



زیست‌شناسی ۹۹

رشد آموزش

فصل‌نامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی دوره بیست‌وهشتم / شماره ۴ / تابستان ۱۳۹۴

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی

مدیر مسئول: محمد ناصری
سرمدیر: محمد کرام‌الدینی
مدیر داخلی: الهه علوی
هیئت تحریریه (به ترتیب الفبا):
دکتر عباس اخوان‌سپه‌ای، سید علی آل‌محمد،
دکتر علیرضا ساری، نظام جلیلیان،
الهه علوی، دکتر شهریار غریب‌زاده و
دکتر حسین لاری یزدی
طراح گرافیک: ایمان اوجیان
نشانی پستی دفتر مجله:
تهران، صندوق پستی: ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
تلفن: ۰۹-۸۸۸۳۱۱۶، داخلی ۲۷۷
پيامك: ۰۳۰۰۸۹۹۵۰۴
وبگاه:
www.roshdmag.ir
وبلاگ:
www.roshdmag.ir/weblog/zistshenasi
پيام‌نگار:
zistshenasi@roshdmag.ir
mohammad@karamudini.com
نشانی امور مشترکین: تهران - صندوق
پستی: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
تلفن: ۷۷۳۳۶۶۵۵-۷۷۳۳۶۶۵۶
چاپ: شرکت افست
شمارگان: ۷۰۰۰

سر مقاله / زیست‌شناسی نوین در دسترس دانش‌آموزان شما / سام سینائی ۲

بازتاب / شما و ما ۴

تازه‌ها / جاسوسی از درون سلول / مهرگان روزبه ۷

جهان / دفترچه زیست‌شناسی / محمد کرام‌الدینی ۸

دیدگاه / تکامل تکامل / دکتر گلناز آقازاده تبریزی ۱۲

جهان / آموزش زیست‌شناسی در انگلستان / الهه علوی ۲۱

در کلاس درس / نانو زیست فناوری / مرضیه نجفی ۲۵

یادداشت / زیست‌شناسی امروز و علم / مهرگان روزبه ۳۰

کندوکاو / میکروبیوم انسانی / ابادر اسماعیلی ۳۲

کندوکاو / مشاهده شبکه چشم / نسرين شیری ۴۰

تجربه / تشریح دستگاه تولید مثلی / کوسفند / عزیز عذرا، مهرباب آقاعلی نژاد، ژاله احمدی ۴۲

پژوهش‌های دانش‌آموزی / روغن‌های گیاهی برای حفظ آب در خاک / شهره سلیمی ۴۷

در کلاس درس / پژوهش‌های بوم‌شناسی، رفتارشناسی و سیستماتیک ۵۰

کندوکاو / سنتر، ترشح و عملکرد هورمون کلسی‌تونین / غلامرضا مقدسی ۵۲

معرفی کتاب / دختران شاه ایرانی / محمد درویش ۶۰

پژوهش‌های معلمان ۶۲

فصل‌نامه رشد آموزش زیست‌شناسی در جهت ایجاد زمینه مناسب برای تقویت مهارت‌ها و صلاحیت‌های حرفه‌ای معلمان، کمک به ارتقای دانش معلمان در زمینه اصول و مبانی آموزش و پرورش؛ معرفی راهبردها، رویکردها و روش‌های آموزش زیست‌شناسی، کمک به ارتقای دانش معلمان نسبت به برنامه درسی، ایجاد زمینه مناسب برای هم‌اندیشی و تبادل نظر بین معلمان، کارشناسان و برنامه‌ریزان درسی برای بهبود یا رفع تنگنای آموزش، آشنا کردن معلمان با تازه‌ترین دستاوردهای علمی در زمینه زیست‌شناسی، افزایش آگاهی‌های معلمان درباره رخ دادهای علمی - آموزشی زیست‌شناسی در ایران و جهان و آشنایی بیشتر معلمان با مهم‌ترین مسائل موجود در زمینه‌های علمی - آموزشی منتشر می‌شود.

فصل‌نامه رشد آموزش زیست‌شناسی نوشته‌ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت به‌ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط با موضوع فصل‌نامه باشند، می‌پذیرد. در صورتی که مایل به ارسال مقالات خود برای این فصل‌نامه هستید، خواهشمند است در تهیه مقالات از راهنمای تألیف یا ترجمه مقالات استفاده کنید. می‌توانید راهنمای تألیف یا ترجمه مقالات برای فصل‌نامه رشد آموزش زیست‌شناسی را از این نشانی‌ها دریافت کنید:

قسمت اول <http://www.karamudini.com/pdf/journalism.pdf>

قسمت دوم http://www.karamudini.com/pdf/journalism_2.pdf

قسمت سوم http://www.karamudini.com/pdf/journalism_3.pdf

می‌توانید نوشته‌های خود را با پست به صندوق پستی مجلات رشد، یا با پیام‌نگار (E-mail) اختصاصی فصل‌نامه ارسال کنید. نشانی صندوق پستی و پست الکترونی در همین صفحه درج شده است.

نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد. مؤلف یا مترجم موظف است در انتخاب واژه‌های علمی و فنی دقت لازم را مبذول کند.

در متن‌های آرسالی باید تا حد امکان از معادل‌های فارسی واژه‌ها و اصطلاحات استفاده کنید.

مقاله‌های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز باید پیوست مقاله باشد.

پانویست‌ها، پی‌نوشت‌ها و منابع باید کامل باشند. منابع باید شامل نام نویسنده، سال انتشار، نام اثر، نام مترجم، محل نشر، ناشر، و شماره صفحه مورد استفاده باشند.

فصل‌نامه در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله‌های رسیده مختار است.

فصل‌نامه از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی‌شوند، معذور است.

آرای مندرج در مقاله‌ها، ضرورتاً مبنی نظرهای مسئولان فصل‌نامه و دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی نیست و مسئولیت پاسخ‌گویی به پرسش‌های خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.

روی جلد: گل اרקیده از درون

زیست‌شناسی نوین در دسترس دانش‌آموزان شما

سام سینائی

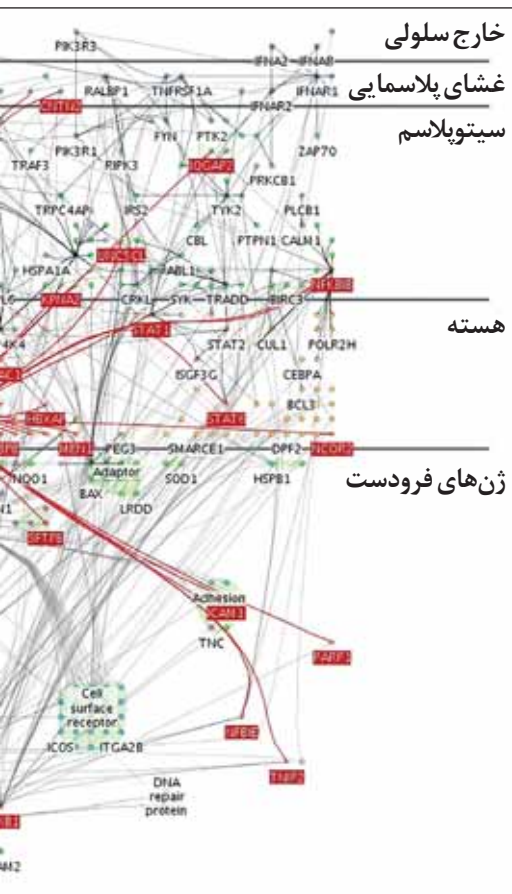
دانشجوی دکتری زیست‌شناسی سامانه‌ای- ریاضیاتی دانشگاه هاروارد

اشاره

زیست‌شناسان باید لزوماً نگرشی جامع، همه‌سویین، سیستمی و کل‌نگر به موجودات زنده داشته باشند تا بتوانند مادهٔ زنده را بهتر و بیشتر بشناسند. به همین علت، چندی است که زیست‌شناسان جهان برای شناخت بیشتر مادهٔ زنده از انزوای آزمایشگاه‌های تک‌ساحتی خود خارج شده‌اند و دست‌یاری و همکاری به‌سوی پژوهشگران شاخه‌های دیگر علوم و فناوری، مهندسان و ریاضی‌دانان دراز کرده‌اند. پیدایش و تکامل شاخه‌هایی مانند بیوانفورماتیک، ژنومیک و زیست‌شناسی سامانه‌ها نمونه‌هایی از این همکاری‌هاست. زیست‌شناسی سامانه‌ها که گاه سیستمه‌آمیک^۱ نیز نامیده می‌شود، یکی از این شاخه‌های نوپدید و زاده‌شدهٔ سدهٔ بیست‌ویکم است. پژوهشگران و متخصصان این شاخه می‌کوشند با همکاری‌های بین‌رشته‌ای از سیستم‌های پیچیدهٔ زنده مدل‌های ریاضی بسازند. پیچیدگی کار زیست‌شناسان هنگامی بیشتر نمود می‌یابد که بدانیم موجودات زنده سیستم‌هایی پیچیده‌اند، مانند همهٔ سیستم‌های پیچیده از اجزای خودمختار، ولی به هم پیوسته و در عین حال مرتبط به هم ساخته شده‌اند، ویژگی‌هایی پیچیده و متفاوت نسبت به برآیند اجزا از خود بروز می‌دهند و در آن‌ها تعداد زیادی مجموعهٔ چندمنظوره و متنوع به‌طور انتخابی و غیرخطی با هم کار می‌کنند و رفتارهایی منسجم، هماهنگ و همدوس از خود بروز می‌دهند. این نوشته با قلم یکی از دانش‌آموزان دیروز شما که اکنون دانشجوی زیست‌شناسی سامانه‌ای- ریاضیاتی دانشگاه هاروارد است، برای معلمان زیست‌شناسی کشور به رشتهٔ تحریر کشیده شده و دارای نکات و توصیه‌های ارزشمندی است.

کشف نحوهٔ عملکرد کلی سلول بر مبنای ساختار و عملکرد اجزای آن است. هدف اصلی پژوهشگران زیست‌شناسی سنتی، به‌دست آوردن اطلاعات کمی و کیفی در مورد یک یا چند مولکول بود. زیست‌شناس سنتی با صرف زمان‌های طولانی تلاش می‌کرد داده‌های کیفی جمع‌آوری کند و سپس با تحلیلی غالباً شهودی و گاه با استفاده از روش‌های سادهٔ آماری نتایج خود را ارائه می‌کرد. با آسان‌تر شدن فرایند جمع‌آوری داده‌ها و پیچیده‌تر شدن فرضیه‌های مورد مطالعه، تحلیل دقیق و جامع اطلاعات به‌صورت کمی به اصلی‌ترین چالش در زیست‌شناسی تبدیل شد. برای نمونه، اگر یک پژوهشگر خودرو بداند

در سه دههٔ گذشته شاهد پیشرفت‌های خیره‌کنندهٔ تکنیک‌های آزمایشگاهی در زیست‌شناسی، به‌خصوص در توانایی توالی‌یابی با دقت و توان بالا^۲ بوده‌ایم. در این مدت، ژنوم ده‌ها گونه جاندار، از جمله انسان، توالی‌یابی شده است. البته، این موفقیت تنها به تکنیک‌های توالی‌یابی DNA خلاصه نمی‌شود؛ پیشرفت‌های اساسی مشابهی در زمینه‌های دیگر، مانند در حیطهٔ درک ساختار پروتئین‌ها و نقش سیستماتیک RNA در کنترل و عملکرد سلول‌ها به‌دست آمده است؛ اما چالش اصلی پیش روی زیست‌شناسان نوین، در کنار هم قرار دادن این حجم عظیم داده‌ها در قالبی ساختاری جامع و توصیفی است؛ به عبارت دیگر، هدف



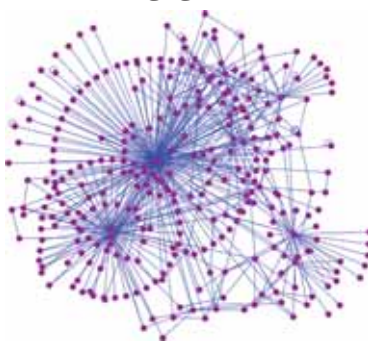
که موتور یک خودرو چند اسب بخار توان دارد و چه جعبه‌دنده‌ای در آن کار گذاشته شده و از عملکردهای همهٔ اجزای دیگر هم آگاه باشد، آیا می‌تواند حداکثر سرعت خودرو را به‌خوبی پیش‌بینی کند؟ پاسخ منفی است. برای پیش‌بینی سرعت حرکت خودرو، دانستن نحوهٔ ارتباط اجزای خودرو با یکدیگر نیز اهمیت دارد. همچنین تأثیر عوامل محیطی مانند لغزندگی جاده، وزش باد یا دمای هوا را بر عملکرد کلی خودرو نباید نادیده گرفت. ممکن است سرمای هوا بتواند به بازدهی موتور کمک کند، ولی در عین حال باعث کاهش اصطکاک لاستیک با سطح جاده نیز بشود. درک اینکه آیا حداکثر سرعت خودرو با سرمای هوا افزایش یا کاهش می‌یابد، نیازمند مطالعهٔ کلی سیستم است. بنابراین دانستن نحوهٔ عملکرد هر عضو به‌طور جداگانه و به تنهایی کافی نیست، بلکه درک عملکرد همهٔ اجزا برای درک عملکرد کلی یک سیستم لازم است. زیست‌شناسی سامانه‌ای^۳ زادهٔ این نحوهٔ تفکر است. سامانه‌های زیستی معمولاً متشکل از هزاران، بلکه میلیون‌ها جزء در هم تنیده‌اند و به‌عکس مثال بالا، عملکرد این اجزا معمولاً به‌طور مستقیم و به تفکیک قابل درک، مطالعه و بررسی نیست. از این‌رو، مطالعهٔ این

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

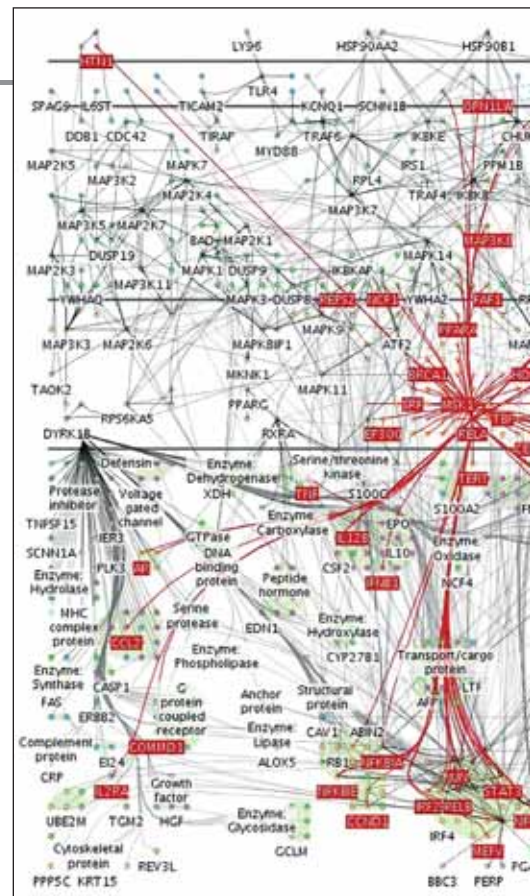
* پی‌نوشت‌ها

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

یا رایانه‌ای^۹ شناخته می‌شود. هر چند این تعریف به این معنا نیست که پژوهشگر صرفاً به دنبال ابداع روش است. در بسیاری از موارد، این روش‌ها منجر به کشف پدیده‌های جدید در زیست‌شناسی می‌شوند.



