بین می‌برد. در ماده‌ها، تجویز تستوسترون باعث حذف این تفاوت می‌شود.

تستوسترون با اثر بر عضلات محیطی مانع مرگ نورونی در هسته APN می‌شود: تعدادی از نورون‌های هسته SBN عضلات آلت

رفتارهای مادرانه، رفتارهای
تهاجمی، رفتار تعیین قلمرو، تنظیم
جذب غذا و وزن بدن، بازی،
رفتارهای اجتماعی و رفتار یادگیری
نیز در جانوران نر و ماده متفاوت
است



تناسلی را عصب‌دهی می‌کنند. این هسته تقریباً در طناب نخاعی ماده‌ها وجود ندارد. در هر دو جنس نر و ماده، عضلات نعوزی^{۱۸} و نورون‌های هسته SBN هنگام تولد وجود دارند، ولی بعد از اولین هفته تولد در موش صحرایی ماده ناپدید می‌شوند. هورمون تستوسترون عامل نگهداری عضلات آلت تناسلی و بقای نورون‌های حرکتی هسته SBN است.

● تغییرات هورمونی القا شده ساختار مغز، فقط محدود به دوران

فاکتورهایی که در برهم کنش بین هورمون‌ها و سیستم مغزی در حال نمو تأثیر می‌گذارند، ممکن است به صورت دائمی رفتارهای آینده فرد را تغییر دهند

تکوین جنینی نیست: در دوران بلوغ، هورمون‌های گنادی باعث بروز تغییرات ساختاری در مغز می‌شوند. مثل تغییرات فصلی در رفتار آوازخوانی در پرندهای نر جوان. در فصل جفت‌گیری، شروع فعالیت بیضه باعث افزایش طول دندریت‌ها و تشکیل سیناپس‌های جدید می‌شود. در موش صحرایی ماده، بعد از چهارمین روز دوره فعلی، تغییرات وسیعی در تعداد سیناپس‌های هیپوکامپ مشاهده می‌شود. در انسان تغییرات بدنی، شخصیت و آگاهی جنسی در دوران بلوغ مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده تغییرات ساختاری در دستگاه عصبی مرکزی است.

اهمیت عملکردی تفاوت‌های جنسی مغز چیست؟

در جانوران رفتارهایی از قبیل آوازخوانی پرندگان، تعیین قلمرو در موش صحرایی و تخمک‌گذاری در موش آزمایشگاهی به عملکرد متفاوت مغز مربوط می‌شود؛ ولی اهمیت عملکردی تفاوت‌های جنسی در انسان نسبت به جوندگان کمتر معلوم شده است: هسته دو شکلی جنسی پراپتیک در مردان نسبت به زنان بزرگ‌تر است و نورون‌های بیشتری دارد. این تفاوت‌ها بعد از پنج سالگی توسعه پیدا می‌کنند. هسته ۳- INAH در مردان نسبت به زنان بزرگ‌تر است. تفاوت‌های جنسی در عملکرد شناختی که از نظر آماری معنی‌دار هستند، عبارت‌اند از:

- مردان عملکرد بهتری در اعمال درک فضایی نسبت به زنان دارند.
- زنان عملکرد بهتری در فعالیت‌های کلامی نسبت به مردان دارند.
- عملکرد مغز مردان نسبت به زنان بیشتر جانبی شده^{۱۹} است؛ مثلاً، بعد از سکته مغزی زنان نسبت به مردان بیشتر قادر به درک گفتار هستند؛ یعنی نواحی تکلم کورتکس کمتر آسیب می‌بینند.

هورمون‌های جنسی و تکوین مغز انسان

هورمون‌های تستوسترون، استروژن و استرادیول در مراحل مختلف دوران جنینی بر رشد و نمو مغز تأثیر می‌گذارند. تعدادی از نورون‌های سرتاسر مغز در دوران جنینی دارای گیرنده‌های هورمونی هستند. در جنین پسر، دوبار افزایش شدید تستوسترون جنینی رخ می‌دهد: در دوران جنینی بین هفته ۱۲ تا ۱۸ و هفته

۳۴ تا ۴۱ بارداری که میزان آن ده برابر دختران است و نیز در سه ماهه اول بعد از تولد که به اندازه بزرگسالی است.

در اواخر حاملگی میزان آلفا - فیتوپروتئین کاهش می‌یابد، استروژن بیشتری از جفت عبور می‌کند و بر جنین اثر می‌گذارد. لذا، محور هیپوتالاس - هیپوفیز - گنادی را مهار می‌کند. در نتیجه، سطح تستوسترون در جنین پسران و استروژن در جنین دختران افزایش پیدا می‌کند. ولی سطح تستوسترون دختران در این دوره به اندازه پسران نمی‌رسد. اثرهای برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی تستوسترون و فعالیت رسپتورهای استروئیدی باعث شکل‌گیری مدارهای مغزی در مغز پسران می‌شود. در دوران بلوغ افزایش سطح هورمون‌ها باعث فعال شدن مدارهای عصبی و الگوهای رفتاری می‌شوند. که در دوران نمو جنینی شکل گرفته‌اند. تفاوت‌های ساختاری مغز ناشی از برهم‌کنش هورمون‌ها و سلول‌های مغزی نمو یافته است که اساس تفاوت‌های جنسی در رفتار است. تفاوت‌های جنسی در رفتار شامل هویت جنسی^{۲۰}، نقش جنسی^{۲۱}، تفاوت‌های جنسی مربوط به شناخت^{۲۲}، رفتار تهاجمی^{۲۳} و سازمان‌دهی زبان^{۲۴} هستند. فاکتورهایی که در برهم‌کنش بین هورمون‌ها و سیستم مغزی در حال نمو تأثیر می‌گذارند، ممکن است به صورت دائمی رفتارهای آینده فرد را تغییر دهند.

پی‌نوشت‌ها

1. Phoenix
2. preoptic
3. Onuf's nucleus
4. Spinal Bulbocavernosus Nucleus (SBN)
5. Interstitial Nucleus of the Anterior Hypothalamus (INAH)
6. Sexually Dimorphic Nucleus of the Preoptic area (SDN-POA)
7. Neurochemistry
8. Androgen Insensitivity (Feminizing Testis)
9. 5-Alpha-Reductase Deficiency
10. Congenital Hyperplasia
11. Protection Hypothesis
12. a-fetoprotein
13. Ovariectomy
14. Antistrogen
15. Delivery
16. SBN
17. Antroventral Periventricular Nucleus (APN)
18. phallic
19. Lateralized
20. Gender
21. Gender Role
22. Sex Difference Regarding Cognition
23. Aggressive Behavior
24. Language Organization

منابع

- 1- Squire L et al. (2014), Fundamental Neuroscience, Academic press, London, uk.
- 2- Gorskey R et al. (2015), Development of Nervous System, Academic press, London, uk.
- 3- Swaab DF & Garcia A, Sexual Differentiation of the Human Brain in Related to Gender Identity; Progress Brain Research. 2010;186:41-62
- 4- Margaret M et al; Sex Differentiation in the Brain; Neuroscience. 2012; 32(7): 2241-2247.

تأثیر نورهای مصنوعی لامپ‌ها بر میزان رشد باکتری‌ها

چکیده

در این پژوهش تأثیر نورهای مصنوعی مختلف لامپ‌ها بر و کلبسیلا (E.coli) میزان رشد باکتری‌های اشریشیا کلای بررسی شده است. با توجه به اینکه امروزه (Klebsiella) استفاده از لامپ‌های رنگی متداول و هر نور طول موج خاص خود را دارد، هدف این پژوهش استفاده بهینه از خواص طول موج‌های مختلف نورهای رنگی برای کنترل رشد باکتری‌هاست تا بتوان لامپ‌های رنگی کم‌ضررتر را جانشین لامپ‌های فرابنفش کرد که برای سلامت انسان و محیط زیست زیان‌آورند.

این تحقیق به صورت کتابخانه‌ای-آزمایشگاهی صورت گرفته است؛ به این ترتیب که بعد از اینکه باکتری‌ها در محیط کشت در آزمایشگاه کشت داده شدند، تحت تابش نورهای رنگی مختلف قرار گرفتند و مشاهده شد که رنگ‌های مختلف تأثیرهای متفاوتی بر رشد باکتری‌ها دارند. بیشترین رشد باکتری‌ها در فضای تاریک روی داد، مشاهده شد که باکتری‌ها در نور سبز هیچ رشدی نداشتند و در نور زرد و آبی رشد بسیار اندک داشتند.

کلید واژه‌ها

باکتری اشریشیا کلای، باکتری کلبسیلا، نورهای رنگی، کشت باکتری، محیط کشت



رضاحق‌گوئی

دانش‌آموز پایه هشتم دبیرستان

متوسطه اول علامه حلی نقده

معلم‌ان راهنما

یوسف عزیز کلاتری و عزیز عذار





گیاهان دامنه جنوبی ارتفاعات البرز مرکزی، شمیرانات و رودبار قصران

را حله درزی

نام فارسی: مریم‌گلی کبیر
نام علمی: *Salvia sclarea* L.
نام تیره: Lamiaceae

توضیحات

گیاه دوساله یا کم و بیش چندساله، ساقه قوی ایستاده به ارتفاع ۳۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر با گل آذین پانیکولی با برگ‌های مشخص و بزرگ بسیار معطر که در دامنه‌های کوهستانی اغلب نقاط کشور می‌روید.



نام فارسی: گوش برۀ زرد، چالمه
نام علمی: *Phlomis olivieri* Benth.
نام تیره: Lamiaceae

توضیحات

گیاهی چندساله به ارتفاع تا ۴۰ سانتی‌متر پوشیده از کرک‌های متراکم متنوع غده‌ای، ستاره‌ای، درختی، سپری و تک‌سلولی در اندام‌های مختلف با گل‌های تقریباً بزرگ، مجتمع در چرخه‌های ۵ تا ۶ گلی و برگ‌های پایینی زیر، خشن و بزرگ و برگ‌های ساقه‌ای تخم‌مرغی، پهن تا کشیده است. این گیاه در نواحی کوهستانی، مجاور دامنه‌های صخره‌ای، استپی و مرتعی ایران - تورانی و هیرکانی ایران رشد می‌کند و می‌تواند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های مرتع تخریب شده باشد.



نام فارسی: گل آفتاب پرست
نام علمی: *Heliotropium europaeum* L.
نام تیره: Boraginaceae

توضیحات

گیاهی علفی یک‌ساله، افراشته و نیمه‌افراشته، به ارتفاع ۵ تا ۶۰ سانتی‌متر، دارای کرک‌های خوابیده تا افراشته با برگ‌های تخم‌مرغی تا بیضوی کرک‌دار، جام پیوسته و گل‌آذین گرزنی کژدمی (دم عقربی) که در اغلب نقاط کشور می‌روید.