زیست‌شناسی سامانه‌ای-ریاضیاتی^{۱۰} در واقع ترکیبی از این دو شاخه زیست‌شناسی است و به‌همین علت زیست‌شناسی سامانه‌ای-ریاضیاتی شاخه‌ای میان‌رشته‌ای محسوب می‌شود. پژوهشگران این شاخه تلاش می‌کنند در سطح سیستم‌ها به زیست‌شناسی بپردازند و در این راه از روش‌های مرسوم در علوم محاسباتی که مناسب بررسی داده‌ها در مقیاس بزرگ و پیچیده است، استفاده می‌کنند. اهمیت این رشته به‌طور مداوم در بخش‌های دیگر زیست‌شناسی از جمله بیوشیمی، ژنتیک، زیست‌شناسی گیاهی، تکاملی و علوم پزشکی در حال افزایش است. این رشته در حال حاضر در همه دانشگاه‌های مهم جهان، رو به گسترش است و بسیاری از این دانشگاه‌ها در حال حاضر این رشته را در سطح دکتری ارائه می‌کنند. پژوهشگرانی از رشته ریاضی، فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و علوم رایانه در این دانشکده‌ها فعال‌اند و سالانه هزاران مقاله در نشریات معتبر بین‌المللی به این رشته اختصاص می‌دهند. آشنایی با این رشته و روند رو به رشد آن از این جهت برای معلمان زیست‌شناسی اهمیت دارد که تربیت نسل آینده زیست‌شناسان بر عهده ایشان است. زیست‌شناسان فردا نه تنها باید از دانش زیست‌شناسی بهره‌مند باشند، بلکه باید قابلیت استفاده از روش‌های محاسباتی در زیست‌شناسی را داشته باشند. قابلیت‌هایی، از جمله استفاده از ریاضیات برای مدل‌سازی، استفاده از رایانه برای مطالعه



سامانه‌ها نیاز به جمع‌آوری گسترده اطلاعات و تحلیل آن به‌صورت کلی و نه جزء به جزء دارد. برای نمونه، سیستم مورد مطالعه می‌تواند هم‌زمان شبکه ارتباطی بین ده‌ها یا صدها پروتئین و ژن باشد. پیشرفت‌های عمده اخیر در فناوری که پیش‌تر به آن اشاره شد، اکنون امکان چنین پژوهشی را فراهم آورده است. لازم است یادآوری کنیم که زیست‌شناسی سامانه‌ای صرفاً روش یا تکنیک تحلیلی خاصی نیست، بلکه دیدگاه و چشم‌اندازی برای مطالعه زیست‌شناسی در سطحی پیچیده‌تر و گسترده‌تر است.

در این شاخه از زیست‌شناسی، برای تحلیل داده‌ها عمدتاً از روش‌های مرسوم در علوم محاسباتی^۵ استفاده می‌شود. این روش‌ها گاه به‌طور مستقیم از علوم محاسباتی، مانند نظریه گراف، یادگیری ماشینی^۶، تحلیل مؤلفه‌های اصلی^۷، استنباط بیزی یا شرطی^۸، فیزیک آماری، شبیه‌سازی رایانه‌ای و مانند این‌ها برداشت می‌شوند. در موارد دیگر، روش‌های محاسباتی برای حل مسئله‌ای خاص در زیست‌شناسی ابداع می‌شوند. وقتی تمرکز اصلی پژوهشگر بر ابداع یا انطباق روش‌های محاسباتی مناسب برای مسائل زیستی باشد، رشته پژوهشی او به‌عنوان زیست‌شناسی ریاضیاتی، محاسباتی



شما و ما

اینجا هم قراره حق ما ضایع بشه؟

آقای سعید پیرمرادی نوشته‌اند: سلام؛ غرض از مزاحمت پیگیری چاپ مقاله‌ام (گفت‌وگوی باکتری‌ها) بود که قرار بود در شماره ۹۵ تابستان امسال چاپ بشه، ولی چاپ نشده. چرا؟ اینجا هم قراره حق ما ضایع بشه؟ والا دیگه خسته شدیم. چقدر من منتظر چاپ بمونم؟ طبق ایمیلی که برا من فرستادید در شماره ۹۵ تابستان ۹۳ باید چاپ می‌شد. لطفاً جواب ما را بدید.

پاسخ

مقاله شما (گفت‌وگوی باکتری‌ها) در صفحات ۱۱ تا ۱۳ شماره ۹۵ چاپ شده و حتی چند ماه است که در وبلاگ مجله هم اعلام شده است. لطفاً یک بار دیگر با دقت بیشتر این شماره از مجله را ورق بزنید؛ در ضمن ارسال مقاله حقی برای فرستنده ایجاد نمی‌کند. در انتظار آثار مناسب دیگری از شما هستیم. موفق باشید.

رده‌بندی لینه‌ای
نامی دیگر است
که منتقدان
میر بر رده‌بندی
مورد نظر او
گذاشته‌اند، چون
اعتقاد داشتند
رده‌بندی میر به
هیچ وجه مبتنی
بر تکامل و نظر
داروین نیست

آقای مجتبی مقصودی دربارهٔ سرمقاله شماره پاییز ۹۳ چنین نوشته‌اند:

مقاله زیبایی بود. اما تا حدی با انواع مقاله‌نویسی‌ای که من میدانم متفاوت است. معمولاً مقالاتی که من می‌نویسم یک مقدمه و معرفی کوتاه دارند، یک متن اصلی و یک جمع‌بندی، نتیجه‌گیری یا پیشنهادها. اما مقاله شما نوع خاصی از مقاله‌نویسی است که در آن نوعی تعلیق داستانی هم دیده می‌شود. یعنی تا ۴ سطر آخر مقاله خواننده نمی‌فهمد هدف شما از نوشتن آن چیست و حرف اصلی را در دو سه سطر آخر می‌زنید. بدین ترتیب، تمام مقاله مقدمه‌ای می‌شود برای دو سه سطر آخر مقاله. صفحه اول مقاله‌تان که در واقع برای جلب توجه خواننده نوشته شده و نوعی مقدمه است، نیمی از کل مقاله را به خود

اختصاص داده است، در حالی که خودش را هم می‌توان یک مقاله کامل و مستقل دانست. مقدمه (سه سطر اول)، متن (تا قبل از تصویر کبک) و جمع‌بندی چند سطر بعد از تصویر کبک. صفحه دوم هم خود یک مقاله کامل است که با این جمله مقدمه‌ای شروع می‌شود: «رنگ‌بینی یکی از موهبت‌های خداوندی است...» تا پایان ستون سمت راست یک مقاله کامل می‌شود که شامل مقدمه، متن و حتی نتیجه‌گیری پایانی مقاله است. بعد مقاله ضربه آخر را می‌زند و خواننده را شوکه می‌کند که هم این مقدمات یک و نیم صفحه‌ای برای آن است که به او بگوییم مجله رشد آموزش زیست‌شناسی زین پس چهار رنگ چاپ خواهد شد. این هم یک برداشت روزنامه‌نگارانه برای من از شیوه‌های متفاوت نوشتن مقاله!

جایی برای پیرمردها: هست یا نیست؟

به دنبال انتشار مقاله «جایی برای پیرمردها نیست» در شماره پاییز ۹۳، چند نظر دربارهٔ آن رسیده است. یکی از خوانندگان نوشته‌اند:

... اگر منظور تان از «رده‌بندی تکاملی» (نظر به استنادتان به فلسفه «سقراط» که البته احتمالاً منظور تان افلاطون است و بعدها به نحو نظام‌مندتری ارسطو بوده؛ چون سقراط نظام مشخصی را که

بشود به آن استناد کرد، تدوین نکرده است)، همان رده‌بندی مبتنی بر «ذات‌باوری» باشد (چنانکه میر می‌گفته، typological thinking)، ناگزیر از این هستید که فقط به معیار کاربرد تکیه نکنید، چون بحث میر (که در واقع نقد تفکر ذات‌باور است)، اساساً ذیل فلسفه زیست‌شناسی (و مشخصاً اپیستمولوژی نظریه تطور) تعریف می‌شود و اتفاقاً او نقدهایی جدی هم به ذات‌باوری وارد کرده که این قطعاً به معنی دفاع

تمام‌قد از رده‌بندی لینه‌ای نیست. اجازه بدهید بخشی از کتاب Populations, Species, and Evolution (صفحه ۱۱) را در اینجا مستقیماً نقل کنم که در آن موضعش را به‌وضوح در قبال ذات‌باوری (که جوهره فلسفی رده‌بندی لینه‌ای به حساب می‌آید) مشخص کنم.

“The typological species concept, going back to philosophies of Plato and Aristotle (and thus sometimes called essentialist concept), was the species concept of Linnaeus and his followers”.

... دقت کنید که در اینجا موضعش را از لینه جدا کرده؛ اما ادامه:

“... According to this concept, the observed diversity of the universe reflects the existence of a limited number of underlying “universals” or types (eidos of Plato). Individuals do not stand in any special relation to one another, being merely expressions of the same type ... The presence of the same underlying essence is inferred from similarity, and morphological similarity is therefore, the species criterion for the essentialist”.

خوب، تا اینجا «ذات باوری» را تعریف کرده (بگذریم از اینکه بعضی‌ها مثل ماری وینزور، در مقاله خود تحت عنوان Linnaeus's Biology was not Essentialist، استدلال کرده‌اند که منظور لینه

اتفاقاً ذات باوری افلاطونی نبوده است)، اما میر در ادامه، نقد خودش را اینطور به این دیدگاه وارد می‌کند

“This is quite apparent from the difficulties into which a morphological-typological species concept leads in taxonomic practice. ... Indeed, its own adherents abandon the typological species concept whenever they discover that they have named as a separate species something that is merely an individual variant”.

پس تا اینجا معلوم می‌شود که میر، منتقد ذات باوری نهفته در رده‌بندی لینه‌ای بوده (که مشروح نقد او کل فصل ۳ کتاب فوق را به خود اختصاص داده است)؛ ضمن اینکه در مقدمه کتاب (صفحه ۵) هم صریحاً آورده است که:

“... Typological thinking is the other major misconception that had to be eliminated before a sound theory of evolution could be proposed”.

پس نمی‌دانم شما از کجا میر را مدافع نامدار رده‌بندی لینه‌ای دانسته‌اید. منظور میر از موضعی که خودش اتخاذ کرده (یعنی population thinking) چه بوده و او چگونه سعی می‌کرده از این طریق به سراغ تبارشناسی موجودات زنده برود؟ این موضوع تا حد زیادی دلالت‌های فلسفی دارد که فضا و مجال بحث درباره آن در اینجا فراهم نیست. اما این مقاله، به تفصیل این موضوع را به بحث گذاشته است:

<http://faculty.arts.ubc.ca/jbeatty/Sober1980.pdf>

پاسخ عرفان خسروی، نویسنده «جایی برای پیرمرد هانیست»

۱. رده‌بندی تکاملی یاداروینیستی نامی بود که خود میر برای نظام رده‌بندی مورد نظرش انتخاب کرده بود و در این نوشته نیز منظور از رده‌بندی تکاملی همان بوده است. رده‌بندی لینه‌ای نامی دیگر است که منتقدان میر بر رده‌بندی مورد نظر او گذاشته‌اند، چون اعتقاد داشتند رده‌بندی میر به هیچ‌وجه مبتنی بر تکامل و نظر داروین نیست. مسلماً کسی از ایشان ادعا ندارد که میر مطلقاً هر چه را لینه گفته بود، بازگو کرده است. مسئله اینجاست که میر بخشی از سنت به‌جا مانده از لینه را برای زیست‌شناسی کاربردی و مفید می‌پنداشت؛ این بخش مورد نظر میر، به دلیل تکیه بر مفاهیم غیر قابل سنجش، غیر عینی و کاملاً ذهنی، نمی‌تواند بخشی از علم تجربی باشد.

۲. نقد میر بر لینه و بر ذات‌باوری^۱ نافی مخالفت او با رده‌بندی فیلوژنتیک نیست. واضعان و پیروان رده‌بندی فیلوژنتیک (که امروزه غالب زیست‌شناسان تکاملی جزء همین دسته‌اند) نیز

منتقد ذات‌باوری هستند و نیز منتقد میر. میر افلاطون را به دلیل ترویج اندیشه ذات‌باورانه، «ضد قهرمان» تکامل می‌داند. ۳. بنده ادعا نکرده‌ام که میر مدافع ذات‌باوری است و این برداشتی است که شما از نوشته من دارید؛ اما با وجود دفاع شما، برآمد رده‌بندی مورد نظر میر، نگاهی شبیه به ذات‌باوری درباره گروه‌های بزرگ‌تر از گونه را در بر دارد که در مکتب مورد نظر میر، «مرحله»^۲ نامیده می‌شوند. هر چند که میر منتقد ذات‌باوری بوده، اما نگاه او به جانداران از یک نظر با ذات‌باوری وجهی مشترک دارد و آن هم باور به معیارهایی غیر عینی است. میر گروه‌هایی مانند «ماهی‌ها»، «خزندگان [منهای پرندگان]»، «آغازیان»، و «بی‌مهرگان» را معتبر و حقیقی می‌پندارد. البته این موضوع هم تا حد زیادی دلالت‌های زیست‌شناختی دارد که فضا و مجال بحث درباره آن در اینجا فراهم نیست، اما این مقاله که در همین نشریه (رشد آموزش زیست‌شناسی شماره ۹۳، زمستان ۱۳۹۲) به چاپ رسیده، به تفصیل این موضوع را به بحث گذاشته است.^۳

ان‌شالله پس
از تغییر کلی
کتاب‌های درسی
که امسال آغاز
خواهد شد،
جای کافی به
تحلیل محتوای
این کتاب‌های
جدیدالتألیف
اختصاص
خواهیم داد



میر تصور می‌کند درباره رده‌بندی خویشاوندان نزدیک پستانداران «می‌توان به دلخواه تصمیم گرفت»

از «مرحله خزندگان» می‌دهد، باور عمیق و ناخودآگاه او را به تفکری بسیار نزدیک به ذات‌باوری آشکار می‌کند. میر در فصل «کلان تکامل» همین کتاب دوباره به سراغ تکامل پستانداران می‌رود و می‌نویسد: «پلاتیپوس استرالیایی بدنش از مو پوشیده است، بچه‌هایش را شیر می‌دهد و دیگر خصوصیات پستانداران ابتدایی را داراست، اما همانند خزندگان تخم می‌گذارد و علامت مشخصه ویژه‌ای، تیغ سمی مانند خارپشت و نوکی مثل نوک اردک، دارد که «بن‌پست» تکاملی را نمایش می‌دهند. یک چنین سرعت ناهم‌سان تکاملی در خصیصه‌های متفاوت یک ارگانیسم، این به اصطلاح تکامل موزاییکی، می‌تواند دشواری‌هایی را در آرایه‌بندی پیش بیاورد». دم خروس آنچه که می‌توان نگاه شبه‌ذات‌باورانه آقای میر نامید، از همین جملات بیرون می‌زند. میر از سرعت «ناهم‌سان تکاملی» صحبت کرده و از اینکه پلاتیپوس مانند بقیه پستانداران بچه‌زا نیست نتیجه می‌گیرد که این ویژگی در این جاندار خاص «به کندی» تکامل یافته است؛ گویی قرار بوده همه پستانداران در همه ویژگی‌ها با سرعتی یکسان تکامل بیابند. تنها با نگاهی ذات‌باورانه می‌توان وجود پلاتیپوس را استثنایی و موجب دشواری تلقی کرد، زیرا در چنین نگاهی است که پستاندار مثالی و نوعی لزوماً باید بچه‌زا باشد.

۵. در درس نهم، می‌توان نقل قول دوم کتاب میر را اعتراف صریح خود او به وجود «دشواری‌هایی» در رده‌بندی مورد نظرش تلقی کرد. این دشواری‌ها در رده‌بندی فیلوژنتیک، که میر آن را نپذیرفت، هرگز رخ نمی‌دهد.

۴. نیم‌نگاهی به نوشته‌های خود میر می‌تواند ذهنی بودن معیارهای میر برای رده‌بندی جانداران را بهتر روشن کند. برای نمونه چند فراز از کتاب «تکامل چیست» میر (با ترجمه سلامت رنجبر) را ذکر می‌کنم. میر در فصل «کدام مدارک به وجود تکامل دلالت می‌کنند؟» به سنگواره‌های نیاکان پستانداران اشاره می‌کند و می‌گوید: «تکته جالب اینکه سنگواره‌های بعضی از شجره نسب‌ها و تبارهای تکاملی کامل هستند؛ مثلاً از گروه خزندگان (تراپسیدها) تا پستانداران. برخی از این سنگواره‌ها چنان آشکارا بین خزندگان و پستانداران قرار گرفته‌اند که می‌توان به دلخواه تصمیم گرفت که جزو کدام یک از دو گروه جای گیرند». توجه بفرمایید که میر تصور می‌کند درباره رده‌بندی خویشاوندان نزدیک پستانداران «می‌توان به دلخواه تصمیم گرفت»، ضمن این که خویشاوندان قدیمی‌تر پستانداران را که هنوز واجد ویژگی‌های مشترک اندکی با پستانداران بودند، جزء خزندگان قرار داده است. میر قائل به تصمیم دلخواه (بدون معیار، فاقد عینیت) درباره گروه‌هایی از موجودات زنده است و از سویی دیگر جاندارانی را که به دلیل معیاری عینی، یعنی شباهت‌های متعدد آناتومیک خویشاوند نزدیک‌تر پستانداران شمرده می‌شوند (و نه «مارمولک» و «مار» و «تمساح» و «لاک‌پشت») تنها به این دلیل که هنوز واجد تمام خصوصیات پستانداران نیستند، به دسته «خزندگان» می‌افکند. گرچه نگاه پشت این جمله را نمی‌توان ذات‌باورانه شمرد، اما نشانی که میر

باید ماه‌ها پیش از انتشار آماده و تحویل شوند، بنابراین، ذکر اخبار و گزارش‌هایی که سریع منقضی می‌شوند، از جمله اخبار و گزارش‌های مربوط به کنکور در این نشریه میسر نیست.

تحلیل محتوای کتاب‌های درسی را در مجله بگنجانید.

کتاب‌های درسی فعلی، که بیش از یک دهه عمر دارند، تاکنون به اندازه کافی مورد بررسی، نقد و تحلیل و اصلاح قرار گرفته‌اند؛ اما اگر بازم مقاله‌ای مناسب در تحلیل محتوای این کتاب‌ها به دستمان برسد، حتماً آن را منتشر خواهیم کرد؛ اما انشالله پس از تغییر کلی کتاب‌های درسی که امسال آغاز خواهد شد، جای کافی به تحلیل محتوای این کتاب‌های جدیدالتألیف اختصاص خواهیم داد.

* پی‌نوشت‌ها

1. essentialism
2. grade
3. www.roshdmag.ir/fa/article/9640

کشور همراه با پرسش‌های دیگر المپیادهای علمی، همراه با پاسخ آن‌ها روی وبگاه باشگاه دانش‌پژوهان جوان که مسئول و برگزارکننده المپیادهای کشور است، منتشر می‌شود. برای به دست آوردن این پرسش‌ها می‌توانید به این وبگاه به نشانی www.ysc.ac.ir مراجعه کنید؛ بنابراین، نیازی به اشغال صفحه‌های محدود این نشریه برای درج آن‌ها نیست.

عکس دانش‌آموزان برتر کنکور را روی جلد قرار دهید.

معمولاً درباره دانش‌آموزان برتر کنکور به اندازه کافی عکس و مصاحبه و مطلب در مطبوعات کشورمان منتشر می‌شود که نیاز به تکرار آن‌ها در مجله رشد آموزش زیست‌شناسی احساس نمی‌شود. در عوض، چندی است تصاویر روی جلد این نشریه از حیات وحش گیاهی و جانوری کشورمان انتخاب می‌شوند که کار عکاسان حرفه‌ای حیات وحش هستند. به علاوه، چون مطالب و نوشته‌های این نشریه

● در تاریخ هشتم آذرماه ۱۳۹۳ نشستی با حضور مسئولان دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی با معلمان و سرگروه‌های دروس مختلف استان همدان برگزار شد. در آن نشست، ضمن اظهار لطف، پرسش‌ها و پیشنهادهایی از سوی سرگروه محترم گروه آموزشی زیست‌شناسی استان همدان مطرح شده بود. چون نه اینجانب و نه هیچ‌یک از دیگر مسئولان فصل‌نامه رشد آموزش زیست‌شناسی برای پاسخ‌گویی، در آن جلسه، حضور نداشتند، بدین وسیله، ضمن تشکر از همکاران محترم، در اینجا به پرسش‌های آنان که ممکن است پرسش‌های بسیاری از دیگر خوانندگان این نشریه باشند، پاسخ می‌دهیم؛ با این امید که این همکاران همچنان ما را از نظرهای خود آگاه کنند.

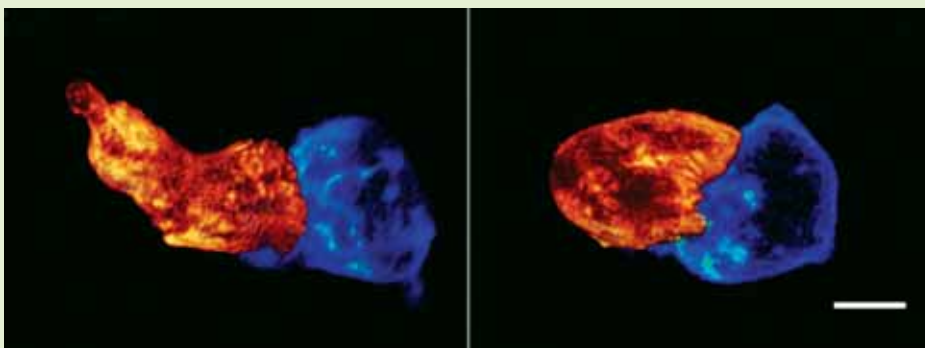
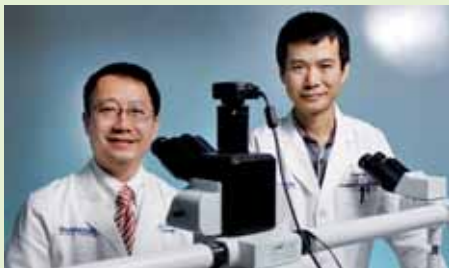
پرسش‌های المپیاد زیست‌شناسی کشور را منتشر کنید.

معمولاً پرسش‌های المپیاد زیست‌شناسی

جاسوسی از درون سلول

میکروسکوپ جدید تصاویری واضح‌تر از
درون سلول‌های زنده به وجود می‌آورد
مهرگان روزبه

نفر سمت چپ: دکتر چن



یک سلول ایمنی حامل رنگ نارنجی به یک سلول دیگر (آبی) برخورد کرده است. پژوهشگران با استفاده از نوعی میکروسکوپ جدید توانسته‌اند بدون آسیب رسیدن به سلول‌های زنده، آنها را مشاهده کنند (درازای خط مقیاس در گوشه راست ۴ میکرون است).

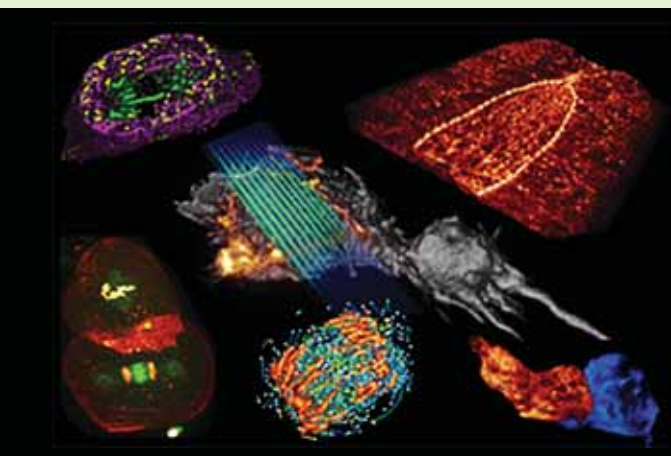
از درون سلول زنده نیز می‌توانند تصاویری سه بعدی بدهند، اما فقط به مدت بسیار محدود عمل می‌کنند؛ چون وضعیت فیزیولوژیک نمونه را تغییر می‌دهند و باعث مرگ سلول می‌شوند.

* پی‌نوشت‌ها

1. Chen et al.
2. 2D optical lattices
3. phototoxicity

پویانمایی (انیمیشن) و تصویربرداری سه‌بعدی از فرایندهای فیزیولوژیک درون سلول‌های زنده برای درک حیات ضروری است؛ اما تصویربرداری از سلول زنده به ویژه تصویربرداری سه‌بعدی به علت تغییر در تفکیک‌پذیری، سرعت و سمیت پرتوهای نوری ناممکن است. چن و همکاران^۱ نوعی میکروسکوپ ساخته‌اند که می‌تواند بر این مشکلات پیروز شود. آنان برای این کار از پرتوهایی که متفرق نمی‌شوند و توری‌های دوبعدی^۲ نامیده می‌شوند، استفاده کردند. این صفحه‌های نوری توری‌سرعت مورد نیاز تصویربرداری را افزایش می‌دهند و مسمومیت نوری^۳ را کاهش می‌دهند.

تصویربرداری از درون سلول‌های زنده پنجره‌ای رو به مجموعه فضایی، فیزیولوژی دائماً در تغییر سلول به دست می‌دهد. تصاویری که ساختارها را نشان می‌دهند، نمی‌توانند این کار را انجام دهند. برای مشاهده فیزیولوژی سلول به طور مستقیم، باید تعادل تفکیک‌پذیری فضایی و سمی بودن نور را در نظر گرفت. اگر چه ابزارهای سنتی تصویربرداری



میکروسکوپ صفحه توری

یک صفحه توری فوق نازک از جنس نور (به رنگ سبز آبی در وسط) از میان نمونه (به رنگ خاکستری) عبور می‌کند و فلئوئوسان (نارنجی) را در صفحه بعدی تحریک و تصویری سه بعدی ایجاد می‌کند.

دفترچه زیست‌شناسی

محمد کرام‌الدینی

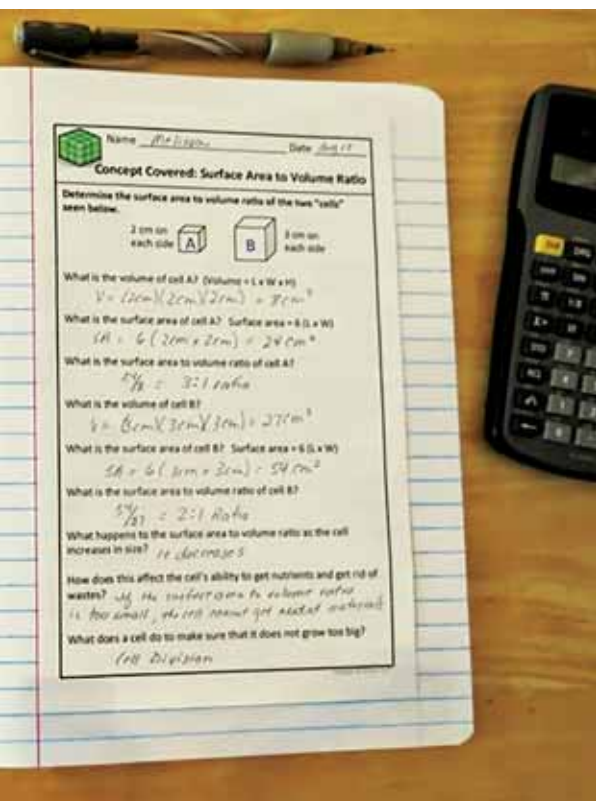
دانش‌آموزان در کلاس درس رو به ما نشسته‌اند و ظاهراً مشغول گوش دادن به سخنرانی ما هستند. در همین حال ممکن است این پرسش به ذهن ما بیاید: آیا همهٔ این دانش‌آموزان واقعاً در حال درک موضوع و مفاهیم سخنرانی من هستند؟ اینان تا چه حد سخنان مرا درک می‌کنند؟ از کجا بفهمم کدام دانش‌آموز مفهومی علمی را درک کرده است، کدام دانش‌آموز فقط سر تکان داده و تظاهر به فهمیدن کرده، کدام یک فقط واژه‌ها و اصطلاحات را حفظ کرده و به خاطر سپرده است و کدام دانش‌آموز مفهوم مورد نظر را به‌طور عمقی فراگرفته است؟ اصلاً کدام دانش‌آموز در درک مفاهیمی که تا کنون گفته‌ایم موفق بوده و کدام ناموفق؟

گاه برای پی بردن به پاسخ‌های این پرسش‌ها دست به ارزیابی می‌زنیم. مثلاً از چند نفر از دانش‌آموزان دربارهٔ آنچه گفته‌ایم سؤال‌هایی می‌پرسیم یا فرمان می‌دهیم دست به قلم شوند و روی کاغذ به یک یا چند پرسش پاسخ دهند؛ اما شاید در پایان کار این وسوسه به ذهن‌مان وارد شود که ارزیابی ما چندان دقیق نبوده و لذا نتیجهٔ دلخواه به‌دست نداده است. روزی در کلاس زیست‌شناسی دوم علوم تجربی از دانش‌آموزی پرسیدم: «ریبوزوم چه کاری در سلول انجام می‌دهد؟» او بلافاصله در پاسخ گفت: «لیزوم چند کار گوارشی مختلف انجام می‌دهد، مثلاً با پیوستن به واکوئل‌های غذایی آنزیم‌های گوارشی خود را در آن‌ها تخلیه و محتوای آن را تجزیه می‌کنند، اندامک‌های آسیب‌دیده یا پیرسلول را می‌بلعد و گوارش می‌دهد، در نمو جنینی نیز نقش دارد و مثلاً بافت‌های بین انگشتان دست و پا را تجزیه و انگشتان را از هم جدا می‌کند».