نام فارسی: گل حسرت، سنبله، سورنجان
نام علمی: *Colchicum kotschy* Boiss.
نام تیره: Colchicaceae

توضیحات

گیاهی بنه‌دار با گل‌های کم‌عمر به ارتفاع تا ۲۵ سانتی‌متر که گل‌های آن در اواخر تابستان یا اوایل فصل پاییز ظاهر می‌شود در حالی که میوه و برگ‌های آن در فصل بهار می‌رویند. اجزای این گیاه حاوی ماده‌ی مهمی به نام کلشی سین است. گل حسرت در ارتفاعات البرز، مناطق مرکزی و غربی کشور می‌روید.

نام فارسی: سرخه‌ولیک
نام علمی: *Crataegus monogyna* Jacq.
نام تیره: Rosaceae

توضیحات
درختچه‌ای خاردار به ارتفاع ۲ تا ۶ متر با پوست خاکستری، پرگل و پر از میوه‌های قرمز تک‌دانه که در ارتفاعات کوهستانی البرز، شمال و شمال غرب کشور پراکنده است.



نام فارسی: ازگیل
نام علمی: *Mespilus germanica* L.
نام تیره: Rosaceae

توضیحات
درختچه‌ای وحشی با برگ‌های سرنیزه‌ای که دارای شاخه‌های خاردار، گل‌های سفید منفرد و درشت است. میوه ازگیل قهوه‌ای و بسیار سخت است و تا زمانی که خوب رسیده نشود، قابل خوردن نیست. گوشت ازگیل پس از رسیدن از سفید به قهوه‌ای تغییر رنگ می‌دهد و کاملاً نرم و شیرین تا ترش می‌شود. ازگیل به صورت خودرو در جنگل‌های منطقه رویشی خزری از گلستان تا گرگان و همچنین در مناطق سردسیر و جنوبی البرز می‌روید.



نام فارسی: نسترن وحشی
 نام علمی: *Rosa canina* L.
 نام تیره: Rosaceae

توضیحات

درختچه‌ای خزان‌کننده، ساقه افراشته یا گسترده به ارتفاع ۱ تا ۴ متر با خارهای خمیده و قلابی شکل گل‌ها سفید یا صورتی به ندرت منفرد، برگچه‌های نوک تیز و میوه کروی تا کوزه‌ای شکل است. این گونه در نقاط شمالی، شمال غرب، غرب، شرق و مرکز کشور پراکنده است.

نام فارسی: سماق
 نام علمی: *Rhus coriaria* L.
 نام تیره: Anacardiaceae

توضیحات

درختچه‌ای خزان‌پذیر به ارتفاع تا پنج متر که میوه‌اش به صورت چاشنی غذایی مصرف می‌شود و به صورت خودرو و کاشته شده در اغلب نواحی کوهستانی کشور دیده می‌شود.



پاسخ‌های تحلیلی به پرسش‌های المپیاد زیست‌شناسی

امیر حسین زارع مهذبیه
دارنده مدال طلای المپیاد
زیست‌شناسی کشوری ۱۳۹۶
دانشجوی دانشگاه علوم پزشکی تهران



اشاره

در شماره‌های پیشین این نشریه تعدادی از پرسش‌های نظری نخستین مرحله المپیاد زیست‌شناسی کشور در سال‌های گذشته را همراه با پاسخ‌های تحلیلی منتشر کردیم. بنا به درخواست گروهی از مخاطبان محترم در این شماره نیز معرفی این پرسش‌ها را همراه با پاسخ‌های تشریحی و تحلیلی ادامه می‌دهیم.

پرسش ۱

توالی هدف

C ₁	G ₂	A ₃	T ₄	A ₅
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

مرحله اول

A ₁	T ₂	A ₃
----------------	----------------	----------------

مرحله دوم

A ₁	T ₂	A ₃
----------------	----------------	----------------

مرحله سوم

A ₁	T ₂	A ₃
----------------	----------------	----------------

مرحله اول: کاراکتر ۱ از توالی الگو با کاراکتر ۱ از توالی هدف مقایسه می‌شود. با توجه به متفاوت بودن این دو، توالی الگو یک خانه به سمت راست جابه‌جا می‌شود.

مرحله دوم: کاراکتر ۱ از توالی الگو با کاراکتر ۲ از توالی هدف مقایسه می‌شود. با توجه به متفاوت بودن این دو، توالی الگو یک خانه به سمت راست جابه‌جا می‌شود.

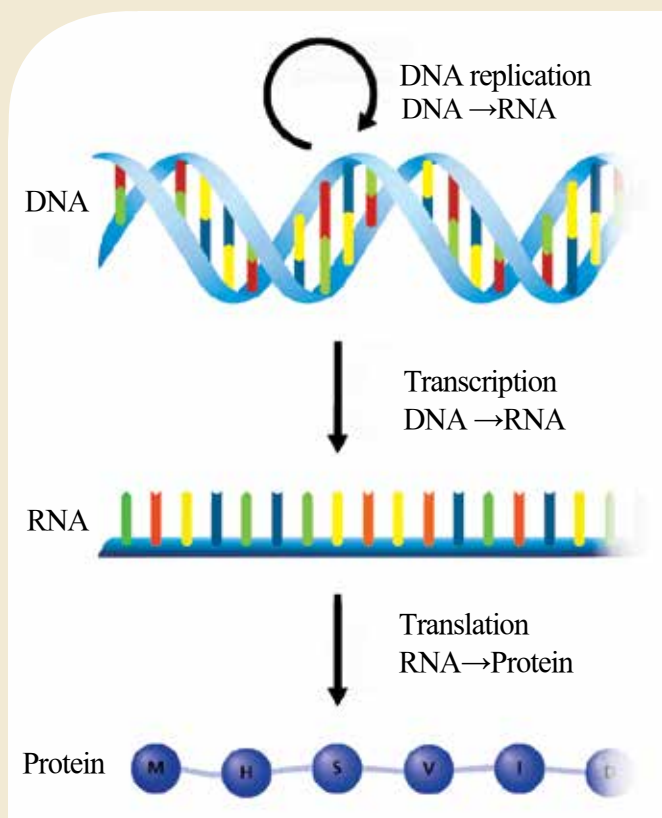
مرحله سوم: کاراکتر ۱ از توالی الگو با کاراکتر ۳ از توالی هدف،

واژه «الگوریتم» به مجموعه‌ای متناهی از دستورالعمل‌هایی گفته می‌شود که به ترتیب برای حل یک مسئله اجرا می‌شوند. بسیاری از مسائل علوم زیستی، به ویژه در حوزه‌های ژنومیکس و پروتئومیکس را می‌توان به الگوریتم‌های قابل فهم توسط ماشین تبدیل کرد. با توجه به ظرفیت محدود تعداد محاسبات کامپیوتر در هر لحظه، هنگام طراحی الگوریتم باید مدت زمان لازم برای اجرای آن را مد نظر قرار داد که تابعی است از تعداد کل محاسبات لازم برای اجرای آن.

الگوریتم‌های جست‌وجو (Search) از الگوریتم‌های پرکاربرد در علوم زیستی و علوم کامپیوتر به‌شمار می‌روند. به عنوان مثال، برای بررسی وجود ژن متناظر یک cDNA در یک ژنوم، الگوریتم جست‌وجو مورد نیاز است.

جست‌وجوی توالی الگو (ATA) در توالی هدف (CGATA) به عنوان نمونه بررسی شده است. ساده‌ترین الگوریتم جست‌وجو در ۳ مرحله و با انجام ۵ محاسبه به نتیجه می‌رسد (هر محاسبه به معنای بررسی یکسان بودن یک کاراکتر در توالی الگو با یک کاراکتر در توالی هدف است).

شکل ساده‌شده این قاعده که اکنون در همه کتاب‌های زیست‌شناسی مطرح می‌شود، این است که DNA دورشته‌ای همانندسازی می‌شود، به RNA تکرشته‌ای رونویسی می‌شود و به کمک واسطه‌ای (که بعدها کشف و به عنوان tRNA شناخته شد) به پروتئین‌ها ترجمه می‌شود. آزمایش‌های «مارشال نیرنبرگ» در سال ۱۹۷۱ سرآغاز سلسله تحقیقات دیگری بود که در نهایت به رمزگشایی کد ژنتیکی و کشف ارتباط بین توالی‌های سه‌نوکلئوتیدی در mRNA و آمینواسیدهای متناظر منجر شد.



هم‌زمان با این پیشرفت‌ها در کشف سازوکارهای توارث و انتقال اطلاعات بین مولکول‌های زیستی، در جبهه دیگری از تحقیقات، توجه به ماهیت این اطلاعات معطوف شده بود. با وجود تعداد محدود اجزای تشکیل‌دهنده مولکول‌های زیستی حامل این اطلاعات (تنها چهار نوکلئوتید و حدود بیست آمینواسید) این تنوع گسترده در عالم موجودات زنده باید ناشی از ترتیب قرارگیری این اجزا و توالی منحصر به فرد «بس‌پارهای زیستی»^۲ باشد.

نخستین ثمره این دسته از تحقیقات، توالی‌یابی کامل پروتئین انسولین بود که توسط «فردریک سنرگر» در سال ۱۹۵۱ انجام شد و نخستین تولید داده زیستی^۳ به‌شمار می‌رود. با پیشرفت روش‌های توالی‌یابی پروتئین‌ها و در ادامه اسیدهای نوکلئیک و انباشته شدن این دادگان زیستی، ذخیره‌سازی، مدیریت و در قدم بعدی تحلیل آن به یکی از چالش‌های مهم پیش‌روی علم زیست‌شناسی بدل شد.

مقایسه می‌شود. با توجه به یکسان بودن این دو، کاراکتر ۲ از توالی الگو با کاراکتر ۴ از توالی هدف و کاراکتر ۳ از توالی الگو با کاراکتر ۵ از توالی هدف مقایسه می‌شود.