من دربارهٔ «ریبوزوم» از او پرسیده بودم؛ اما پاسخ او دربارهٔ «لیزوم» بود. به نظر می‌رسید که او لیزوم را با ریبوزوم اشتباه گرفته است. پاسخ او چکیدهٔ جمله‌های کتاب درسی دربارهٔ لیزوم بود. آیا این اشتباه عمدی و برای طفره رفتن از ارائهٔ پاسخ صحیح بود یا او اشتباهش را ریبوزوم را لیزوم شنیده بود؟ چه باید می‌کردم؟ آیا باید پاسخ او را می‌پذیرفتم؟

ما معلمان انتظار داریم دانش‌آموز مفهومی خاص را همان‌طور که خودمان می‌خواهیم بیان کند، اما گاه دانش‌آموز آن مفهوم را به‌گونه‌ای دیگر به درستی توضیح می‌دهد. پس چگونه و به چه روشی بفهمیم که دانش‌آموزمان در درس ما واقعاً چه فهمیده است و چه می‌تواند انجام دهد؟ چگونه انتظارمان را از شنیدن واژه‌ها و «پاسخ درست» تعدیل کنیم؛ مثلاً چگونه پی ببریم که او مفهومی خاص را به‌طور عمقی آموخته است؟ ارزشیابی از فرایند تدریس جدا نیست. هر وقت در حال تدریس هستیم، هم‌زمان در حال ارزشیابی نیز هستیم. ارزشیابی و تدریس را باید دو کودک هم‌زاد دانست. یعنی، ارزشیابی بخشی جدانشدنی از تدریس است. یکی از مواردی که باید ارزشیابی کنیم،



دربارهٔ تجارب علمی آن‌ها داشته باشد. به این ترتیب، دفترچهٔ زیست‌شناسی پنجره‌ای می‌شود رو به میزان درک دانش‌آموزان از مفاهیم خاص علمی.

ساختار سادهٔ دفترچهٔ زیست‌شناسی

یکی از راه‌های ساختن دفترچهٔ زیست‌شناسی تهیهٔ فهرستی از پرسش‌های راهنماست. دانش‌آموزان پاسخ این پرسش‌ها را در آن‌ها می‌نویسند یا دربارهٔ آن‌ها طرح‌هایی رسم می‌کنند. نمونه‌هایی از این نوع پرسش‌ها چنین است:

۱. دربارهٔ چه می‌دانم؟

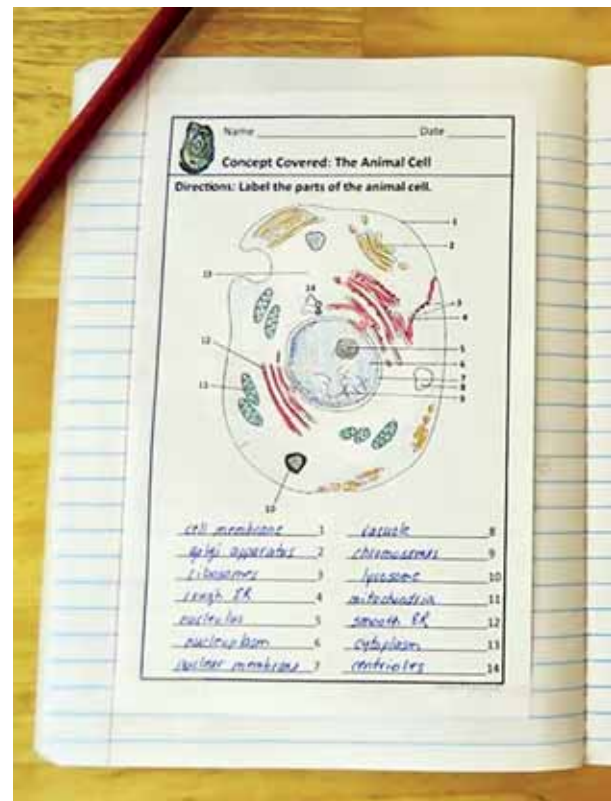
می‌توانید جای نقطه‌چین را با واژه‌های مناسبی از درس مربوط پر کنید، مانند ریوزوم، لیزوزوم یا اندامکی دیگر. دانش‌آموزان باید پیش از شروع تحقیق با آزمایش به این پرسش پاسخ دهند؛ یعنی در واقع، آنان در این مرحله، دانش قبلی، اندیشه‌ها و درک موجود خود را بیان می‌کنند. مثلاً، موضوع فصل هفتم کتاب علوم تجربی پایهٔ هشتم «الفبای زیست‌فناوری» است. در صفحهٔ ۵۵ این کتاب، ذیل عنوان «آیا ژن تنها عامل تعیین‌کنندهٔ صفات است؟» آزمایشی به این شرح مطرح شده است. بنابراین نخستین پرسش برای این فصل می‌شود: «دربارهٔ ژن چه می‌دانم؟» و دانش‌آموزی ممکن است در پاسخ به این پرسش مثلاً بنویسد: «ژن از پدر و مادر به ارث می‌رسد».

آیا ژن تنها عامل تعیین‌کنندهٔ صفات است؟

مواد و وسایل:
 یک عدد سیب‌زمینی که حداقل چهار جوانه (چشمه) داشته باشد.
 چهار لوان یک‌بار مصرف، خاک گلدان، کاغذ و مداد.
 روش اجرا:
 ۱- لوان‌ها را در یک سوراخ زیر لوان کنید. سپس آنها را با خاک پر و بشماره گذاری کنید.
 ۲- سیب‌زمینی را به چهار بخش تقسیم کنید به طوری که هر بخش یک جوانه داشته باشد.
 ۳- برای هر لوانه یک لوان را یکی از لوان‌ها مطابق جدول زیر بکارید. نمونه داشته باشید که خاک لوان‌ها مرطوب باشد.

لوان شماره ۱	لوان شماره ۲	لوان شماره ۳	لوان شماره ۴
آن را در خاک بکارید.	آن را در خاک بکارید.	آن را در خاک بکارید.	آن را در خاک بکارید.
به آن آب ندهید.	به آن آب ندهید.	به آن آب ندهید.	به آن آب ندهید.
به آن آب ندهید.	به آن آب ندهید.	به آن آب ندهید.	به آن آب ندهید.

پس از این روش می‌توانید که در کدام لوانه گیاه سبز پرورش می‌دهد و در کدام لوانه گیاه زرد می‌رود؟
 چرا می‌تواند؟ چه استدلالی برای این پیش‌بینی دارید؟
 شما هر روز لوان‌ها را مشاهده کنید و مشاهدات خود را در جدولی بنویسید. نتیجه آزمایش را در کلاس گزارش کنید. آیا نتیجه آزمایش پیش‌بینی شما را تأیید می‌کند؟



توانایی کاربرد مفاهیم علمی در موقعیت‌های مختلف است؛ نه میزان «تصاحب» اصطلاحات و دانستنی‌ها. دفترچه، پرونده، گفت‌وگو و نیز عملکردهای مختلف دیگر هنگام ارتباط‌های آنلاین از فنون ارزشیابی به‌شمار می‌آیند.

دفترچهٔ زیست‌شناسی

یکی از وسایل کمک‌آموزشی «دفترچه» است. منظور از دفترچه چیزی فراتر از دفترچه‌های مرسوم است که از قدیم در مدارس ما رایج بود. دفترچه قابلیت‌ها و ظرفیت‌های بسیار بیشتری دارد. می‌توان از دفترچهٔ زیست‌شناسی برای کمک به دانش‌آموزان در توسعه، تمرین و اصلاح فهم علمی آن‌ها و نیز تقویت خواندن، نوشتن، ریاضی و برقراری ارتباط استفاده کرد. یکی از راه‌های ترغیب دانش‌آموزان به نوشتن دربارهٔ مفاهیم و فعالیت‌های علمی دفترچه است، چون دانش‌آموزان تحقیقات و اندیشه‌های خود را در قالب‌های خاصی در این دفترچه‌ها می‌نویسند. ساختار دفترچهٔ زیست‌شناسی باید به‌گونه‌ای باشد که دانش‌آموزان را در جمع‌آوری اطلاعاتی که می‌خواهند، کمک کند و جای کافی برای اندیشه‌های شخصی دانش‌آموزان

می‌توان مراحل کار را به صورت گام به گام نوشت یا به طور کلی شرح داد

۲. دنبال چه می‌گردم؟

از آن رویداد بنویسد. رنویسی از روی یک متن در اینجا بی‌فایده است. دانش‌آموزان می‌توانند استنباط‌های خود را به صورت نوشته، شکل یا هر دو نشان دهند.

۶. یافته‌هایم چه بوده‌اند؟

در این قسمت، دانش‌آموز درک و نگرش خود را که از تحقیق به دست آورده است، نشان می‌دهد. مثلاً ممکن است برای آزمایش مورد نظر ما چنین بنویسد:

ساقه گیاهی که در تاریکی رشد کرده بسیار بلند است.

رشد گیاهی که در آفتاب بوده از بقیه بیشتر است. گیاهی که آب نداشته رشد نکرده است.

۷. درباره این فعالیت [آزمایش یا تحقیق] چه فکر می‌کنید؟

دانش‌آموزان در این قسمت تفکر یا عقیده خود را درباره پژوهش بیان می‌کنند. آنان گاه آن را با زندگی واقعی و احساس و نظر مرتبط می‌سازند. مثلاً:

«من تحقیق درباره گیاهان را دوست دارم؛ یا من قبلاً نمی‌دانستم که از چشم‌های سیب‌زمینی گیاهان جدیدی به وجود می‌آیند».

۸. اگر دوباره بخواهم همین فعالیت را تکرار کنم، این بار کارم چه تفاوتی با قبل خواهد داشت؟

این قسمت دانش‌آموزان را به تحلیل و ارزیابی از فعالیت خود و به تفکر درباره اصلاح کار فرا می‌خواند، به طوری که گاه فعالیت را از سر می‌گیرند و آن را به شیوه جدیدی تکرار می‌کنند. این تحلیل و مستندسازی افکار باعث می‌شود که دانش‌آموزان به یافته‌های مهمی برسند. ممکن است دانش‌آموزی پس از این آزمایش بنویسد: «دفعه بعد، از مراحل رشد گیاهان سیب‌زمینی که کاشته‌ام عکس خواهم گرفت».

در مجموع چنین ساختاری دانش‌آموزان را به نوشتن متون علمی و نیز هم‌زمان به تفکر علمی رهنمون می‌شود. گاه ممکن است پرسش‌هایی انتخاب کنید که دانش‌آموزان را به کاربرد دانش خود در موقعیت‌های مختلف ترغیب کنند. مثلاً، یکی از معلمان پایه هشتم از دانش‌آموزان خواست

در این مرحله دانش‌آموز باید یک یا چند مسئله مربوط به تحقیق را تعیین کند. دانش‌آموز در اینجا مسئله اصلی را که به دنبال حل آن است بیان می‌کند، هرگونه پرسشی را که ممکن است درباره آن مسئله داشته باشد، مطرح می‌کند و احتمالاً به فعالیت‌های اولیه اضافی دیگر، یعنی افکاری که هنگام طرح پرسش درباره مسئله مورد نظر به ذهن دانش‌آموز می‌آید، فکر می‌کند. مثلاً دانش‌آموز ممکن است برای این قسمت چنین بنویسد: «آیا فقط زن‌ها در رشد و نمو موجودات زنده اثر دارند یا محیط هم در این باره مؤثر است؟»

۳. به چه موادی احتیاج دارم؟

دانش‌آموز در این قسمت فهرستی از مواد مورد نیاز را می‌نویسد. البته مواد و وسایل این آزمایش مورد نظر ما در ابتدای کادر نوشته شده است: یک عدد سیب‌زمینی، چهار عدد لیوان یک‌بار مصرف، خاک گلدان، کارد، کاغذ و مداد.

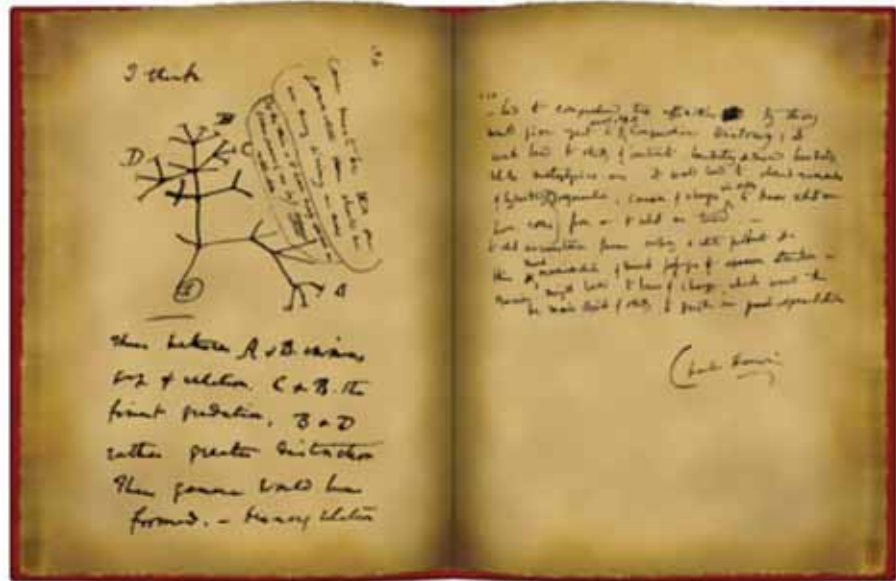
۴. چه کرده‌ام؟

پس از آنکه دانش‌آموزان به سه سؤال اول پاسخ دادند، تحقیق خود را آغاز می‌کنند و سپس در سؤال چهارم فعالیت‌های خود را شرح می‌دهند. این قسمت نوعی یادداشت‌برداری است، چون آنچه دانش‌آموز انجام داده و سبب یادگیری او شده است، در این قسمت نوشته می‌شود. می‌توان مراحل کار را به صورت گام به گام نوشت یا به طور کلی شرح داد.

۵. چه روی داد؟

دانش‌آموز در این قسمت مشاهدات خود را مستند می‌کند. دانش‌آموزان می‌توانند در این قسمت برای نشان دادن داده‌های خود از چارت یا نمودار استفاده کنند و مشاهدات خود را علمی‌تر نشان دهند. دفترچه زیست‌شناسی حتی برای شرح فعالیت‌های نمایشی معلم هم باید شخصی و انفرادی باشد و هر دانش‌آموز استنباط خود را





دست نوشته می‌شوند و روی برگه‌های جداگانه نوشته نمی‌شوند؛ اما می‌توان این دفترچه‌ها را به‌طور خلاقانه‌ای با واژه‌پردازهای رایانه‌ای نیز نوشت و در حافظه‌های جانبی آی‌پدها یا رایانه‌های قابل حمل ذخیره کرد.

دانش‌آموزانی که دفترچه الکترونیک زیست‌شناسی دارند، می‌توانند به آسانی چیزهایی به آن اضافه کنند یا نوشته‌ها را روزآمد و اصلاح کنند. به‌علاوه، اگر به اینترنت دسترسی داشته باشند، می‌توانند تصاویر یا عکس‌هایی هم به نوشته‌های خود بیفزایند. گاه وقتی که معلم می‌خواهد دانش و یادگیری دانش‌آموزان را ارزشیابی کند، آن‌ها را چاپ و تبدیل به نسخه‌های کاغذی می‌کند. این صفحه‌های کاغذی را می‌توان صحافی کرد و به‌صورت دفترچه درآورد.

تصاویر و داستان‌گویی

دانش‌آموزان می‌توانند مشاهدات خود را با نوشته یا تصویر نشان دهند. می‌توانیم از دانش‌آموزان بخواهیم که تصاویری نیز در دفترچه‌ها ترسیم کنند و با کمک آن‌ها مشاهدات خود را از کارهای عملی نشان دهند. رسم طرح این امکان را به آن‌ها می‌دهد که به‌جای آنکه مشاهدات و تصورات خود را به‌صورت زبانی تحلیلی بیان کنند، به‌صورت کیفی بیان کنند. در نظر گرفتن این موضوع در کلاس‌هایی که در آن‌ها تنوع فزاینده‌ای وجود دارد، اهمیت دارد.

در واقع، دانش‌آموزان، اغلب وقتی که از آن‌ها

تا درباره تعداد کروموزوم‌های جانداران مختلف بحث کنند (کادر گفت‌وگو کنید، صفحه ۵۹ علوم تجربی پایه هشتم)، یکی از دانش‌آموزان گفت «من فکر می‌کردم هرچه جثه جاندار بزرگ‌تر باشد، تعداد کروموزوم‌های آن بیشتر است، اما این تصور من اشتباه بود».

توجه داشته باشیم که همه دانشمندان و پژوهشگران دفترچه علمی دارند و از آن به‌عنوان منبعی برای پژوهش‌های خود استفاده می‌کنند. معماران، هنرمندان، مخترعان، نویسندگان و دیگران هم دفترچه یا ژورنال می‌نویسند یا دفترچه طراحی دارند و در آن‌ها افکار و مشاهده‌های خود را که محرک یافته‌های آینده‌شان است، یادداشت می‌کنند. دفترچه زیست‌شناسی چیزی بیشتر از یادداشت‌های دانش‌آموزان درباره افکار علمی آن‌هاست و تفکرات و پژوهش‌های دیگر آن‌ها را نیز در برمی‌گیرد. وقتی دانش‌آموزی باز می‌گردد و به تجربه‌های علمی خود که در دفترچه یادداشت کرده است، نگاه می‌کند، احساس غرور بسیاری می‌کند. شما به‌عنوان معلم می‌توانید نه فقط برای ارزشیابی درک و فهم مفهوم خاصی از علم از دفترچه زیست‌شناسی استفاده کنید، بلکه می‌توانید با آن دریابید که دانش‌آموزان شما تا چه اندازه به خلاقیت و تفکر نقادانه نزدیک شده‌اند.

استفاده از فناوری در دفترچه‌های علوم

دفترچه‌های علوم معمولاً کاغذی هستند. صفحه‌های صحافی شده و متصل به هم دارند. با

همه دانشمندان
و پژوهشگران
دفترچه علمی
دارند و از آن
به‌عنوان منبعی
برای پژوهش‌های
خود استفاده
می‌کنند

دانش‌آموزان می‌توانند برای نشان دادن داده‌های خود از چارت یا نمودار استفاده کنند

خواسته شود مشاهدات و تجربه‌های خود را با رسم شکل بیان کنند، خوشحال می‌شوند و آن را می‌پذیرند و با رغبت انجام می‌دهند. برخی دانش‌آموزان روی شکل‌هایی که رسم می‌کنند، نام‌گذاری و عنوان‌گذاری می‌کنند و درک خود را به صورت نوشته نیز نشان می‌دهند.

به یاد داشته باشید که نباید به دانش‌آموزان بگوییم چه چیزی را ترسیم کنند؛ بلکه باید موقعیتی ایجاد کنیم که آن‌ها بتوانند افکار خود را به صورت شکل بیان کنند. با این حال، دانش‌آموزان باید بدانند که چرا از آن‌ها خواسته‌ایم شکل رسم کنند و انتظار داریم که برای نشان دادن درک خود چه چیزی را رسم کنند. به بیان دیگر، لازم است همان‌طور که در روش‌های دیگر ارزشیابی انجام می‌دهیم، معیارهایی برای عملکرد دانش‌آموزان داشته باشیم و به آنان اطلاع دهیم.

روزی یک معلم زیست‌شناسی دانش‌آموزان خود را به بازدید از درخت‌ها برد و از آن‌ها خواست که تصویری از درخت رسم و روی آن مهم‌ترین بخش‌ها را نام‌گذاری کنند. حداقل انتظار او این بود که دانش‌آموزان بتوانند تنه، برگ، پوست و ریشه گیاهان را بشناسند. اما بسیاری از دانش‌آموزان ریشه را در شکل خود نشان نداده بودند، چون ریشه در زیر زمین بوده است و در معرض دید آن‌ها قرار نداشته است. وقتی که معلم فهرست وارسی تهیه می‌کند و در آن زمینه تجربه‌های دانش‌آموزان را در نظر می‌گیرد، باید انتظارات خود را با آن‌ها متناسب کند.

اگر از دانش‌آموزان کوچک‌تر بخواهیم شکلی را که رسم کرده‌اند شرح دهند برایشان مفید خواهد بود. در همان حال که آن‌ها درباره شکلی که روی کاغذ ترسیم کرده‌اند تعمق و ارزیابی می‌کنند، معلم هم از آنچه درباره موضوع می‌دانند آگاه می‌شود. ترکیب نقاشی و شرح آن ابزاری مناسب برای ارزشیابی از علم‌آموزی دانش‌آموزان است.

ارزشیابی از دفترچه‌های علوم

ممکن است به عللی بخواهیم از بارم‌بندی یا مجموعه‌ای از معیارها برای ارزشیابی درک دانش‌آموزان براساس نوشته‌ها یا شکل‌های دفترچه‌ها استفاده کنیم. فهرست زیر می‌تواند در این مورد به شما کمک کند:

ارزشیابی از درک مفهومی

۱. چه شواهدی وجود دارد که دانش‌آموز مفهومی علمی را به درستی توضیح دهد؟
۲. آیا دانش‌آموز از واژگان مربوط به آن مفهوم علمی به طور دقیق استفاده می‌کند؟
۳. آیا شواهدی مبنی بر فراشناخت دانش‌آموز وجود دارد؟
۴. آیا شکل‌هایی که دانش‌آموز رسم کرده است به طور دقیق فعالیت او را نشان می‌دهند؟

ارزشیابی فرایندهای علمی

۱. آیا مسئله به درستی بیان شده است؟
۲. آیا دانش‌آموز می‌تواند مراحل تحقیق را فهرست کند؟
۳. آیا مشاهدات را به طور واضح نوشته است؟
۴. آیا دانش‌آموز بیان کرده است که چه چیزی بی‌تغییر و چه چیزی ثابت بوده است؟
۵. آیا از روی مشاهدات و استنتاج خود استدلال کرده است؟
۶. آیا تفکری درباره چگونگی انجام آزمایش یا فعالیت وجود دارد؟

این دسته‌بندی‌های تحلیلی به نوع نمره‌گذاری بستگی دارند. مثلاً، ممکن است برای هر کدام از معیارهای بالا ۱۰ نمره در نظر بگیریم، بنابراین حداکثر نمره می‌شود ۱۰۰. برخی معلمان با استفاده از این روش به هر دانش‌آموز نمره‌ای عددی می‌دهند. برخی دیگر، براساس نمره‌های کمی، به دفترچه‌های علوم نمره کیفی می‌دهند؛ مانند «غیرقابل قبول»، «قابل قبول» یا «عالی». به هر روش که دفترچه‌های علوم را ارزشیابی کنیم، دیدگاه‌های بسیاری درباره روش‌های ساختن مفهوم کسب خواهیم کرد. شما خواهید دید که دانش‌آموزان تان چه یاد گرفته‌اند و چگونه. شما در خواهید یافت که چه مفاهیم دیگری برای فعالیت‌های بعدی مورد نیاز خواهند بود.

تکاملِ تکامل

آیا نظریه تکامل نیازمند بازاندیشی است؟

ترجمه: دکتر گلناز آقازاده تبریزی
دانشگاه مدیریت هرتی، برلین

اشاره

نظریه‌های تکاملی جانداران نه فقط از بحث‌انگیزترین مباحث زیست‌شناسی‌اند، بلکه از معروف‌ترین و پرسروصداترین موضوع‌های علمی نیز به شمار می‌روند. یکی از این نظریه‌ها، یعنی نظریه «انتخاب طبیعی» از آن گروه از نظریه‌های علمی تاریخ علم است که تعداد بسیار زیادی هوادار و مخالف دارد که گاه و بی‌گاه بین آن‌ها بحث‌های عمیق و دامنه‌داری درمی‌گیرد. گفت‌وگو و بحث و جدل درباره نظریه‌های تکاملی از محدوده علم زیست‌شناسی خارج شده و به زمینه‌های دیگر علوم، حتی علوم انسانی نیز نفوذ کرده است. آنچه در اینجا می‌آید، مباحثه بین دو گروه از دانشمندان زیست‌شناس و تکامل پژوه است درباره نظریه انتخاب طبیعی و در پاسخ به این پرسش که «آیا به نظر شما «نظریه ترکیبی نوین انتخاب طبیعی» کامل و کافی است، یا ناقص و نیازمند به بازاندیشی و تکمیل است؟». یکی از این دو گروه نظریه انتخاب طبیعی داروینی را کامل و جامع می‌داند، در حالی که گروه دیگر آن را ناکافی و ناقص می‌داند و اعضای گروه برای تکمیل آن نظریه‌ای تحت عنوان «نظریه ترکیبی تکمیلی» پیشنهاد داده‌اند.

ما اعتقاد داریم
که «نظریه
ترکیبی تکمیلی»
نحوه عملکرد
تکامل را روشن
می‌کند

گروه موافق بازاندیشی

کوپن لالند^۱ استاد زیست‌شناسی تکاملی و رفتار، در دانشگاه سنت اندرو، انگلستان، و همکاران: توبیاس اولر^۲، مارک فلدمن^۳، کیم سترلنی^۴، گرد ب. مولر^۵، ارمین موچک^۶، ایوا جابلونکا^۷ و جان



اودلینگ-سمی^۸. رایانامه: knl1@st-andrews.ac.uk

۱

گروه موافق بازاندیشی: بله فوراً! چون اگر نظریه تکامل بسط و تکامل پیدا نکند، فرایندهای کلیدی بسیاری توجیه‌ناپذیر باقی می‌مانند.

چارلز داروین، ارائه‌دهنده نظریه تکامل از طریق انتخاب طبیعی، اطلاعی از وجود ژن‌ها نداشت؛ در حالی که امروزه رودخانه اصلی نظریه تکامل تقریباً فقط بر بستر بررسی توارث ژنتیک و فرایندهایی که فراوانی ژن‌ها را در جمعیت‌ها تغییر می‌دهند، جریان دارد.

داده‌های حاصل از زمینه‌های مجاور زیست‌شناسی نیز این نوع نگرش را محدود و ناکافی می‌دانند. نگرش دیگری نسبت به تکامل در حال شکل‌گیری است. این نظریه، علاوه بر ژن‌ها، مکانیسم‌های دخیل در رشد و تکوین را هم از ابزارهای تکامل می‌داند.

عده‌ای از ما شش سال پیش برای اولین بار دور هم جمع شدیم تا این پیشرفت‌ها را بررسی کنیم. گروه ما از آن زمان تاکنون به صورت بین‌رشته‌ای سخت کار کرده و چارچوبی گسترده‌تر را توسعه داده که «نظریه ترکیبی تکمیلی»^{۱۶} نامیده می‌شود. ما با آن در حال اصلاح و تکمیل ساختارها، فرض‌ها و پیش‌بینی‌ها هستیم. این «نظریه ترکیبی تکمیلی»، در اصل نیروهای مهم محرک تکامل، یعنی آن‌هایی را که نمی‌توان فقط به ژن‌ها تقلیل داد، به نظریه تکامل می‌افزاید.

ما اعتقاد داریم که «نظریه ترکیبی تکمیلی» نحوه عملکرد تکامل را روشن می‌کند؛ معتقدیم که موجودات زنده طی رشد و نمو و تکوین خود شکل می‌گیرند، نه مطابق با «برنامه‌ای» ژنتیک و از پیش

مدل‌های ریاضی پویایی تکاملی که توارث غیرژنی را در محاسبات خود وارد می‌کنند، نتایج متفاوتی نسبت به مدل‌های دیگر پیش‌بینی می‌کنند

نوشته شده توسط ژن‌ها. موجودات زنده تکامل نمی‌یابند تا با محیطی که از پیش وجود داشته است، سازگار باشند؛ بلکه محیط خود را هم‌زمان با تکامل خود تغییر می‌دهند و منجر به تغییر اکوسیستم‌ها می‌شوند.

تعداد زیست‌شناسانی که خواستار تغییر در نحوه انعکاس تکامل در ذهن انسان‌اند، با سرعت در حال افزایش است. رشته‌های وابسته به زیست‌شناسی، به‌خصوص زیست‌شناسی تکوینی، ژنومیک، اپی‌ژنتیک، اکولوژی و نیز علوم اجتماعی از این تغییرات پشتیبانی می‌کنند. ما ادعا می‌کنیم که زیست‌شناسی تکاملی، اگر بخواهد بیشترین سود را از یافته‌های شاخه‌های دیگر زیست‌شناسی ببرد، نیازمند تجدیدنظر است. داده‌هایی که از موضع ما پشتیبانی می‌کنند، روز به‌روز افزایش می‌یابند.

از سوی دیگر، غالباً کافی است فقط به «نظریه ترکیبی تکاملی» اشاره کنیم تا موجب تحریک واکنش‌های عاطفی و حتی خصمانه در میان زیست‌شناسان تکاملی شویم. این بحث‌های حیاتی در بیشتر موارد به‌تندی کردن و متهم کردن یکدیگر به مغلطه و سفسطه تقلیل می‌یابند. شاید به‌دلیل

سال‌ها مقابله با مخالفان علم و طرفداران «طراحی هوشمندانه»، زیست‌شناسان تکاملی عادت کرده‌اند جبهه واحد و منسجمی را در برابر مخالفان به نمایش بگذارند. ممکن است برخی دیگر از این هراس داشته باشند که حضور دانشمندان حوزه‌های دیگر، مانند فیزیولوژیست‌ها و زیست‌شناسان تکوینی، منابع مالی و اعتبار علمی ایشان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اما مهم این است که بسیاری از تکامل‌پژوهان سنتی فرایندهایی را که مانادیده می‌گیریم، به‌صورت دیگری درک می‌کنند (برای توضیح بیشتر مراجعه کنید به بخش: نه! همین‌طور خوب است! در همین مقاله)؛ اما این «آب در خوابگاه دانشگاهیان!» نیست، بلکه کوششی است در راه تکامل این رشته علمی. در این مقاله سعی می‌کنیم منطق «نظریه ترکیبی تکاملی» را شرح دهیم، به این امید که آغازگر مباحثه‌های علمی آزادانه‌ای باشیم که به دور از تعصب علل بنیادی تغییرات تکاملی را به چالش بکشد.

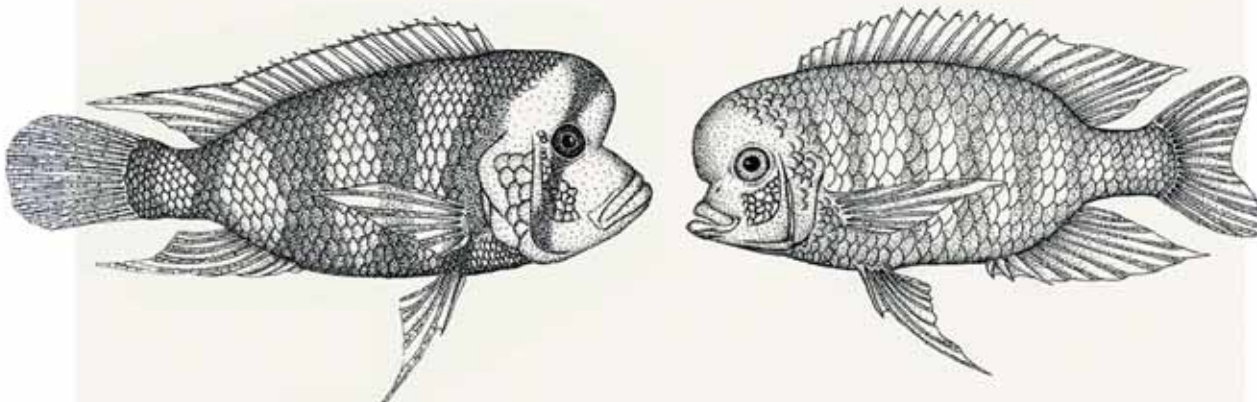
ارزش‌های پایه

اساس نظریه تکامل امروزی در دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ گذاشته شد. این نظریه، انتخاب طبیعی، ژنتیک و زمینه‌های دیگر را با هم ترکیب کرد و توافقی در مورد چگونگی رخ دادن تکامل به‌وجود آورد. این نظریه که «نظریه ترکیبی نوین» نام گرفته است، تغییرات تکاملی را به‌زبان ریاضی و به‌صورت تغییر در فراوانی ژن‌های جمعیت‌ها در طول زمان نمایش می‌دهد؛ مانند تغییر فراوانی ژن مقاومت به ویروس میکسوما^{۱۷} در جمعیت خرگوش‌ها.