حال اگر بخواهیم وجود یک توالی تکرشته مشخص به طول 10^9 کاراکتر را در یک تکرشته توالی تصادفی به طول 10^9 کاراکتر، به‌وسیله الگوریتم بالا و در یک کامپیوتر با توانایی انجام 10^8 محاسبه در هر ثانیه، بررسی کنیم، نسبت زمان مورد نیاز (به ثانیه) برای حل طولانی‌ترین حالت ممکن به کوتاه‌ترین حالت ممکن حدوداً چند است؟

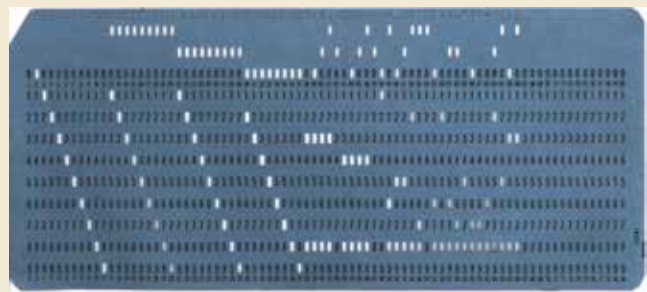
- ۱) 10^{11}
- ۲) 10^9
- ۳) 10^7
- ۴) 10^2
- ۵) ۱

تحلیل پرسش ۱

در تحلیل این پرسش، فرصت را مغتنم می‌شماریم و در ابتدا به طور مختصر به معرفی علم «بیوانفورماتیک» می‌پردازیم: «قاعده مرکزی زیست‌شناسی مولکولی»^۱ نامی درخور اهمیت خود دارد. برای درک جایگاه آن در علم زیست‌شناسی بهتر است به دهه ۱۹۵۰ میلادی بازگردیم.

سلسله وقایع این دهه پر حادثه برای علم زیست‌شناسی، با آزمایش «آلفرد هرشی» و «مارتا چیس» در سال ۱۹۵۲ آغاز شد و نشان داد عامل وراثت ژنتیکی نه پروتئین، بلکه «دئوکسی‌ریبونوکلئیک اسید (DNA)» است. در بحبوحه مجادلات بعدی بر سر ساختار فضایی مولکول DNA، مقاله مشهور «جیمز واتسون» و «فرانسیس کریک» در ماه آوریل ۱۹۵۳ منتشر شد که ماریچ دو گانه را به عنوان ساختار DNA پیشنهاد می‌کرد. بلافاصله با انتشار مقاله دیگری از همین نویسندگان در ماه مه ۱۹۵۳ و پیشنهاد روش نیمه‌حفظ‌شده برای همانندسازی DNA (که در آن دو رشته DNA از هم باز می‌شوند و هر کدام به عنوان الگویی برای ساخت یک رشته دختری عمل می‌کنند)، رقابتی برای کشف سازوکار همانندسازی DNA آغاز شد. سرانجام در سال ۱۹۵۷ آزمایش معروف «متیو مزلسون» و «فرانکلین استال» شواهدی در تأیید روش نیمه‌حفظ‌شده ارائه داد. در همان سال ۱۹۵۷ در همایشی در لندن، «فرانسیس کریک» در خطابه‌ای مهم، «قاعده مرکزی زیست‌شناسی مولکولی» را مطرح کرد. این طرح‌واره، که جریان انتقال اطلاعات را در سامانه‌های زنده صورت‌بندی می‌کند، در ابتدا به این صورت عنوان شد که: «اطلاعات موجود در پروتئین امکان باز یابی و تبدیل به دیگر مولکول‌های زیستی را ندارد».

«مارگارت اُکلی دایهوف» را پیشگام علم «بیوانفورماتیک» نامیده‌اند. او که مدرک دکتری خود را در رشته شیمی کوانتوم و با تمرکز روی استفاده از رایانه برای انجام محاسبات دریافت کرده بود، در دهه ۱۹۶۰ به تحقیقات در زمینه بیوشیمی پروتئین‌ها جذب شد و در سال ۱۹۶۲ با همکاری «رابرت لدلی» اولین برنامه رایانه‌ای را ارائه داد که برای حل مسئله‌ای زیست‌شناختی استفاده می‌شد. نرم‌افزار COMPROTEIN به زبان فورترن^۴ روی بیش از هزار کارت پانچ (تصویر پایین)، برای ابررایانه آن زمان، IBM۷۰۹۰ و برای پیدا کردن توالی کامل یک پروتئین از روی توالی قطعات کوچک و متعدد نوشته شده بود.



او در ادامه کدهای تک‌حرفی را برای کاهش حجم داده‌های توالی پروتئین ابداع کرد (به عنوان مثال آمینواسید آرژینین را با کد سه حرفی Arg، یا کد تک‌حرفی R نمایش می‌دهند) و در سال ۱۹۶۵ کتاب اطلس توالی و ساختار پروتئین را چاپ کرد که اطلاعات همه ۶۵ پروتئین شناخته‌شده در آن زمان را در بر داشت. در تحقیقات بعدی با همکاری «ریچارد اِک» با مقایسه توالی‌های یک پروتئین در چند گونه مختلف اولین درخت فیلوژنی با استفاده از داده‌های مولکولی و رایانه را ارائه داد.

در نهایت، علم «بیوانفورماتیک» یا «زیست‌داده‌ورزی» را که محل تلاقی علوم زیستی و علوم رایانه است، می‌توان به عنوان روش‌های ذخیره، مدیریت و تحلیل اطلاعات مربوط به مولکول‌های زیستی با کمک رایانه‌ها و الگوریتم‌ها تعریف کرد. با مشاهده پایگاه‌های عظیم داده‌های زیستی و ابزارهای تحلیلی در اینترنت، پیشرفت این رشته نسبت به زمان چاپ اطلس پروتئین‌های «مارگارت دایهوف» خیره‌کننده است.

به پرسش ۱ برمی‌گردیم:

در الگوریتم جست‌وجو که در سؤال معرفی شده، زمان حل مسئله با تعداد مقایسه‌های انجام‌شده بین دو توالی الگو و هدف متناسب است. بنابراین، با تصور حالاتی که کمترین و بیشترین تعداد مقایسه را داشته باشند می‌توان به حل آن پرداخت.

ساده‌ترین حالت ممکن که در کوتاه‌ترین زمان حل می‌شود، در صورتی رخ خواهد داد که توالی الگو دقیقاً همتای 10^2 نوکلئوتید اول توالی هدف باشد. در این حالت، نوکلئوتید اول از توالی الگو با نوکلئوتید اول از توالی هدف مقایسه شده و یکسان تشخیص داده می‌شود. به همین ترتیب مقایسه نوکلئوتیدهای بعدی صورت گرفته و پس از کنترل همه نوکلئوتیدهای توالی الگو، الگوریتم

جست‌وجو با 10^2 محاسبه خاتمه پیدا می‌کند.

توالی هدف	10^1									
	G	G	G	-	G	G	G	-	G	
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
توالی الگو	G	G	G	-	G	G				
	10^2									

طولانی‌ترین حالت ممکن در صورتی رخ خواهد داد که توالی الگو همتای 10^2 نوکلئوتید آخر توالی هدف باشد و حداکثر تعداد مقایسه قبل از یافتن تفاوت دو توالی و جابه‌جا کردن توالی الگو صورت گیرد. در این حالت در مرحله اول 10^2 محاسبه انجام شده و به علت تفاوت نوکلئوتید آخر توالی الگو با توالی هدف، این مرحله از جست‌وجو ناموفق به پایان می‌رسد.

توالی هدف	10^1									
	G	G	G	-	G	G	G	-	T	
	/	/	/	/	/	/	/	/	x	
توالی الگو	G	G	G	-	G	T				
	10^2									

سپس توالی الگو یک نوکلئوتید به سمت راست جابه‌جا شده و الگوریتم تکرار می‌شود. در این مرحله نیز پس از انجام 10^2 محاسبه به علت تفاوت نوکلئوتید آخر توالی الگو با توالی هدف، جست‌وجو ناموفق به پایان می‌رسد.

توالی هدف	10^1									
	G	G	G	G	-	G	G	-	T	
	/	/	/	/	/	/	/	/	x	
توالی الگو	G	G	G	-	G	T				
	10^2									

در نتیجه تعداد کل محاسبات انجام‌شده در این حالت، از ضرب تعداد محاسبات در هر مرحله (10^2) در تعداد مراحل (تعداد هم‌ردیفی‌های ممکن یک توالی به طول 10^2 با توالی دیگری به طول 10^9) قبل از موفق شدن جست‌وجو به دست می‌آید.

توالی هدف	10^1									
	G	-	G	G	G	G	-	G	T	
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
توالی الگو	G	G	G	-	G	T				
	10^2									

تعداد مراحل نیز به راحتی محاسبه می‌شود و برابر است با: $(-10^9 + 1)$ یا تقسیم تعداد محاسبات در هر حالت به سرعت محاسبه رایانه و به دست آوردن نسبت مدت زمان اجرای الگوریتم در دو حالت، داریم:

$$\frac{10^2}{10^8} \approx 10^{-6}$$

$$\frac{10^2 \cdot (10^9 - 10^2 + 1)}{10^8}$$

مواد شیمیایی خاصی که از گیاهان دیگر ترشح می‌شوند به عنوان فاکتورهای رشد این گیاه انگل عمل می‌کنند. به همین علت دانه‌رست به سمت گیاهان دیگر رشد می‌کند

پرسش ۲

تصویری که مشاهده می‌کنید، تصویر میکروسکوپی از محل اتصال دو گیاه A و B است. در مورد این دو گیاه به دو پرسش پیش‌رو پاسخ دهید.



ساختار A چه اندامی را نشان می‌دهد؟

- (۱) ریشه تک‌لپه
- (۲) ریشه دولپه
- (۳) ساقه تک‌لپه
- (۴) ساقه دولپه
- (۵) ساقه باز دانه

در مورد گیاه B، کدام گزینه همه گزاره‌های صحیح را در بر دارد؟
I. کمترین جذب نوری توسط عصارة این گیاه در طول موج سبز است.

II. این گیاه ریشه‌های افشان دارد.

III. این گیاه برگ‌های فلس‌مانند کوچک دارد.

IV. رویش دانه‌های این گیاه در بخش سطحی خاک انجام می‌شود.

V. سیگنال‌های شیمیایی خارجی، باعث جوانه زدن دانه یا رشد دانه‌رست این گیاه می‌شود.

(۱) I, II

(۲) III, IV

(۳) I, II, III

(۴) III, IV, V

(۵) I, III, IV, V

تحلیل پرسش ۲

بارزترین ویژگی این ریزنگاره، ساختاری از گیاه B است که به درون بافت آوندی گیاه A هجوم برده است. به همین علت می‌توان حدس زد که این تصویر، محل اتصال یک گیاه انگل به گیاه میزبان را نشان می‌دهد. در حقیقت نیز این ریزنگاره از محل اتصال گیاه انگلی «سس»^۵ متعلق به خانوادهٔ باقلائیان^۶ تهیه شده است. «شبدر»^۷ متعلق به خانوادهٔ باقلائیان^۸ تهیه شده است. ساختار جالب‌توجه گیاه انگل، «هوستوریوم»^۹ نام دارد. این ساختار از گیاه انگل رشد می‌کند و به بافت‌های گیاه میزبان هجوم می‌برد، با تجزیهٔ بافت‌های پوست و زمینه، به بافت آوندی می‌رسد و از شیرهٔ گیاه میزبان تغذیه می‌کند. با دقت بیشتر به تصویر نیز می‌توان ساختار آوندی موجود در «هوستوریوم» را تشخیص داد که از جنس آوند چوبی^{۱۰} است و مسیری را برای انتقال مواد مغذی از میزبان به انگل فراهم می‌کند.