از آن موقع تاکنون، پیشرفت‌های سازگار با این «نظریه ترکیبی نوین» در زیست‌شناسی تکاملی گنجانیده شده است. یکی از آن‌ها «نظریه انتخاب خنثی»^{۱۸} است که بر رویدادهای تصادفی دخیل در تکامل تأکید دارد. با این حال، «نظریه استاندارد تکامل»^{۱۹} تا حد زیادی مفروضات «نظریه ترکیبی نوین» را که هم‌چنان بسیار مورد قبول است حفظ کرده است.

داستانی که «نظریه استاندارد تکامل» روایت می‌کند ساده است: «تفاوت‌های فردی از جهش‌های تصادفی ژنتیک ناشی می‌شوند؛ توارث از طریق DNA رخ می‌دهد و انتخاب طبیعی، یعنی همراهی موجودات زنده با محیط، تنها علت سازگاری است». در این دیدگاه، پیچیدگی تغییرات تکوینی هر موجود زنده، یعنی تغییراتی که در فرایند رشد و نمو در طول زمان رخ می‌دهند، اهمیت ثانویه دارند و حتی گاه





ماهی سیکلید دریاچه تانگانیکا (چپ) و ماهی سیکلید دریاچه مالای (راست)

**به نظر ما نگرش
«ژن محور»
نمی تواند طیف
کامل همه
فرایندهایی که
تکامل را به پیش
می برند، در
برگیرد. به نظر
ما، بدون در
نظر گرفتن این
«اثر تکوین»،
نمی توان
چگونگی
سازگاری
موجودات زنده
با محیط و علت
تنوع هزاران گونه
را توصیف کرد**

توجهی دارند [۴]. در هر دو دریاچه، بعضی از ماهی ها لب های بزرگ گوشتی، بعضی پیشانی های برجسته و بعضی دیگر آرواره های پایینی کوتاه و محکم دارند. «نظریه استاندارد تکامل» این شباهت ها را در قالب تکامل هم گرا توضیح می دهد: محیط های مشابه از میان تنوع ژنتیک موجود در جمعیت، اشکال نهایی یکسانی را به طور تصادفی انتخاب می کنند. چنین نگرشی پیدایش چندین شکل مشابه به طور مستقل در هر دریاچه را رویدادهای مشابه و خارق العاده می داند. یک فرضیه خلاصه تر این است که اثر تکوین و انتخاب طبیعی با هم کار می کنند [۴ و ۵]. در این فرضیه انتخاب طبیعی به جای عبور آزادانه از امکانات فیزیکی مختلف، تنها چند مسیر ممکن را در پیش رو دارد که توسط مکانیسم های تکوینی ایجاد می شوند [۵ و ۶].

نوع دیگری از اثر تکوین هنگامی رخ می دهد که افراد با تغییر شکل بدن خود، به محیط زیست واکنش نشان می دهند. این پدیده «انعطاف پذیری» نامیده می شود. برای نمونه، شکل برگ گیاهان با تغییر میزان آب و خصوصیات شیمیایی خاک تغییر می کند. «نظریه استاندارد تکامل» این انعطاف پذیری را تغییرات جزئی برای تنظیم یا حتی آن را نوعی اختلال می داند، در صورتی که «نظریه ترکیبی تکمیلی» آن را به عنوان قدم های اولیه برای سازگاری با محیط جدید به حساب می آورد. نکته مهم این است که انعطاف پذیری نه تنها به موجودات زنده این امکان را می دهد که با شرایط محیطی جدید وفق پیدا کنند، بلکه سبب می شود صفاتی تولید کنند که شایسته آن محیط است. اگر انتخاب طبیعی تفاوت هایی را که به تغییرات محیط بهتر پاسخ می دهند، حفظ کند، آن گاه سازگاری به میزان زیاد از طریق تجمع

بی اهمیت انگاشته می شوند.

به نظر ما، این نگرش «ژن محور» نمی تواند طیف کامل همه فرایندهایی که تکامل را به پیش می برند، در بگیرد. این جور چین چهار قطعه گم شده دارد: چگونه تفاوت های فردی بر اثر تکوین فیزیکی جاندار (اثر تکوین) پدید می آیند؟ چگونه صفات جاندار بر اثر دخالت مستقیم محیط زیست (انعطاف پذیری) ایجاد می شوند؟ چگونه جاندار باعث تغییر محیط زیست خود می شود (کنام سازی)؟ و چگونه اطلاعات ژنتیک غیر ژنی توسط جانداران به ارث می رسد (توارث غیر ژنی)؟ در «نظریه استاندارد تکامل» این پدیده ها از نتایج تکامل اند، در حالی که در «نظریه ترکیبی تکمیلی» خود باعث تکامل اند.

«زیست شناسان تکوینی تکاملی»^{۲۰} دیدگاه های ارزشمندی درباره علل سازگاری و ظاهر شدن صفات جدید ارائه می کنند. برخی از یافته های تجربی آن به راحتی با «نظریه استاندارد تکامل» هم خوانی ندارند. به طور خاص، می توان به مشاهداتی اشاره کرد که نشان می دهند بیشتر تفاوت های فردی تصادفی نیستند، چون تولید شکل های خاصی در روند تکوین معمول تر از بقیه اشکال است. برای نمونه، در یک گروه از صدپایان، تعداد بندهای بدن یکی از حدود هزار گونه، عددی فرد است. علت این امر مکانیسم خاص تکوین بندهای بدن است [۳].

به نظر ما، بدون در نظر گرفتن این «اثر تکوین»، نمی توان چگونگی سازگاری موجودات زنده با محیط و علت تنوع هزاران گونه را توصیف کرد. برای نمونه، ماهی سیکلید^{۲۱} دریاچه مالای^{۲۲} خویشاوند نزدیک تری با دیگر ماهی های سیکلید این دریاچه دارد تا ماهی های سیکلید دریاچه تانگانیکا^{۲۳}. هر دو گونه در هر دو دریاچه شباهت بدنی قابل

توارث فراتر از ژن‌ها

«نظریهٔ استاندارد تکامل» مکانیسم‌های توارثی غیرژنی را به‌عنوان موارد خاص در نظر می‌گیرد؛ یک مثال بارز توارث فرهنگ در جامعه انسانی است. ولی «نظریهٔ ترکیبی تکمیلی» بخشی از شباهت‌های والدین و فرزندان را به‌روشنی به بازسازی محیط زیست در حال توسعه برای فرزندان نسبت می‌دهد. «توارث غیرژنی» شامل انتقال علائم اپی‌ژنتیک (تغییرات شیمیایی که بیان مولکول DNA را تغییر می‌دهند، ولی درعین حال توالی ژنتیک را حفظ می‌کنند) است که باروری، طول عمر و مقاومت به بیماری‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۸].

علاوه بر آن، توارث غیر ژنی شامل رفتار قابل انتقال اجتماعی جانوران، مثل شکستن دانه‌های خوراکی توسط شامپانزه‌ها یا روش‌های مهاجرتی ماهیان آبسنگ‌هاست [۸ و ۹].

به‌جا گذاشتن ساختارها و محیط‌های تغییر یافته برای فرزندان هم نوعی دیگر از توارث غیر ژنی است. برای نمونه، شنگ (سگ آبی یا بیدستر) سدهای آبی می‌سازد و کرم خاکی با فعالیت خود خاک را تغییر می‌دهد [۷ و ۱۰].

دانشمندان در دهه‌های گذشته انواع بسیاری از این نوع توارث را در میان بسیاری از انواع جانداران شناسایی کرده‌اند که به علت گستردگی باید آن‌ها را در نظریهٔ عمومی تکامل در نظر گرفت.

مدل‌های ریاضی پویایی تکاملی که توارث غیرژنی را در محاسبات خود وارد می‌کنند، نتایج متفاوتی نسبت به مدل‌های دیگر پیش‌بینی می‌کنند [۷ و ۹]. مدل‌هایی که توارث غیرژنی را شامل می‌شوند، به توضیح طیف گسترده‌ای از پدیده‌های گیج‌کننده، مانند اشغال کردن سریع شمال آمریکا توسط سهرهٔ خانگی، پتانسیل سازشی بالای گیاهان مهاجم علی‌رغم تنوع ژنتیک کم و چگونگی جدایی تولیدمثلی کمک می‌کنند.

این نحوهٔ توارث حتی ممکن است منجر به الگوهای تکاملی کلان بشود. برای نمونه، شواهد نشان می‌دهند که اسفنج‌ها اکسیژن را وارد آب اقیانوس‌ها کرده‌اند و با این کار برای سایر موجودات زنده فرصت زندگی در بستر اقیانوس را ایجاد کرده‌اند [۱۰].

داده‌های فسیلی نشان می‌دهند که تغییرات موروثی محیط زیست بارها تکامل گونه‌ها و اکوسیستم‌های جدید را، حتی گاه بعد از گذر میلیون‌ها سال، تسهیل کرده‌اند [۱۰].

تفاوت‌های ژنتیک، که آن صفت را پس از بروز تثبیت می‌کنند، روی می‌دهد [۵ و ۶]؛ به عبارت دیگر، در اغلب موارد ابتدا صفت بروز می‌کند و سپس، گاه حتی چند نسل بعد، ژن‌هایی که توارث آن را تثبیت می‌کنند در دنبال خواهند آمد [۵].

بررسی‌هایی که روی ماهی‌ها، پرندگان، دوزیستان و حشرات انجام شده است، نشان می‌دهند که سازگاری‌هایی که در ابتدا توسط محیط زیست القا می‌شوند، ممکن است به اشغال شدن محیط‌های جدید سرعت بخشند و گونه‌زایی را تسهیل کنند. برخی از نمونه‌های این فرایند که کامل بررسی شده‌اند، ماهی سه‌خاره^{۲۴} و ماهی چارِ قطب شمال^{۲۵} هستند. تفاوت در رژیم غذایی و شرایط زندگی ماهی‌هایی که در اعماق یا در سطح آب‌های آزاد زندگی می‌کنند، شکل‌های بدن آن‌ها را متفاوت کرده است. این تفاوت‌های آناتومیک باعث جدایی تولیدمثلی و در نتیجه گونه‌زایی می‌شوند. تعداد گونه‌های موجود در یک دودمان فقط بستگی به این ندارد که چگونه تفاوت‌های تصادفی ژنتیک از غریبال محیط‌های مختلف رد می‌شوند. ویژگی‌های تکوینی هم که در تعیین درجهٔ تکامل‌پذیری آن دودمان شرکت می‌کنند، از عوامل تعیین‌کننده هستند.

«نظریهٔ استاندارد تکامل» در اصل محیط را «عامل پس‌زمینه» در نظر می‌گیرد که ممکن است انتخاب را شروع کند یا تحت تأثیر قرار دهد، ولی آن را جزء فرایند تکامل به حساب نمی‌آورد. این نظریه تفاوتی بین چگونگی سازگاری موربانه‌ها با لانه‌هایی که خودشان می‌سازند و مثلاً چگونگی سازگاری موجودات با پدیده‌هایی مثل فوران‌های آتش‌فشانی قائل نمی‌شود. در نگاه ما این موارد کاملاً متفاوت‌اند [۷].

فوران‌های آتش‌فشانی رویدادهای منحصربه‌فردی هستند که مستقل از اعمال موجودات زنده عمل می‌کنند. در مقابل، موربانه‌ها خانه‌های خود را با شیوه‌های تکراری و جهت‌دار می‌سازند. این شیوه در گذر زمان انتخاب شده است و شایستگی موربانه‌ها در آینده از شکل لانه‌ها تأثیر می‌پذیرد. پستانداران، پرندگان و حشرات نیز از لانه‌های خود دفاع می‌کنند، آن‌ها را نگهداری و بهسازی می‌کنند. این واکنش‌های سازگاران به رفتار لانه‌سازی بارها تکامل یافته‌اند [۷]. این فرایند «کنام‌سازی»، مثل اثر تکوین، اثرگذاری موجود زنده را بر مسیر تکاملی خویش نشان می‌دهد؛ اثری که از طریق تغییر محیط باعث تغییر در نتیجهٔ انتخاب طبیعی می‌شود.

اگرچه تغییرات ژنتیک برای سازگاری لازم‌اند، فرایندهای غیرژنتیک نیز گاه می‌توانند در چگونگی تکامل موجودات زنده نقش داشته باشند

با هم قوی‌تریم

پایه‌های مباحثی که مطرح کردیم در زمینه‌های مختلفی استوارند، ولی با همدیگر تصویری کامل و غافلگیرکننده می‌سازند و نشان می‌دهند که تفاوت‌ها تصادفی نیستند، توارث از طریق ابزارهایی غیر از ژن‌ها هم اتفاق می‌افتد و سازگاری جانداران با محیط زیست از راه‌های مختلفی روی می‌دهد. بیان نقش مستقیم تکوین در چرایی و چگونگی سازگاری و گونه‌زایی و همچنین تأثیر آن بر نرخ و الگوهای تغییرات تکاملی، یکی از نکات مهم مباحث مطرح شده است.

«نظریه استاندارد تکامل» این پدیده‌ها را به‌گونه‌ای استوار، اما ناقص توضیح می‌دهد. برای نمونه، عموماً اثر تکوینی را به‌صورت محدودیت‌هایی بر حاصل انتخاب طبیعی، یعنی موانعی که باعث عدم سازگاری می‌شوند، در نظر می‌گیرد. «نظریه ترکیبی تکاملی» به‌عکس، فرایندهای تکوینی را اجزائی خلاق در نظر

می‌گیرد که خصوصیت و اشکال ایجاد شده را محدود می‌کنند و موجودات خصوصیات خود را این چنین به‌دست می‌آورند.

پژوهشگران علوم مختلف از فیزیولوژی و اکولوژی گرفته تا انسان‌شناسی به فرضیات محدودکننده «نظریه استاندارد تکامل» معترض‌اند، درحالی‌که نمی‌دانند پژوهشگران زمینه‌های دیگر نیز همان‌گونه می‌اندیشند. ما باور داریم که تکرر دیدگاه‌ها در علم باعث مطرح‌شدن فرضیه‌های جانشینی و تحریک کارهای تجربی می‌شود. «نظریه ترکیبی تکاملی» از مرحله جنبش اعتراضی عبور کرده و اکنون چهارچوبی قابل اعتماد و الهام‌بخش برای کارهای نو است؛ چهارچوبی که موفق شده است پژوهشگران بسیاری از حیطه‌های مختلف را زیر یک سقف نظری گرد هم بیاورد تا یک تغییر مفهومی در زیست‌شناسی تکاملی ایجاد کنند.

پژوهشگران
علوم مختلف
از فیزیولوژی و
اکولوژی گرفته
تا انسان‌شناسی
به فرضیات
محدودکننده
«نظریه استاندارد
تکامل»
معترض‌اند

۲

گروه مخالف بازاندیشی

گریگوری واری^۹ استاد زیست‌شناسی دانشگاه دوک واقع در دورهام، کالیفرنیا شمالی، ایالات متحده، هوپی هوکسترا^{۱۱} استاد مک‌کی زیست‌شناسی دانشگاه هاروارد، کمبریج، ماساچوست ایالات متحده و همکاران: داگلاس فوتیما^{۱۱}، ریچارد لنسکی^{۱۲}، ترودی مک‌کی^{۱۳}، دلف شلوتر^{۱۴} و جوان ستراسمن^{۱۵}. رایانامه‌ها:

gwwray@duke.edu و hoekstra@oeb.harvard.edu.

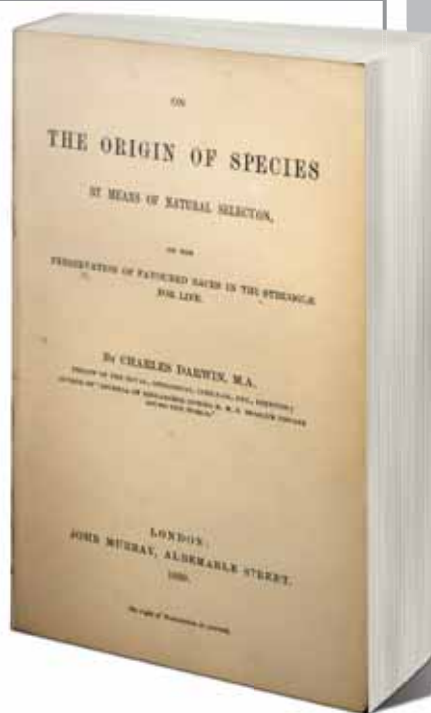
گروه مخالف بازاندیشی: نه! همین‌طور خوب است! این نظریه به‌خودی خود جای کافی برای همه مستندات دارد. چارلز داروین در اکتبر ۱۸۸۱، درست شش ماه قبل از مرگ، آخرین کتاب خود تحت عنوان «تشکیل خاک سطحی از طریق فعالیت کرم‌ها»^{۱۶} را منتشر کرد [۱۱]. این کتاب با سرعت به فروش رفت، چون داروین به خاطر کتاب‌های دیگرش نویسنده‌ای مشهور بود. او سراسر کتاب را به کرم خاکی، این موجودات پست و حقیر اختصاص داده بود، چون نمونه‌هایی هستند از فرایندهای بازخوردی و جالب. کرم‌های خاکی سازگاری یافته‌اند تا در محیطی که خود آن را تغییر می‌دهند، رشد و زندگی کنند.

داروین در گفت‌وگو با باغبانان و انجام چند آزمایش ساده اطلاعات فراوانی درباره این نوع کرم جمع‌آوری



کرده بود. او استعداد درخشانی در پروراندن افکار نافذ درباره فرایندهای تکاملی داشت، سال‌هایی از عمرش را صرف مشاهده و آزمایش می‌کرد و اندیشه‌های خود در زمینه‌های مختلفی مثل کشاورزی، زمین‌شناسی، جنین‌شناسی و رفتارشناسی را با هم ترکیب می‌کرد. زیست‌شناسی تکاملی تاکنون در تأکید بر شواهد و ترکیب اطلاعات از زمینه‌های مختلف علمی از داروین پیروی کرده است. در سال‌های ۱۹۲۰ تغییراتی عمیق در تفکر تکاملی آغاز شد. در آن زمان تعداد انگشت‌شماری از آماردانان و ژنتیک‌شناسان

نظریهٔ ترکیبی
جدید مفهوم
داروینی انتخاب
طبیعی را با علم
نوپای ژنتیک و
تا حد کمتری، با
دیرین‌شناسی
وسیستماتیک
پیوند زد



ادعا می‌کنند که این چهار پدیده، فرایندهای تکاملی مهمی هستند: انعطاف‌پذیری فنوتیپی، کنام‌سازی، توارث غیر ژنی و اثر تکوین. ما با آن‌ها در اهمیت این چهار مورد کاملاً هم‌عقیده‌ایم. ما خودمان آن‌ها را در دست مطالعه داریم؛ اما فکر نمی‌کنیم که این فرایندها سزاوار چنین توجه ویژه‌ای باشند که با یک نام جدید، مانند «نظریهٔ ترکیبی تکمیلی» مشخص شوند. این موارد در حال حاضر در نظریهٔ فعلی تکامل لحاظ شده‌اند، زیرا:

واژه‌های نوین، مفاهیم کهنه

«نظریهٔ ترکیبی تکمیلی» که از سوی لالند و همکاران پشتیبانی می‌شود، در حال حاضر به‌خوبی به زیست‌شناسی تکاملی وارد شده و دیدگاه‌های مفید و نوینی در آن ایجاد کرده است. در واقع، همهٔ این مفاهیم به خود داروین برمی‌گردند، مانند تحلیل داروین از مکانیسم‌های بازخوردی سازگاری کرم‌های خاکی با محیط خاک. امروز چنین روندی را **کنام‌سازی** می‌نامیم، اما نام جدید به این معنا نیست که زیست‌شناسان تکاملی از بازخورد بین موجودات زنده و محیط از یک قرن پیش تاکنون غفلت کرده‌اند [۱۳]. سازگاری‌های خارق‌العاده‌ای مثل تپه‌های موریانه‌ها، سدهای شنگ (سگ‌آبی) و سازه‌های پرندۀ سایه‌سار ساز (پرندۀ آلاچیق‌ساز) سال‌ها از موضوع‌های مورد مطالعهٔ تکامل پژوهان بوده‌اند. مثال‌هایی که در مقیاس میکروسکوپی یا مولکولی اتفاق می‌افتند نیز به همان اندازه حیرت‌انگیزند، مانند ویروس‌ها که سلول‌های میزبان را برای تولیدمثل به اختیار تام خود درمی‌آورند یا باکتری‌ها که مکانیسم‌هایی برای سنجش تراکم جمعیت خود و پاسخ مناسب با تراکم دارند. یکی دیگر از این فرایندها، انعطاف‌پذیری فنوتیپی، به‌صورت قابل‌ملاحظه‌ای مورد توجه زیست‌شناسان تکاملی بوده است. موارد بی‌شماری از دخالت محیط زیست در تنوع صفات مشاهده شده است، از آرواره‌های ماهی سیکلید که با تغییر مواد غذایی تغییر شکل می‌دهند تا حشرات برگ‌شکل که اگر در فصل خشک به دنیا آیند، قهوه‌ای‌رنگ، اما اگر در فصل مرطوب متولد شوند، سبزرنگ می‌شوند. پیشرفت‌های فناوری دههٔ گذشته میزانی باورنکردنی از انعطاف‌پذیری در بیان ژن در پاسخ به شرایط متنوع محیط زیست را نشان داده و منجر به درک اساس مادی آن شده است. این پدیده به‌طور مفصل در کتاب مری جین وست-ابرهارد^{۲۶} رفتارشناس [۵]

بی‌سروصدا گذاشتن پایه‌های تحولی چشمگیر در اندیشه‌های تکاملی را آغاز کردند. کار ایشان بین سال‌های ۱۹۳۶ و ۱۹۴۷ در ایجاد «نظریهٔ ترکیبی نوین» به اوج رسید. این نظریه مفهوم داروینی انتخاب طبیعی را با علم نوپای ژنتیک و تا حد کمتری، با دیرین‌شناسی و سیستماتیک پیوند زد و مهم‌تر از آن، زمینه‌ای نظری برای درک کمی و دقیق از سازگاری و گونه‌زایی، که از اساسی‌ترین فرایندهای تکاملی هستند، پایه‌گذاری کرد. از آن زمان تاکنون، نسل‌های پی‌درپی زیست‌شناسان تکاملی به‌روش‌های بی‌شماری چهارچوب «نظریهٔ ترکیبی نوین» را تغییر داده‌اند، تصحیح کرده‌اند و گسترش داده‌اند. آنان نیز مانند داروین، از زمینه‌های دیگر علمی بهره برده‌اند. وقتی که زیست‌شناسان مولکولی DNA را به‌عنوان مادهٔ اصلی وراثت و تفاوت‌های بین جانداران شناسایی کردند، اکتشاف آن‌ها باعث تکامل بنیادی نظریهٔ تکامل شد. برای نمونه، مشاهدهٔ بی‌تأثیر بودن بسیاری از تغییرات ژنتیک در شایستگی و بقای موجود زنده، به پیشرفت‌های نظری عمده در ژنتیک جمعیت منجر شد. کشف DNA «خودخواه» باعث انتقال بحث‌های مربوط به انتخاب از صفات به ژن‌ها شد. نمونهٔ دیگر، «نظریه انتخاب خویشاوند» است که توضیح می‌دهد چگونه صفات مؤثر بر خویشاوندان و بستگان انتخاب می‌شوند [۱۲].

با وجود این، برخی زیست‌شناسان تکاملی (نگاه کنید به بخش «بله، فوراً» در همین مقاله) استدلال می‌کنند که این نظریه از آن زمان حول محور مفاهیم ژنتیک شکل گرفته است. آنان مخصوصاً

کشف DNA «خودخواه» باعث انتقال بحث‌های مربوط به انتخاب از صفات به ژن‌ها شد

پیشرفت‌های فناوری دهه گذشته میزانی باورنکردنی از انعطاف‌پذیری در بیان ژن در پاسخ به شرایط متنوع محیط زیست را نشان داده و منجر به درک اساس مادی آن شده است

ژنتیک، پزشکی، محیط زیست، هوش مصنوعی و رباتیک الهام می‌گیرند. ما فکر می‌کنیم اگر داروین امروز زنده بود ما را تأیید می‌کرد.

ژن‌ها نقش محوری دارند

در نهایت، دست‌کم گرفتن آنچه لاند و همکاران به‌عنوان «تفکر ژن‌محور» مورد تمسخر قرار می‌دهند، منجر به نادیده گرفتن یک جزء از نظریه تکامل می‌شود؛ جزئی که بالاترین قدرت پیش‌بینی را دارد و داده‌های تجربی آن را تأیید می‌کنند. تغییرات ماده وراثتی برای سازگاری و گونه‌زایی ضروری است. پایه ژنتیکی دقیق برای سازگاری‌های بی‌شماری با جزئیات ثبت شده است، از مقاومت باکتری‌ها به آنتی‌بیوتیک‌ها تا استتار موش‌های گوزنی و تحمل لاکتوز در انسان. اگرچه تغییرات ژنتیک برای سازگاری لازم‌اند، فرایندهای غیرژنتیک نیز گاه می‌توانند در چگونگی تکامل موجودات زنده نقش داشته باشند. لاند و همکاران درست می‌گویند که انعطاف‌پذیری فنوتیپی ممکن است به سازگاری‌پذیری فرد کمک کند. گیاه جوان ممکن است به سمتی که نور بیشتر دارد، خم شود و در نهایت بعد از رشد کامل به درختی با شکلی متفاوت نسبت به خواهران و برادران خود درآید. پژوهش‌های بسیاری نشان داده‌اند که این نوع انعطاف‌پذیری سودمند است و در صورتی که تنوع ژنتیک در پاسخ وجود داشته باشد، به آسانی می‌تواند تکامل پیدا کند [۱۴]. این نقش انعطاف‌پذیری در تغییرات تکاملی به‌خوبی اثبات شده است تا آنجا که نیاز به حمایت ویژه توسط برخی دانشمندان ندارد.

آیا انعطاف‌پذیری می‌تواند در طی سازگاری به تنوع ژنتیک «جهت‌دهد»؟ پاسخ روشن نیست. بیش از نیم قرن پیش، کنراد و ادینگتون زیست‌شناس تکوینی فرایندی را توصیف کرد و آن را «یکپارچه‌سازی ژنتیک» نامید [۱۵]. مطابق با این فرایند، گاه یک جهش جدید می‌تواند تحت تأثیر محیط یک صفت انعطاف‌پذیر را به صفتی تبدیل کند که حتی اگر آن پیش‌شرط محیطی خاص وجود نداشته باشد، به شکلی که در محیط دارای آن شرایط بروز می‌کند، ظاهر شود. باید توجه کرد که تنها چند مورد محدود از این‌گونه جهش‌ها در طبیعت مستند شده‌اند. بدون آزمایش و مطالعات بیشتر نمی‌توان به این سؤال پاسخ داد که آیا تعداد اندک مستندات به علت نادر بودن این نوع جهش‌هاست، یا صرفاً ناشی از کم‌توجهی به این‌گونه مطالعات است. نبود شواهد، ارزیابی نقش

شرح داده شده است. این کتاب به توضیح چگونگی تقدم انعطاف‌پذیری بر تغییرات ژنتیک در طول سازگاری می‌پردازد. بنابراین، هیچ یک از پدیده‌های مورد بحث لاند و همکاران در زیست‌شناسی تکاملی مورد غفلت قرار نگرفته‌اند. افکار آنان نیز مانند همه اندیشه‌های دیگر نیازمند اثبات ارزش در بازار نظریه‌های منسجم، نتایج تجربی و بحث‌های انتقادی است. برجستگی این چهار پدیده در جریان مباحث تکاملی معاصر نشان‌دهنده قدرت توضیحی اثبات شده ایشان است، نه عدم توجه به آن‌ها.

توسعه جدید

به‌علاوه، فرایندهای مورد علاقه لاند و همکاران، تنها چهار مورد از فرایندهای بسیاری هستند که وعده پیشرفت زیست‌شناسی تکاملی را در آینده می‌دهند. بسیاری از زیست‌شناسان تکاملی فهرستی از موضوع‌هایی دارند که می‌خواهند بیشتر مورد توجه قرار دهند. برخی می‌گویند که ایپستازی، یعنی برهم‌کنش پیچیده ژن‌ها، مدت‌هاست که مورد غفلت قرار گرفته است. برخی دیگر از تنوع نهان ژنتیک (جهش‌هایی که فقط در صورت قرار گرفتن در محیط خاص و یا در ترکیب با ژن‌های خاص بر صفات ژنتیک اثر می‌گذارند) دفاع می‌کنند. گروهی دیگر نیز بر اهمیت انقراض یا سازگاری با تغییرات آب و هوایی و یا تکامل رفتار تأکید دارند. این‌ها فقط مثال‌هایی از موضوع‌های مورد توجه تکامل‌پژوهان‌اند، در حالی که این فهرست ادامه دارد. می‌توانیم همین‌جا توقف کنیم و ببینیم که آیا این مسائل به حد کافی مورد توجه واقع شده‌اند یا نه. یا می‌توانیم آستین‌ها را بالا بزنیم و تا زمانی که با آزمایش‌های تجربی به اساس نظری مستحکم و درک صحیحی نرسیده‌ایم، کار کنیم. باید متوجه باشیم که دفاع کردن از یک نظریه به‌تنهایی کافی نیست!