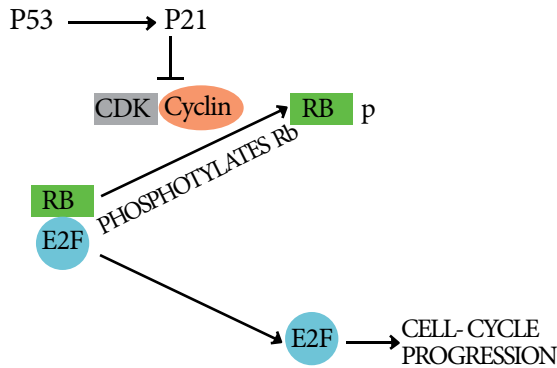
گیاه سس با ساختار کوچک و توری‌مانند و رنگ زرد، ویژگی‌های جالبی دارد که همه در راستای سازگاری با سبک زندگی انگلی عمل می‌کنند.

این گیاه که مواد مغذی را از گیاه میزبان جذب می‌کند، خود فتوسنتز نمی‌کند. به همین علت سلول‌های این گیاه کلروپلاست‌های خود را از دست داده‌اند (یا در تعداد کم در برخی سلول‌ها دیده می‌شود). علت رنگ زرد گیاه نیز همین است؛ چرا که برخلاف گیاهان سبز، کمترین میزان جذب و بیشترین میزان باز نشر نور در طول موج‌های مربوط به رنگ زرد است.

عدم فتوسنتز به معنای این است که این گیاه به مساحت برگ برای جذب نور نیز نیازی ندارد و برای مقابله با از دست دادن آب، برگ‌ها به فلس‌های کوچک تقلیل پیدا کرده‌اند.

به علاوه، این گیاه اندام ریشه را به کلی از دست داده است (ریشه در حقیقت در مراحل اولیهٔ جوانه‌زنی وجود دارد؛ اما سپس از بقیه

پیکان تیز نشان‌دهنده تحریک و پیکان صاف نشان‌دهنده مهار است. فعالیت پروتئین E2F باعث افزایش تقسیم سلولی می‌شود. کدام گزینه همه گزاره‌های صحیح را در بر دارد؟



- I. پروتئینی در ژنوم ویروس که باعث تجزیه پروتئین p53 شود، می‌تواند باعث ایجاد سرطان شود.
- II. پروتئینی در ژنوم ویروس که به سایکلین متصل شده و از اتصال آن به CDK جلوگیری کند، می‌تواند باعث ایجاد سرطان شود.
- III. پروتئین Rb غیرفسفریله یک عامل مهارکننده تومور (tumor supressor) است.
- IV. آلوده شدن سلول‌های میزبان توسط پاپیلوماویروس، باعث ورود سلول به مرحله S (سنتر) از چرخه سلولی می‌شود.
- V. ویروس پس از ورود به پوست، چرخه زندگی را در سلول‌های لایه شاخی آغاز می‌کند.

- 1) I, II, III
- 2) II, III, V
- 3) I, III, IV
- 4) I, III, V
- 5) II, IV, V

تحلیل پرسش ۳

تحلیل منطقی شبکه‌هایی از برهم‌کنش اجزای یک سامانه بارها در آزمون‌های المپیاد مورد پرسش واقع شده است. عملکردهای پیچیده در سلول زنده نیز تحت کنترل شبکه‌هایی این چنینی است و بررسی اثر هریک از اجزاء، از اهمیت شایانی در پژوهش‌های زیست‌شناسی برخوردار است. در این مثال یک مسیر سلولی با اجزایی از جنس ژن یا پروتئین نمایش داده شده است که پیشرفت سلول در چرخه سلولی را کنترل می‌کند. اجزای مختلف با توجه به برهم‌کنش با اجزای دیگر، اثر تحریکی یا مهاري روی خروجی مسیر خواهند داشت. به صورت کلی با تقسیم‌بندی این نوع شبکه‌ها به قطعات کوچک‌تر می‌توان آن را تحلیل کرد. ساده‌ترین روابط ممکن با دو یا سه عامل (در این مثال پروتئین) در جدول زیر خلاصه شده است.

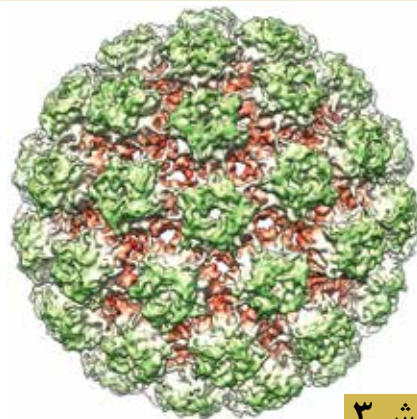
گیاه جدا می‌شود و از بین می‌رود و دور ساقه گیاه میزبان پیچیده و بستری برای خود فراهم می‌کند.

روند جوانه‌زنی دانه و رشد دانه‌رست نیز در راستای افزایش سرعت و احتمال پیداکردن گیاه میزبان ویژگی‌های خاصی دارد. به علت ذخایر غذایی محدود موجود در دانه و عدم توانایی فتوسنتز، دانه در بخش سطحی خاک جوانه می‌زند. مواد شیمیایی خاصی که از گیاهان دیگر ترشح می‌شوند به عنوان فاکتورهای رشد این گیاه عمل می‌کنند. به همین علت دانه‌رست به سمت گیاهان دیگر رشد می‌کند.

با بررسی برش عرضی گیاه میزبان (A) نیز می‌توان ویژگی‌هایی چون اپیدرم، بافت کورتکس، دسته‌های آوندی و مغز را تشخیص داد که شاخصه‌های کلی ساقه گیاه دولپه است.

بنابراین پاسخ هر دو مورد پرسش ۲ گزینه ۴ است.

ساختار جالب توجه گیاه انگل، «هوستوریوم» نام دارد. این ساختار از گیاه انگل رشد می‌کند و به بافت‌های گیاه میزبان هجوم می‌برد، با تجزیه بافت‌های پوست و زمینه، به بافت آوندی می‌رسد و از شیر گیاه میزبان تغذیه می‌کند.



پرسش ۳

نخستین عضو خانواده Papillomaviridae در سال ۱۹۳۳ کشف شد. «پاپیلوماویروس» کپسید بیست‌وجهی و ژنوم حلقوی از جنس DNA دورشته‌ای دارد. این ویروس می‌تواند طیف وسیعی از میزبان‌های جانوری را آلوده کند. بیش از صد نوع از این ویروس‌ها به عنوان عوامل بیماری‌زا در انسان شناخته شده و در زیرگروه Human Papilloma Virus (HPV) طبقه‌بندی می‌شوند. آلودگی HPV به صورت تظاهراتی مانند زگیل در پوست و غشای مخاطی بروز پیدا می‌کند. سویه‌هایی از این ویروس نیز می‌توانند باعث سرطان دهانه رحم شوند. این موضوع باعث تمرکز بیشتر تحقیقات بر این ویروس‌ها شده است.

این شکل مسیر دخیل در کنترل چرخه سلولی میزبان را نشان می‌دهد که ویروس HPV می‌تواند روی قسمتی از آن تأثیر بگذارد.

افزایش تقسیم
سلول‌های میزبان
می‌تواند باعث
ایجاد زگیل‌ها یا
دیگر تظاهرات
پوستی شود، یا
خطر وقوع سرطان
را افزایش دهد

$A \rightarrow B$	پروتئین A پروتئین B را فعال می‌کند
$A \dashv B$	پروتئین A پروتئین B را مهار می‌کند
$A \rightarrow B \rightarrow C$	پروتئین A با فعال کردن پروتئین B پروتئین C را فعال می‌کند
$A \rightarrow B \dashv C$	پروتئین A با فعال کردن پروتئین B پروتئین C را مهار می‌کند
$A \dashv B \rightarrow C$	پروتئین A با مهار کردن پروتئین B پروتئین C را مهار می‌کند
$A \dashv B \dashv C$	پروتئین A با مهار کردن پروتئین B پروتئین C را فعال می‌کند

ویروسی است. سویه‌های مختلف این ویروس تظاهرات متفاوتی دارند؛ از زگیل‌های خوش‌خیم پوستی یا غشاهای مخاطی گرفته تا سرطان‌های دهانه رحم یا سرطان دهان و حلق. در واقع دو سویه HPV16 و HPV18 به تنهایی مسئول هفتاد درصد از موارد سرطان دهانه رحم شناخته شده‌اند.

سویه‌هایی از ویروس HPV پس از ورود به بافت‌های اپی‌تلیال از طریق منافذ، وارد سلول‌های قاعده‌ای یا بازال^{۱۳} می‌شوند؛ چرا که سلول‌های لایه شاخی مرده‌اند و توانایی تقسیم ندارند. با تغییر برنامه‌ریزی این سلول‌ها و تحریک ورود به مرحله S چرخه سلولی (همانندسازی DNA) علاوه بر تولید ژنوم خود، در ادامه باعث افزایش تقسیم این سلول‌ها می‌شوند. علت آثار بعدی عفونت با این ویروس نیز همین است. افزایش تقسیم سلول‌های میزبان می‌تواند باعث ایجاد زگیل‌ها یا دیگر تظاهرات پوستی شود، یا خطر وقوع سرطان را افزایش دهد.

سازوکار ایجاد این تغییرات در سلول میزبان، دخالت در همان شبکه سلولی است که پیش‌تر دیدیم. در صورت وجود پروتئینی از ویروس که باعث تجزیه پروتئین P53 شود، سلول در چرخه سلولی پیش می‌رود؛ اما پروتئینی که تشکیل کمپلکس CDK-Cyclin را مختل کند، باعث مهار تقسیم سلولی می‌شود. در واقعیت، دو تا از ژن‌های این ویروس به نام‌های E6 و E7، پس از ترجمه در سلول میزبان به ترتیب باعث تخریب پروتئین P53 و اتصال به پروتئین Rb و غیرفعال کردن آن می‌شود. در نتیجه گزینه ۳ درست است.

برای تحلیل این مسیر که در سلول سالم رشد و تقسیم سلول را کنترل می‌کند، می‌توان از انتهای آن شروع کرد. پروتئین E2F به تنهایی باعث پیشرفت در چرخه سلولی و تقسیم سلولی می‌شود؛ در نتیجه، فعالیت بیش از حد آن می‌تواند باعث تقسیم سلولی بی‌رویه و ایجاد تومور شود. برای جلوگیری از این اتفاق، پروتئین Rb به آن متصل می‌شود و فعالیت آن را مهار می‌کند.

پروتئین Rb می‌تواند در حضور کمپلکس CDK-Cyclin تحت تغییرات پس از ترجمه قرار گیرد و فسفریله (اتصال گروه فسفات به آمینواسیدهای خاص) شود؛ که در این صورت از پروتئین E2F جدا می‌شود. جدا شدن پروتئین Rb از پروتئین E2F مهار را از روی آن برمی‌دارد و باعث پیشرفت چرخه سلولی می‌شود.

بنابراین پروتئین Rb در صورتی که فسفریله نباشد، تشکیل تومور را مهار می‌کند و یک عامل «مهارکننده تومور^{۱۴}» به شمار می‌رود. همچنین کمپلکس CDK-Cyclin از طریق فسفریله کردن پروتئین Rb و برداشتن مهار از روی پروتئین E2F سلول را به سمت پیشرفت در چرخه سلولی سوق می‌دهد.

پروتئین P53 با تحریک بیان پروتئین P21 از تشکیل کمپلکس CDK-Cyclin جلوگیری می‌کند و اثری مخالف این کمپلکس و در جهت متوقف کردن چرخه سلول دارد. به دلیل همین عملکرد، ژن P53 نگهبان ژنوم لقب گرفته و به علت نقش مؤثر در میزان بروز سرطان، مورد هدف تحقیقات بسیاری قرار داشته است.

ویروس‌ها به‌عنوان انگل‌های درون سلولی، خود به تنهایی توانایی بازتولید ماده ژنتیکی و پروتئین‌ها را ندارند و برای بقا به دستگاه مولکولی سلول میزبان وابسته‌اند. بنابراین، پس از آلوده کردن سلول میزبان، با استفاده از دستگاه همانندسازی، رونویسی و ترجمه، تولیدمثل می‌کنند. پس از کشف سازوکارهای مولکولی عملکرد ویروس، تصوراتی مبنی بر دخالت ویروس‌ها در بروز سرطان مطرح شد. در سال ۱۹۶۴ برای نخستین بار در انسان، ویروس «پشتین-بار» به عنوان عامل «لنفوم بورکیت» تأیید شد. «پاپیلوماویروس انسانی»، ویروس‌های هیپاتیت B و C، ویروس «کاپوسی سارکوما» و ویروس T لنفوپروتیک انسانی از دیگر عوامل مهم ایجاد سرطان در انسان به شمار می‌روند.

ویروس «پاپیلوماوی انسانی» یا HPV از علل شایع عفونت‌های

پی‌نوشت‌ها

1. central dogma in molecular biology
2. biopolymer
3. biological data
4. FORTRAN
5. Cuscuta cordofana
6. Convolvulaceae

۷. Trifolium سردهٔ

8. Fabaceae
۹. Haustorium، جمع‌های Haustoria، از ریشه لاتینی haustor به معنای مکند.
10. Xylem
11. Pith
12. Tumor suppressor
13. Basal

مقدمه

می‌توان ادعا کرد که تاکنون هیچ فرد دیگری در زیست‌شناسی مانند «ادوارد او. ویلسون» نبوده است. او یکی از برجسته‌ترین پژوهشگران جهان در زمینه بوم‌شناسی، نظریه‌پردازی تأثیرگذار و نویسنده‌ای پرکار، مؤلف کتاب‌های پرفروش و افتخارآمیز است. ده‌ها سال است که نام او در مرکز بحث‌های علمی مطرح بوده؛ بحث‌هایی که از نشریات علمی خارج شده و به آگاهی عموم مردم هم رسیده است. او در میان فعالان محیط زیستی سالخورده‌ترین است و نوشته‌هایی بنیادینی در این زمینه دارد. او به زودی نودمین سالگرد تولدش را پشت سر خواهد گذاشت؛ اما هیچ نشانه‌ای از کاهش اشتیاق در او مشاهده نمی‌شود. «دیوید اسلوان ویلسون»^۲ زیست‌شناس دانشگاه بینگهامتون^۳ در نیویورک (که هیچ ارتباط خویشاوندی با او ندارد)، دربارهٔ او می‌گوید: «او نارنجک پرتاب می‌کند و دوست دارد تحریک‌کننده باشد و این در مورد کسی در مقام او غیرمعمول به نظر می‌رسد».

«ادوارد آیزورن ویلسون»^۴ در نوجوانی کار خود را با شناسایی و طبقه‌بندی گونه‌های مورچه‌ها در آلاباما، محل زندگی خود آغاز کرد، در سن ۲۹ سالگی به علت فعالیت‌های خود در زمینهٔ مورچه‌ها، تکامل و رفتارشناسی جانوران، در دانشگاه هاروارد مشغول به کار شد و در دههٔ ۱۹۶۰ به شهرت دانشگاهی گسترده‌تری دست یافت. در آن زمان همراه با «اربرت مک آرتور»^۵، بوم‌شناس برجستهٔ اجتماع جانداران «نظریهٔ زیست‌جغرافیایی جزیره‌ها» را ارائه دادند که بیانگر چگونگی استقرار حیات در جزایر تهی از زندگی در میان اقیانوس‌هاست. این نظریه اکنون به ستونی مستحکم در زیست‌شناسی حفاظت تبدیل شده است.

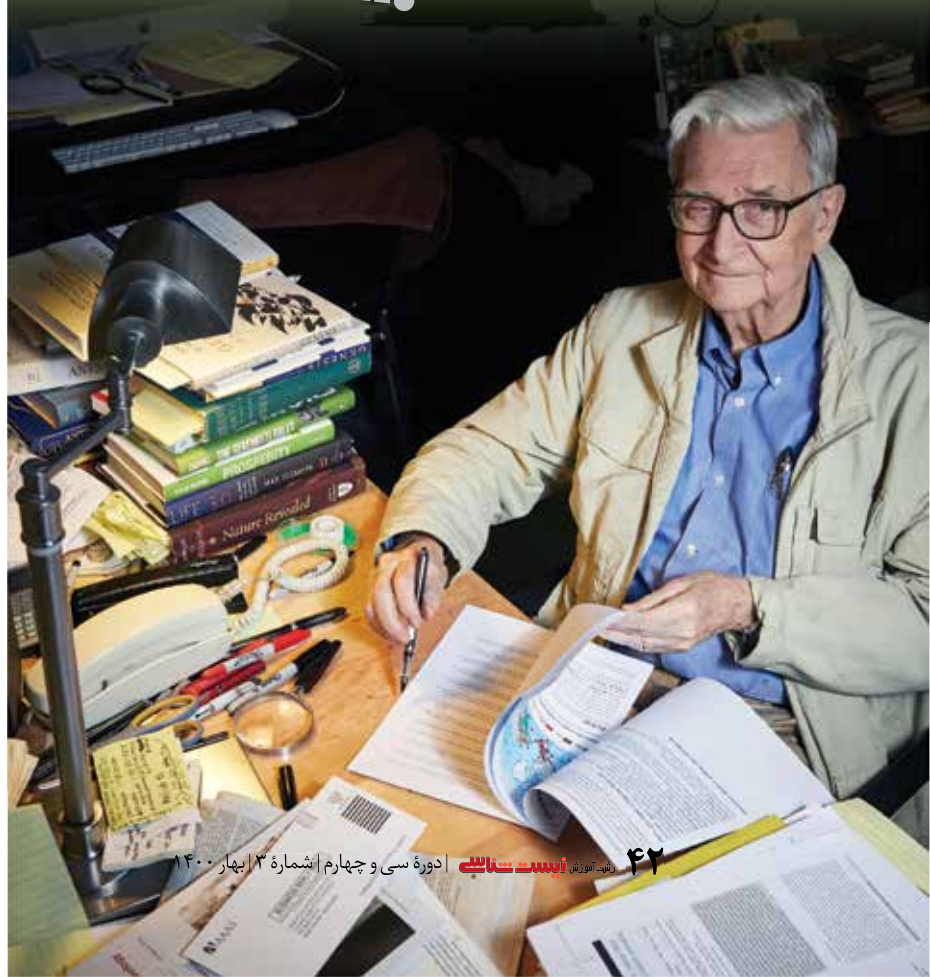
«ویلسون» در سال ۱۹۷۵، با انتشار کتاب «زیست‌جامعه‌شناسی: ترکیب نوین»^۶ موجی علمی ایجاد کرد. او در این کتاب همهٔ آنچه را که دربارهٔ رفتار حشرات می‌دانست، به مهره‌داران از جمله انسان تعمیم داد. به باور او بسیاری از رفتارهای اجتماعی که در افراد مشاهده می‌شود، از جمله صفاتی مانند «دگرخواهی»^۷ ممکن است به علت انتخاب طبیعی باشد. «ویلسون» پس از انتشار این کتاب به نژادپرستی و اعتقاد به جبرگرایی ژنتیک متهم شد. در پی آن، گروهی از مردم طی تظاهراتی در خیابان‌های کمبریج خواستار اخراج او شدند؛ اما همهٔ این بحث‌ها در سال ۱۹۷۹ پس از اهدای

از مرگ نمی‌ترسم

ترجمهٔ فریده نعمت‌اللهی

اشاره

بی‌گمان «ادوارد او. ویلسون»^۱ یکی از بزرگ‌ترین زیست‌شناسان تأثیرگذار معاصر است. او بیش از شصت سال است که با برقراری ارتباط‌هایی بین بوم‌شناسی و رفتارشناسی نظریه‌هایی ارائه داده که علاوه بر آنکه در مجامع زیست‌شناختی مورد توجه قرار گرفته‌اند، جنجال‌هایی نیز درون و بیرون از مجامع علمی ایجاد کرده‌اند. او همچنین ده‌ها کتاب علمی و نیز علمی-مردمی منتشر کرده است. در این گفت‌وگو روش زندگی این زیست‌شناس بزرگ و تجارب یک عمر زندگی علمی او و دیدگاه گسترده و درهم‌تنیدهٔ او نسبت به طبیعت، حیات و مرگ آمده است که برای آشنایی بیشتر معلمان زیست‌شناسی کشور با زندگی پر تلاش و موفقیت‌آمیز زیست‌شناسان بزرگ معاصر مفید است. آنچه در پی می‌آید ترجمهٔ گفت‌وگوی Claudia Dreifus با دکتر ویلسون است.



درک اکوسیستم‌ها و آنچه تعادل آن‌ها را تهدید می‌کند، چالش مهم بعدی زیست‌شناسی خواهد بود

از رختخواب بیرون می‌آیم. نمی‌دانم چه روی داده است. وقتی که ۴۰ ساله بودم، از خود می‌ترسیدم آیا در ۹۰ سالگی هم همین کارها را انجام خواهم داد و حالا انجام می‌دهم.

من هر سال یک کتاب می‌نویسم. هنوز به سفرهایم در زمینه تاریخ طبیعی ادامه می‌دهم. قرار بود همین ماه گذشته به پارک ملی «گورونگوزا»^{۱۲} در موزامبیک بروم و کارهایی میدانی درباره کتاب بعدی‌ام انجام دهم؛ اما در آنجا فاجعه‌ای طبیعی روی داد. توفان آمد و کشته‌ها و خسارت‌های بسیاری بر جای گذاشت. دوستانم در موزامبیک فکر کردند که بهتر است صبر کنم. بنابراین، هنوز اینجا هستم و در حال کار روی سی‌ودومین کتابم. حتی اگر در این لحظه نتوانم سفر کنم، کارهای زیادی وجود دارد که در اینجا انجام دهم.

این کتاب درباره چیست؟

درباره اکوسیستم. سال گذشته مؤسسه فناوری ماساچوست از من خواست که چند سخنرانی درباره اکوسیستم انجام دهم. وقتی که داشتم آماده می‌شدم، فهمیدم که اطلاعات کمی در این مورد دارم. فکر کردم که در مورد اکوسیستم‌ها چیز زیادی نمی‌دانم. درک اکوسیستم‌ها و آنچه تعادل آن‌ها را تهدید می‌کند، چالش مهم بعدی زیست‌شناسی خواهد بود. برای نجات محیط زیست باید بفهمیم که چگونه اکوسیستم‌ها را نجات دهیم.

شما سخت‌کوش و معتاد به کار هستید.

این طور نیست؟

خوب بله. من معتقدم که معتاد بودن به کار بودن چیز بدی نیست. وقتی ۱۳ ساله بودم، جنگ جهانی دوم روی داد. در شهر من در «موبیل»، آلاباما از تعداد پسرانی که کار توزیع روزنامه‌ها را به عهده داشتند، کم شد. جوانان ۱۸ ساله همه به جنگ رفته بودند. بنابراین، من هر روز ۴۲۰ نسخه روزنامه را بین مشترکان روزنامه «موبیل پرس» توزیع می‌کردم. هر روز همه را برمی‌داشتم، بار دوچرخه‌ام می‌کردم و تحویل می‌دادم. بعدش هم به خانه برمی‌گشتم، ساعت ۷ صبح صبحانه می‌خوردم و به مدرسه می‌رفتم. فکر می‌کنم این طبیعی است. من همیشه به کارهای طولانی و سخت عادت داشتم. انجام کارهای غیرمعمول نیاز به سخت‌کوشی دارد. من کتاب‌های بزرگی نوشته‌ام که کار سخت می‌طلبیدند.

من همیشه به کارهای طولانی و سخت عادت داشته‌ام. انجام کارهای غیرمعمول نیاز به سخت‌کوشی دارد

جایزه پولیتزر به «ویلسون» برای داستان فیلم «درباره طبیعت انسان»^۸ که نسخه عامه‌فهم کتاب «زیست‌جامعه‌شناسی» بود، خاموش شدند.

«ویلسون» تا زمان دریافت جایزه پولیتزر نویسنده‌ای روان‌نویس و خوش‌قلم بود که بیشتر برای دانشگاهیان می‌نوشت. از آن به بعد، شروع نوشتن برای مخاطبان عام کرد و تحقیقات زیست‌شناختی خود را به شکلی ساده و روان درآورد و منتشر کرد. چند سال بعد، در سال ۱۹۹۰ یک بار دیگر جایزه پولیتزر برای کتاب «مورچه‌ها»^۹ به او و همکارش «برت هودوبلر»^{۱۰} تعلق گرفت. او همچنین یک سرگذشت‌نامه، یک رمان و بیش از بیست داستان نوشته و منتشر کرده است که بسیاری از آن‌ها مانند «زیست‌جامعه‌شناسی» جنجالی بوده‌اند.

کتاب‌های «ویلسون» بیشتر به یک موضوع پرداخته‌اند: باید تاریخ طبیعی و انتخاب طبیعی را بدانیم تا بتوانیم آینده بشریت را روی سیاره زمین به طور کامل درک کنیم؛ به بیان دیگر نجات انسان در گرو بررسی تاریخ طبیعی اوست. به عنوان مثال، او در بیانیه «زیست‌گرایی» در سال ۱۹۸۶، پیشنهاد کرد که انسان ذاتاً به طبیعت و «وابستگی به سایر اشکال حیات» گرایش دارد و در سال ۲۰۱۶ در کتاب «نیمه زمین: ستیز سیاره ما برای زندگی»^{۱۱} پیشنهاد شخصی خود را برای پایان دادن به تخریب تنوع زیستی جهان ارائه داد و گفت: دولت‌ها باید از نیمی از کره زمین عقب‌نشینی کنند و نیمه رهاشده را به عنوان ذخیره‌گاه طبیعی اعلام کنند.

چندی پیش، آخرین اثر ویلسون تحت عنوان «پیدایش: ریشه‌های عمیق جامعه» منتشر شد. محتوای این کتاب به روزرسانی و تجدیدنظر در برخی اندیشه‌های اوست که در کتاب‌های قبلی آورده است. او تأکید کرده است که «پیدایش» یکی از مهم‌ترین کتاب‌های اوست.

این گفت‌وگو که درباره این کتاب جدید و سیر تحولی افکار و نظریه‌های این زیست‌شناس بزرگ است، در خانه او صورت گرفته و حدود سه ساعت به درازا کشیده که در اینجا ویراسته و خلاصه شده است.

آیا درست است که شما وارد نودمین

سال زندگی خود شده‌اید؟

بله، ولی باورم نمی‌شود! احساس می‌کنم هنوز حدوداً ۳۵ تا ۴۰ ساله‌ام. همان اشتیاق را دارم و هنوز صبح‌ها به همان راحتی که همیشه داشتم

من چند نظریه و فرضیه جدید مطرح کرده‌ام؛ به دنبال تجمیع زیست‌شناسی و علوم اجتماعی بوده‌ام تا بتوانیم ماهیت انسان را بهتر درک کنیم؛ دائری المعارف زندگی را ابداع کرده‌ام و اولین ترکیب زیست‌جامعه‌شناسی را ابداع کرده‌ام

● به نظر شما شاخص‌ترین دستاوردهای شما چه بوده‌اند؟

○ از من می‌خواهید خودستایی کنم؟ [لبخند می‌زند]. باشد. خوب، می‌توانم بگویم که من چند نظریه و فرضیه جدید مطرح کرده‌ام. نظریه زیست‌جغرافیایی جزیره‌ها زیربنای زیست‌شناسی حفاظت مدرن شده است. کارهایی مانند شکستن کدهای شیمیایی مورچه‌ها را انجام داده‌ام، یعنی با شیمی‌دانان و ریاضی‌دانان درباره چگونگی گفت‌وگوی مورچه‌ها با یکدیگر کار کرده‌ام.

من به دنبال تجمیع زیست‌شناسی و علوم اجتماعی بوده‌ام تا بتوانیم ماهیت زندگی انسان را بهتر درک کنیم؛ دائری المعارف زندگی را ابداع کرده‌ام تا همه اطلاعات مربوط به همه گونه‌های شناخته شده را در آن جای دهیم و اولین ترکیب زیست‌جامعه‌شناسی را ابداع کرده‌ام که به نوبه خود روانشناسی تکامل را به وجود آورده است.

رسیده است که تحقیقات جدیدتر آن‌ها را با آنچه من و دیگران درباره بی‌مهرگان انجام داده‌ایم، ترکیب کنم. حاصل این ترکیب در سال ۱۹۷۵ تحت عنوان «زیست‌جامعه‌شناسی» منتشر شد که شامل تحقیقات جدیدی در مورد رفتار اجتماعی نخستین‌هست.

درواقع، در انتهای کتاب، یک فصل کامل در مورد «انسان خردمند» نوشته‌ام و پیشنهاد کردم که بسیاری از رفتارهای اجتماعی انسان را می‌توان در چهارچوب انتخاب طبیعی برخی فعالیت‌ها و مراحل توضیح داد که منجر به انتخاب گروهی پیچیده‌تر شده است.

البته، این چیز جدیدی نبود. آنچه جدید بود این بود که من ژنتیک و نظریه مدرن انتخاب طبیعی را وارد پژوهش‌های مربوط به رفتار اجتماعی کردم. من به دنبال تجمیع زیست‌شناسی و علوم اجتماعی بودم تا بتوانیم ماهیت زندگی انسان را بهتر درک کنیم.

● گفته می‌شود که یکی از کارهای بزرگ شما ترکیب اندیشه‌های مختلف علمی با هم بوده است. درست است؟

○ بله؛ می‌توانم بگویم من ترکیب‌کننده اندیشه‌ها بوده‌ام. من دوست دارم به طبیعت به‌طور گسترده نگاه کنم و همه چیزهایی را که در افق دید هستند، ببینیم؛ همه آن‌ها را با هم جمع کنم و تصویر بزرگ‌تری را از آن به نمایش بگذارم.

● ممکن است مثالی در این مورد بفرمایید؟

○ بله. کتاب چهارم من، «جوامع حشرات»^{۱۳}، یکی از آن‌هاست. در دهه ۱۹۶۰ حشره‌شناسان بسیاری داشتیم که در زمینه شناخت حشرات اجتماعی، مانند زنبورها و مورچه‌ها کار می‌کردند؛ اما کسی نیامده بود همه یافته‌های آن‌ها را جمع‌بندی کند. بنابراین، در سال ۱۹۷۱، کتاب «جوامع حشرات» را منتشر کردم که بسیار موفق بود. درواقع، این کتاب نامزد نهایی جایزه کتاب ملی و باعث تعجب من شد. تا آن زمان، من هرگز به ادبیات فکر نکرده بودم. موفقیت این کتاب باعث شد به این فکر بیفتم که در مرحله بعدی کاری مشابه برای مهره‌داران، پستانداران، خزندگان، دوزیستان و ماهی‌ها هم انجام دهم.

در آن زمان، زیست‌شناسان خوب بسیاری مانند «جین گودال»^{۱۴} و «دیان فوسی»^{۱۵} که نخستین‌شناس بودند، روی رفتار اجتماعی انواع مهره‌داران کار می‌کردند. من فکر کردم وقت آن

● وقتی آن فصل آخر را می‌نوشتید، آیا می‌دانستید روی مین قدم می‌گذارید؟

○ نه، در آن زمان به هیچ‌وجه چنین تصویری نداشتم. به‌عکس، من فکر می‌کردم که مورد تحسین قرار خواهم گرفت؛ چون این امر زمینه‌ای جدید در تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای، اصطلاح‌شناسی و تصور عمومی را به علوم اجتماعی می‌بخشد که می‌تواند جنبه‌هایی از رفتارهای اجتماعی انسان را که بررسی نشده‌اند، روشن کند؛ اما اوایل دهه ۱۹۷۰، زمانی که این کتاب تألیف شد، بحث‌ها و جدال‌های سیاسی شدید بود؛ بیشتر به علت جنگ ویتنام و عصبانیت از نابرابری‌های اقتصادی. برخی از همکاران من در هاروارد که نمی‌خواهم در اینجا از آن‌ها نام ببرم، با این تصور که ممکن است غرایز در انسان هم وجود داشته باشند، مشکل داشتند. آن‌ها جامعه‌شناسی را خطرناک و پر از پتانسیل نژادپرستی و یوژنی می‌دانستند. در حالی که کتاب من هیچ ارتباطی با نژادپرستی نداشت و این افراد تصوراتی جعلی در مورد من منتشر کردند.

● آیا فکر می‌کردند که می‌توان از «زیست‌جامعه‌شناسی» برای حمایت از عقاید نژادپرستانه در مورد ژنتیک استفاده کرد؟

○ فکر می‌کنم همین طور بود. در هر صورت، اعتراضات آغاز شد. اوضاع خیلی خراب شد. من می‌دانستم حق با من است و فقط باید طوفان را



تحميل كنم.

هنگامي كه مي‌رفتم در مركز علوم هاروارد در اين مورد سخنراني كنم، گروهی در جلوی ساختمان جمع شده بودند. پلیس مجبور شد مرا به محل سخنرانی هدایت كند. وقتی هم در جلسه انجمن پیشرفت علم آمریکا حاضر شدم، برخی از معترضان آمده بودند آنجا، تریبون را به دست گرفته بودند، با فریاد به من اعتراض کردند و یکی از آنها از پشت سر یک پارچ آب یخ روی سرم ریخت.

درون گروه‌ها، افراد خودخواه افراد دگرخواه را شکست می‌دهند؛ اما در درگیری‌ها گروه‌های افراد دگرخواه گروه‌های افراد خودخواه را شکست می‌دهند

● شما چه کردید؟

○ هیچ! خودم را خشک کردم و بدون وقفه ادامه دادم. این تنها کاری بود که می‌توانستم انجام دهم.

● چه احساسی داشتید که چنین بر چسبی

خورده بودید؟

○ می‌ترسیدم که این امر مزاحمت‌هایی برای خانواده، همسر و دخترم ایجاد كند. یک روز تجمعی در میدان هاروارد تشکیل شده بود که ترافیک را مختل کرده بود. تظاهرکنندگان خواستار اخراج من از دانشگاه بودند. البته، آتش این حرکات هرگز به خانواده من نرسید. من می‌دانستم حق با من است. می‌دانستم که فقط باید طوفان را تحمل كنم.

مطمئنأ بعد از مدتی اندیشه‌هایی که در این کتاب مطرح شده بود، فراگیر شدند: این موضوع که ژنتیک راهی مؤثر برای درک بسیاری از جنبه‌های زیست‌شناسی و رفتار است. با گذشت زمان، این تصور که این کتاب مضر است، کمرنگ شد و دانشمندان بیشتری درباره این رویکرد نوشتند و بعضی‌ها هم درباره آن به پژوهش پرداختند.

آنچه واقعأ به آن پایان داد، دو سال بعد روی داد. در آن زمان من مدال ملی علوم را از رئیس جمهور دریافت کردم. من همچنین کتابی درباره جامعه‌شناسی و طبیعت انسان برای مخاطبان گسترده‌تر، نوشتم و منتشر کردم که برنده جایزه پولیتزر برای داستان‌نویسی عمومی شد.

● در کتاب «پیدایش» که اخیراً منتشر

کردید، برخی افکار که در «زیست‌جامعه‌شناسی» مطرح کرده‌اید، آمده است. از جمله سؤالاتی که مجدداً در آن مطرح کرده‌اید این است که «ماهیت انسان چیست؟» شما همچنین پرسیده‌اید: «آیا خودخواهی باعث تکامل انسان شده است؟». کنجکاوم بدانم چرا اکنون

این کتاب را نوشتید؟

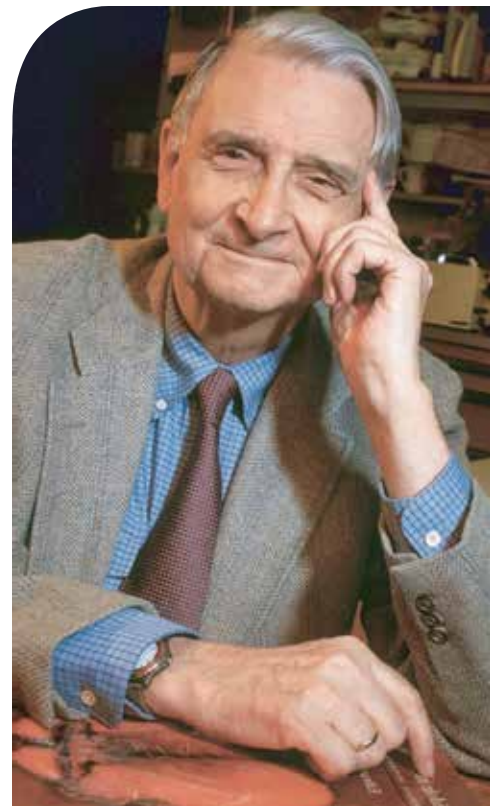
○ تاریخچه این کتاب چنین است که در اوایل دهه ۱۹۶۰، من با «ویلیام دی. همیلتون»^{۱۶} انگلیسی که متخصص ژنتیک بود، آشنا شدم. او این اندیشه درخشان را داشت که رفتار اجتماعی از «انتخاب خویشاوند» منشأ می‌گیرد که طی آن افراد درون گروه نسبت به کسانی که با آنها ژن‌های مشترک بیشتری دارند، رفتار دگرخواهی بروز می‌دهند. در انتخاب خویشاوندان، یک فرد ممکن است داریی خود را، یا حتی زندگی خود را فدای خویشاوندی کند که بیشترین تعداد ژن‌های مشترک را با او دارد. بنابراین، ممکن است فردی برای خواهر یا برادرش بیشتر از پسرعمو یا دیگر افراد فامیل فداکاری کند. نتیجه نهایی «انتخاب خویشاوند» نوعی دگرخواهی محدود به خویشاوندان است.

این فکر به زودی در جهان زیست‌شناسی مورد پذیرش قرار گرفت و عده‌ای حتی روی آن تعصب پیدا کردند. من در این کار به ارتقای کار «همیلتون» کمک کرده بودم؛ اما هر چه زمان می‌گذشت، شک و تردیدهایم در این باره بیشتر می‌شد.

من در تحقیقات خودم، جوامع پیچیده‌ای را مشاهده کرده بودم که از طریق انتخاب گروه تکامل یافته‌اند و در آنها افراد برای بقای گروه دگرخواهی می‌کنند. مثلاً مورچه‌ها؛ موجوداتی که بر زمین مسلط هستند، با هم همکاری می‌کنند. مورچه‌ها، موریانه‌ها، انسان‌ها همین‌طورند.

در همین حال، «مارتین نوواک»^{۱۷}، ریاضی‌دان کاربردی هاروارد، سؤالات مشابهی مطرح کرد. او و همکارش «کورینا تارنیتا»^{۱۸} که اکنون در دانشگاه

وقتی در جلسه انجمن
پیشرفت علم آمریکا
حاضر شدم، برخی از
معترضان تریبون را به
دست گرفتند، با فریاد
به من اعتراض کردند و
یکی از آن‌ها از پشت
سر یک پارچ آب یخ
روی سرم ریخت



پرینستون است، مقاله‌ای تهیه کردند که در آن جزئیات شبهه‌های خود را درباره «انتخاب خویشاوند» نوشتند. ما تلاش خود را بیشتر کردیم و در نهایت مقاله‌ای برای نشریه «نیچر» نوشتیم و در آن اعلام کردیم که تئوری «همیلتون» اساساً ناقص بوده است. ما احساس کردیم که این تئوری نمی‌تواند چگونگی پیدایش جوامع پیچیده را توضیح دهد.

● آن مقاله «نیچر» شما که در سال ۲۰۱۰ منتشر شد، دور دیگری از جنگ دانشگاهی را بر علیه شما آغاز کرد. چند ماه پس از انتشار مقاله، بیش از ۱۳۰ زیست‌شناس همکار شما نامه‌ای در این باره به سردبیران «نیچر» فرستادند. آیا در آن زمان به خود گفتید: «آه، دوباره شروع شد؟».

○ خوب، سردبیران «نیچر» دیدگاه دیگری داشتند. آن‌ها قبل از انتشار، ویراستاری را از لندن فرستادند و ما اینجا یک سمینار کامل در این باره داشتیم. آن‌ها استانداردهای بسیار بالایی دارند و پس از آن، راضی شدند که این مقاله کاملاً مستدل است، البته، شاید در بعضی جاها اشتباهاتی داشت که در آن زمان مشخص نبود و خود را نشان نمی‌داد؛ اما آن‌ها تصمیم گرفتند آن را چاپ کنند. درواقع، آن‌ها این مقاله را به اندازه‌ای دوست داشتند که روی جلد آن شماره را به آن اختصاص دادند.

● پس این همه هیاهو برای چه بود؟
○ من در حال باطل کردن یا تلاش برای جایگزینی نظریه‌ای بودم که تعدادی دنبال‌کننده پیدا کرده بود و برخی آن را در پایان‌نامه دکترای خود و نیز در شرح حال خود ذکر کرده بودند. ادامه شغل آن‌ها به آن بستگی داشت؛ مقاله و کتاب نوشته بودند و در مورد آن سمینار داده بودند. بنابراین آن‌ها این کار مرا دوست نداشتند و گفتند: «کاملاً واضح است که درست است؛ چگونه می‌توانید آن را رد کنید؟» ما گفتیم: «ما مدل‌های ریاضی داریم. نگاهی بیاندازید».

● شما با انتشار کتاب «پیدایش»، زخم‌های قدیمی را دوباره باز کردید. آیا می‌خواستید با منتقدان خود یک دور دیگر بجنگید؟

○ هم بله، هم نه. من می‌خواستم مشکلات مربوط به انتخاب گروه را برای همیشه حل کنم. فکر کردم مهم است که یا نظریه خود را براساس یک منطق قوی ریاضی ارائه دهیم. یا آن را کنار بگذاریم.

به نظرم «پیدایش» یکی از مهم‌ترین کتاب‌هایی است که من نوشته‌ام. این کتاب نشان می‌دهد که انتخاب گروه پدیده‌ای است که می‌توان دقیقاً تعریف کرد. من نشان می‌دهم که حداقل در ۱۷ مورد این اتفاق افتاده است.

تشکیل گروه بخش بزرگی از تغییرات بزرگ تکاملی است، حیات از جاندارانی شبیه باکتری به سلول‌هایی با ساختار درونی و از آن‌ها به جانداران ساده‌ای که مجموعه‌ای از این سلول‌ها بودند و از آن‌ها به جانداران متمایز و گروه‌ها و غیره پیشرفت کرده است. من این تغییرات را در پس زمینه تغییرات گروه می‌دانم، نه فرد.

تکامل رفتارهای اجتماعی باعث پیشرفت جامعه می‌شود. امتیاز ما انسان‌ها این است که دو پا هستیم و بازوها و انگشتان دست‌هایمان آزاد است. ما در ابتدا در ساوانا زندگی می‌کردیم، که آتش‌سوزی‌های [طبیعی] مکرر باعث پخته‌شدن حیوانات می‌شد. انسان این حیوانات را می‌خورد. علاوه بر این، حافظه بلندمدت خوبی داریم و توانایی همکاری با هم را داریم که دگرخواهی یکی از عوامل محرک آن است. نظریه «همیلتون» بیانگر آن است که سازوکاری ادامه پیدا می‌کند هنگامی که خویشاوندان گردهم می‌آیند و به علت وجود ژن‌های مشترک بیشتر احتمال دارد که گروه تشکیل دهند؛ اما مدل‌های ریاضی از این نظریه پشتیبانی نمی‌کنند. برخی از موفقیت‌های تکاملی ما به دلیل تشکیل گروه اتفاق افتاده است. در گروه تمایل به دگرخواهی وجود دارد؛ چه روابط ژنتیکی باشد چه نباشد. افراد گروه‌ها اغلب با هم همکاری می‌کنند، این بخشی از علت موفقیت ما انسان‌های خردمند است.

● آیا ممکن است خلاصه‌ای از این نظریه خود به ما بدهید؟

○ همکار من «دیوید اسلون ویلسون» آن را این‌طور بیان می‌کند: درون گروه‌ها، افراد خودخواه افراد دگرخواه را شکست می‌دهند؛ اما در درگیری‌های گروهی افراد دگرخواه گروه‌های افراد خودخواه را شکست می‌دهند.

می‌دانید، ما همه چیزهایی را که درباره جنبه‌های مخرب و منفی طبیعت انسان وجود دارد، شنیده‌ایم. شواهد بسیاری وجود دارد که نشان می‌دهند ما به دلیل ویژگی‌هایی که برای آینده آن‌ها را یکپارچه و برآورده می‌دانیم، تکامل یافته‌ایم.



با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های دانش‌آموزی

به صورت ماهنامه و نه شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:

رشد کودک برای دانش‌آموزان پیش‌دبستانی و پایه اول دوره آموزش ابتدایی

رشد نوآموز برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره آموزش ابتدایی

رشد دانش‌آموز برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دوره آموزش ابتدایی

مجله‌های دانش‌آموزی

به صورت ماهنامه و هشت شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:

رشد نوجوان برای دانش‌آموزان دوره آموزش متوسطه اول

رشد نوجوان برای دانش‌آموزان دوره آموزش متوسطه اول

رشد جوان برای دانش‌آموزان دوره آموزش متوسطه دوم

مجله‌های بزرگسال عمومی

به صورت ماهنامه و هشت شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:

- ♦ رشد آموزش ابتدایی ♦ رشد فناوری آموزشی
- ♦ رشد مدرسه زندگی ♦ رشد معلم ♦ رشد آموزش خانواده

مجله‌های بزرگسال تخصصی:

به صورت فصلنامه و سه شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:

- ♦ رشد آموزش قرآن و معارف اسلامی ♦ رشد آموزش زبان و ادب فارسی
- ♦ رشد آموزش هنر ♦ رشد آموزش مشاور مدرسه ♦ رشد آموزش تربیت بدنی
- ♦ رشد آموزش علوم اجتماعی ♦ رشد آموزش تاریخ ♦ رشد آموزش جغرافیا
- ♦ رشد آموزش زبان‌های خارجی ♦ رشد آموزش ریاضی ♦ رشد آموزش فیزیک
- ♦ رشد آموزش شیمی ♦ رشد آموزش زیست‌شناسی ♦ رشد مدیریت مدرسه
- ♦ رشد آموزش فنی و حرفه‌ای و کار دانش ♦ رشد آموزش پیش‌دبستانی
- ♦ رشد برهان متوسطه دوم

مجله‌های رشد عمومی و تخصصی، برای معلمان، دانشجویان معلمان و دانشگاه‌های وابسته و کارشناسان وزارت آموزش و پرورش و... تهیه و منتشر می‌شود.

♦ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶.

♦ تلفن و نمابر: ۰۲۱ - ۸۸۳۰۱۴۷۸

♦ وبگاه: www.roshdmag.ir

● دکتر ویلسون، شما شخصاً، بسیار تیزهوش و مؤدب هستید. پس چرا این همه جنجال به پا می‌کنید؟
○ شاید به این دلیل باشد که من افکار اصیل را به افکاری که فقط در ظاهر دلپذیرند، ترجیح می‌دهم.

● نظریه زیست‌جغرافیای جزایر، زندگی شما را تحت تأثیر قرار داده است. حالا، در آستانه ۹۰ سالگی دوست دارید بیشتر با چه چیزی از شما یاد شود؟

○ [می‌خندد.] می‌دانید، من هرگز واقعاً سعی نکرده‌ام به این موضوع فکر کنم. خوب، شاید دوست داشته باشم که برای به دست آوردن چنین سن بالایی و اینکه تا آخر مثمرم بوده‌ام، در یادها بمانم. دوست دارم به خاطر تلاش‌هایی که کرده‌ام به‌خاطر آورده شوم. مطمئناً همچنین دوست دارم به خاطر ایجاد چندین رشته و نظریه جدید که در علم تأثیر داشته‌اند، در یادها باقی بمانم.

● آیا شما هرگز به مرگ فکر می‌کنید؟

○ من آموخته‌ام که با مرگ زندگی کنم. من به زندگی به‌عنوان یک داستان نگاه می‌کنم. در زندگی مجموعه‌ای از اتفاقات روی می‌دهند، بعضی از آن‌ها برای شما و چند نفر دیگر مهم است. طی زندگی کارهایی انجام می‌دهیم که می‌توان با آن‌ها یک داستان نوشت. این یعنی زندگی. بعضی‌ها در این فکرند که ۱۰ تا ۲۰ درصد بیشتر زندگی کنند. فکر نمی‌کنم این روش چندان هوشمندانه باشد. بنابراین، من از مرگ نمی‌ترسم؛ بلکه بیشتر مایلم این کتاب را که اکنون درباره اکوسیستم‌ها می‌نویسم به پایان برسانم و به‌علاوه، بفهمم چگونه برای انجام کارهای میدانی به موزامبیک بروم.

● از شما سپاسگزاریم.

پی‌نوشت‌ها

1. Edward O. Wilson
2. David Sloan Wilson
3. Binghamton University
4. Edward Osborne Wilson
5. Robert MacArthur
6. Sociobiology: The New Synthesis
7. altruism
8. On Human Nature
9. The Ants
10. Bert Hölldobler
11. Half Earth: Our Planet's Fight for Life
12. Gorongosa
13. The Insect Societies
14. Jane Goodall
15. Dian Fossey
16. William D. Hamilton
17. Martin Nowak
18. Corina Tarnita

منبع

1. <https://www.quantamagazine.org/edward-o-wilson-finds-hope-in-self-less-ants-and-ecology-studies-20190515/>



گیرنده‌های عملکردی حس بویایی^۱ در بینی قرار دارند و بو را تشخیص می‌دهند؛ اما روی سلول‌های چشایی زبان انسان هم وجود دارند.

محققان از یک روش شناخته شده به نام تصویربرداری کلسیم استفاده کردند. روش استفاده شده نشان می‌دهد که سلول‌های چشایی کشت شده به مولکول‌های بو با روشی شبیه به سلول‌های گیرندهٔ بویایی، پاسخ می‌دهند. این یافته‌ها اثبات اولیهٔ عملکرد گیرنده‌های بویایی (وجود گیرنده‌های پروتئینی سلول بویایی) در سلول‌های چشایی انسان است و نشان می‌دهد که گیرنده‌های بویایی (این گیرنده‌های پروتئینی) ممکن است نقشی در سیستم چشایی در ارتباط با سلول‌های گیرندهٔ چشایی روی زبان داشته باشند. آزمایش‌های دیگری برای اثبات این مسئله نشان داده است که یک سلول‌های چشایی می‌تواند هم گیرنده‌های بویایی (گیرندهٔ پروتئینی بویایی) و هم چشایی (گیرنده‌های پروتئینی چشایی) را داشته باشند. دکتر «اوزنر»^۲ می‌گوید: حضور گیرنده‌های بویایی و چشایی (گیرنده پروتئینی بویایی و چشایی) در یک سلول به ما این امکان را می‌دهد که فرصت‌های هیجان‌انگیزی برای بررسی واکنش‌های بین محرک‌های ایجادکنندهٔ بو و مزه روی زبان را داشته باشیم.^۳

1. Functional olfactory receptors
2. Ozdener
3. B. Malik, N. Elkaddi, J. Turkistani, A.I. Spielman, M.H. Ozdener, Mammalian Taste Cells Express Functional Olfactory Receptors, Chemical senses, 44 (2019) 289-301.

1. <http://www.sci-news.com/biology/odor-receptors-tongue-07124.html>



نحوه اشتراک محلات ، شد:

[illegible]

شماره شبا:

◆ اگر قبلاً مشترک مجله رشد بوده‌اید، شماره اشتراک خود را بنویسید:

امضا:

- Email: Eshterak@roshdmag.ir ●**

- ◆ هزینه اشتراک سالانه مجلات عمومی رشد (هشت شماره): ۵۵۰/۰۰۰ ریال
- ◆ هزینه اشتراک یک ساله مجلات تخصصی رشد (سه شماره): ۳۵۰/۰۰۰ ریال



شبانک *Eruca Sativa*



پیر گیاه از سرده *Senecio*



شقایق از سرده *Papaver*



چلیپا از سرده *Mathiola*



شب‌بواز سرده *Hesperis*



بابونه، از سرده *Tanacetum*

عکس‌ها از محمد طاهر رحیمی، دبیر زیست‌شناسی منطقه جویم، استان فارس.

۹ فروردین ۱۴۰۰، ولادت حضرت قائم (عجل الله تعالی فرجه الشریف) بر مسلمانان جهان مبارک باد.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۴۰۰ھ ولادت حضرت قائم (عجل اللہ تعالیٰ فرجہ الشریف) بر مسلمانان جہان ۵