چیزی که لاند و همکاران «نظریه استاندارد تکامل» می‌نامند، کاریکاتوری است که دانش تکامل را ایستا و یک‌پارچه ترسیم می‌کند. آنان تکامل‌پژوهان امروزی را افرادی می‌دانند که تمایلی به افکار چالش‌برانگیز نشان نمی‌دهند. ما دنیایی بسیار متفاوت می‌بینیم؛ خود را خوش‌شانس می‌دانیم که در هیجان‌انگیزترین، جامع‌ترین و مترقی‌ترین دوره‌های پژوهش‌های تکاملی بعد از «نظریه ترکیبی نوین» زندگی و کار می‌کنیم. نظریه تکامل فعلی به دور از تحجر، خلاقانه و با سرعت در حال رشد است. تکامل‌پژوهان امروزی از زمینه‌های مختلفی مثل

همین دلیل این فرایندها سزاوار مطالعه شدن هستند. ما از لالند و همکاران درخواست می‌کنیم به جای اینکه اختلافاتی را متصور شوند که وجود خارجی ندارند، در اقدامی اعتلاجویانه به ما بپیوندند. ما برای افکار ایشان ارزش قائلیم، زیرا فکر می‌کنیم این افکار بخش مهمی از آینده نظریه تکامل هستند. ما هم مثل ایشان در پی اعتلای تکمیل «نظریه ترکیبی نوین» هستیم، اما واژه‌ها برای ما اهمیت ندارند، زیرا این مفاهیم از ابتدا در این شاخه حضور داشته‌اند [۱۶]. بهترین راه برای بالا بردن ارزش فرایندهایی مثل انعطاف‌پذیری فنوتیپی، توارث غیرژنی، کنام‌سازی و اثر تکوینی (و بسیاری دیگر) تقویت شواهدی برای نشان دادن اهمیت آن‌هاست. داروین قبل از اینکه ادعا کند که «کرم‌های خاکی نقشی مهم‌تر از آنچه بسیاری از مردم می‌پندارند در تاریخ جهان بازی کرده‌اند» [۱۱]، چهل سال به جمع‌آوری اطلاعات و آزمایش‌های تجربی مشغول بود. تازه، فقط ترس از مرگ و پایان زندگی بود که او را وادار به انتشار نتایج تحقیقات خود کرد [۱۷].

«اثر تکوینی» را در وجود (یا عدم) تکامل صفات سازگاری‌پذیر دشوار می‌کند. فرایندهای تکوینی قطعاً می‌توانند محدوده صفاتی را که انتخاب طبیعی می‌تواند روی آن‌ها اثر بگذارد، محدود کنند. محدوده این اثر وابسته به خصوصیات ژنوم آن جاندار یا آن گروهی از جانداران که ژنوم با خصوصیات مشابه دارند، است. ولی آنچه اهمیت دارد، تفاوت‌های وراثتی است، مخصوصاً آن‌ها که باعث افزایش شایستگی موجود می‌شوند. برای نقش تغییرات وراثتی اپی‌ژنتیک (توارث غیر ژنی) در سازگاری شواهد کمی وجود دارد: ما هیچ موردی نمی‌شناسیم که طی آن صفتی جدید بر پایه اپی‌ژنتیک و مستقل از توالی ژن‌ها ایجاد شده باشد. مسلماً تحقیقات بیشتر برای اثبات این دو لازم است. هر چهار پدیده‌ای که لالند و همکاران تبلیغ می‌کنند، اضافاتی هستند بر فرایندهای پایه‌ای که تغییرات تکاملی را ایجاد می‌کنند: انتخاب طبیعی، رانش، جهش، نوترکیبی و شارش ژن‌ها. هیچ کدام از این اضافات برای تکامل ضروری نیستند، ولی می‌توانند این فرایند را در شرایط خاص تغییر دهند. به

**انتخاب طبیعی،
رانش، جهش،
نوترکیبی و
شارش ژن‌ها.
هیچ کدام از این
اضافات برای
تکامل ضروری
نیستند، ولی
می‌توانند این
فرایند را در
شرایط خاص
تغییر دهند**

* پی‌نوشت‌ها

3. Arthur, W. Biased Embryos and Evolution (Cambridge Univ. Press, 2004).
4. Brakefield, P. M. Trends Ecol. Evol. 21, 362–368 (2006).
5. West-Eberhard, M. J. Developmental Plasticity and Evolution (Oxford Univ. Press, 2003).
6. Pfennig D. W. et al. Trends Ecol. Evol. 25, 459–467 (2010).
7. Odling-Smee, F. J., Laland, K. N. & Feldman, M. W. Niche Construction: The Neglected Process in Evolution (Princeton Univ. Press, 2003).
8. Jablonka, E. & Lamb, M. Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life (MIT Press, 2014).
9. Hoppitt, W. & Laland, K. N. Social Learning: An Introduction to Mechanisms, Methods, and Models (Princeton Univ. Press, 2013).
10. Erwin, D. H. & Valentine J. W. The Cambrian Explosion: The Construction of Animal Biodiversity (Roberts, 2013).
11. Darwin, C. The Formation of Vegetable Mould, Through the Actions of Worms (John Murray, 1881).
12. Alcock, J. The Triumph of Sociobiology (Oxford Univ. Press, 2001).
13. Bailey, N. W. Trends Ecol. Evol. 27, 561–569 (2012).
14. Wada, H. & Sewall, K. B. Integ. Comp. Biol. <http://dx.doi.org/10.1093/icb/icu097> (2014).
15. Waddington, C. H. Nature 150, 563–565 (1942).
16. Callebaut, W. in Evolution: The Extended Synthesis (Pigliucci, M. & Müller, G. B. eds) 443–482 (MIT Press, 2010).
17. Browne, J. Charles Darwin: The Power of Place Vol. II 479 (Jonathan Cape, 2003).

1. Kevin Laland
2. Tobias Uller
3. Marc Feldman
4. Kim Sterelny
5. Gerd B. Müller
6. Armin Moczek
7. Eva Jablonka
8. John Odling-Smee
9. Gregory A. Wray
10. Hopi E. Hoekstra
11. Douglas J. Futuyma
12. Richard E. Lenski
13. Trudy F. C. Mackay
14. Dolph Schluter
15. Joan E. Strassmann
16. extended evolutionary synthesis
17. Myxoma
18. neutral theory
19. standard evolutionary theory
20. evo-devo
21. Cichlid
22. Malawi
23. Tanganyika
24. Stickleback
25. Arctic char
26. The Formation of Vegetable Mould, Through the Actions of Worms
27. Mary Jane West-Eberhard

* منابع

1. Pigliucci, M. & Müller, G. B. Evolution: The Extended Synthesis (MIT Press, 2010).
2. Noble, D. et al. J. Physiol. 592, 2237–2244 (2014).

آموزش زیست‌شناسی در انگلستان

الهه علوی

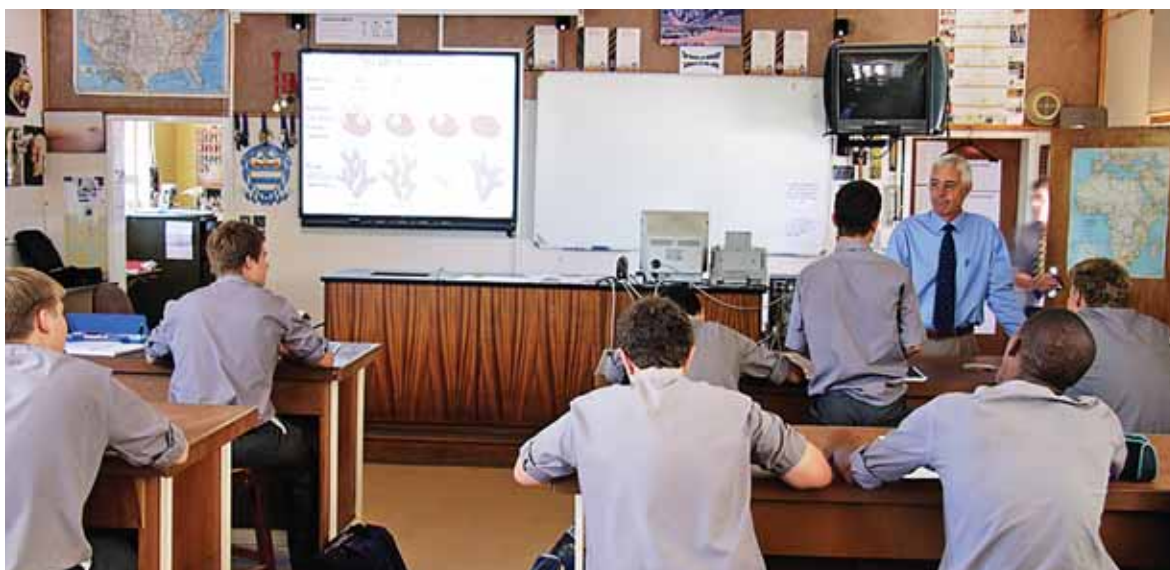
■ اشاره

یکی از پرسش‌های همیشگی دانش‌آموزان این است که چرا این موضوع‌ها را باید در زیست‌شناسی یاد بگیریم و با موضوع‌های دیگر کاری نداشته باشیم. شاید ما معلمان هم کنجکاو باشیم که دانش‌آموزان کشورهای دیگر چه درس‌ها یا موضوع‌هایی را می‌خوانند. در این نوشتار مفاهیم اساسی محتوای زیست‌شناسی در ۹ سال آموزش عمومی مدارس انگلستان را می‌خوانید.^۱ برنامه درسی ملی انگلستان در سال ۲۰۱۳ نهایی شد و از همان سال، برای اجرا در سال بعد، در پایگاه اطلاعاتی www.gov.uk قرار گرفت.

برای به‌کارگیری علوم در زندگی امروز و فردا. از نکات جالب‌توجه حوزه علوم تجربی در این برنامه درسی تأکید جدی بر تقویت و ارتقای مهارت‌های زبانی، نوشتاری و ... در آموزش علوم است. محتوای آموزش زیست‌شناسی در این برنامه در درس علوم در دوره‌های اول و دوم ابتدایی و با عنوان زیست‌شناسی در دوره سوم و چهارم متوسطه انجام می‌شود. مهارت‌های مورد انتظار از آموزش زیست‌شناسی همانند سایر موضوعات علوم، دستیابی به نگرش علمی، مهارت‌های آزمایشگاهی و پژوهشی، تجزیه و تحلیل، ارزیابی و اندازه‌گیری است.

علوم از درس‌های اصلی ۹ سال اول آموزش مدرسه‌ای در انگلستان است. بخشی از برنامه درسی ملی انگلستان به آموزش علوم اختصاص دارد و همه دانش‌آموزان از سال اول تا نهم باید آن را بیاموزند. آموزش علوم در انگلستان به‌منظور دستیابی به اهداف زیر برنامه‌ریزی شده است:

- دستیابی به دانش علمی و درک مفهومی از طریق موضوع‌های زیست‌شناسی، شیمی و فیزیک؛
- درک طبیعت و چستی آن از طریق فرایندها و روش‌های علمی با انواع متفاوت کاوشگری علمی و در نتیجه پاسخ به پرسش‌های علمی که با مشاهده دنیای اطراف مطرح می‌شوند؛
- مجهز شدن دانش‌آموزان به دانش و مهارت لازم



محتوای آموزش زیست‌شناسی

**تغییرات محیط
ممکن است
سبب حفظ افراد
شود و ممکن
است گونه‌هایی
که نتوانند در
رقابت و تولیدمثل
موفق باشند برای
همیشه از بین
بروند**

سال اول

گیاهان

- تشخیص و دانستن نام گیاهان رایج مانند گیاهان باغی، گیاهان وحشی و درختان، درختان دوپایه و همیشه‌سبز؛
- تشخیص و توصیف ساختارهای اصلی گیاهان گل‌دار (ریشه، ساقه، برگ و گل).
- جانوران و انسان
- تشخیص و دانستن نام جانوران رایج از انواع پرندگان، ماهی‌ها، دوزیستان، خزندگان، پستانداران و بی‌مهره‌ها؛
- تشخیص و دانستن نام جانوران رایجی که گوشت‌خوار، گیاه‌خوار و همه‌چیزخوارند؛
- توصیف و مقایسه ساختار انواعی از جانوران رایج (پرندگان، ماهی‌ها، دوزیستان، خزندگان، پستانداران و بی‌مهره‌ها)؛
- تشخیص، نام‌گذاری و ترسیم بخش‌های کلی بدن انسان و ارتباط هر بخش با هر یک از حس‌ها.

سال دوم

موجودات زنده و زیستگاه‌های آن‌ها

- شرح و مقایسه تفاوت‌های موجودات زنده، مرده و آن‌هایی که هرگز زنده نبوده‌اند؛
- تشخیص اینکه هر جاننداری زیستگاه خاص خود را دارد و اینکه چگونه زیستگاه‌های متفاوت نیازهای اساسی جانوران و گیاهان متفاوت را تأمین می‌کنند و چگونه به هم وابسته‌اند؛
- تشخیص و نام‌گذاری انواع گیاهان و جانوران در زیستگاه آن‌ها و نیز خود زیستگاه‌ها؛
- توصیف اینکه جانوران چگونه غذای خود را از گیاهان و جانوران دیگر به دست می‌آورند همراه با به‌کارگیری ایده زنجیره غذایی ساده و شناسایی و
- نام‌گذاری منابع متفاوت غذا.
- گیاهان
- مشاهده و توصیف اینکه چگونه از دانه‌ها و پیازها، گیاهان بالغی رشد می‌کنند؛
- یافتن و توصیف اینکه چگونه گیاهان به آب، نور و دمای مناسب برای رشد و سالم ماندن نیاز دارند.
- جانوران و انسان
- جانوران و انسان زاده‌هایی دارند که رشد می‌کنند و بالغ می‌شوند؛
- نیازهای اساسی جانوران و انسان (آب، غذا و هوا)؛
- شرح اهمیت ورزش، خوردن غذای متنوع و کافی و رعایت بهداشت برای سلامت انسان.

سال سوم

گیاهان

- شناسایی و توصیف عملکرد بخش‌های متفاوت گیاهان گل‌دار: ریشه، ساقه، برگ و گل؛
- کشف نیازهای گیاهان برای زندگی و رشد (هوا، نور، آب، مواد مغذی خاک و جایی برای رشد) و اینکه چگونه این نیازها از گیاهی به گیاه دیگر فرق می‌کند؛
- تحقیق درباره راه‌های انتقال آب در گیاه؛
- کشف بخشی از چرخه زندگی گیاه که گل در آن نقش دارد؛
- شامل گرده‌افشانی، تشکیل و پراکندگی دانه.
- جانوران و انسان
- تشخیص اینکه جانوران و انسان به مقدار مناسب و کافی غذا نیاز دارند و چون نمی‌توانند غذای خود را بسازند مواد غذایی را از چیزی به دست می‌آورند که می‌خورند؛
- تشخیص اینکه انسان و بعضی جانوران برای حفاظت، استحکام و حرکت، اسکلت و ماهیچه دارند.

سال چهارم

همه جانداران

- تشخیص و نام‌گذاری انواعی از جانداران (گیاهان و جانوران) در محیط‌های محلی و وسیع‌تر و استفاده از کلیدهای رده‌بندی برای گروه‌بندی آن‌ها.
- تشخیص اینکه محیط‌ها می‌توانند تغییر کنند و این تغییر می‌تواند برای جانداران خطرناک باشد.
- شرح عملکردهای ساده بخش‌های اصلی دستگاه گوارش انسان؛
- تشخیص انواع متفاوت دندان‌های انسان و عملکرد ساده آن‌ها؛
- ترسیم و تفسیر انواعی از زنجیره‌های غذایی، شناسایی تولیدکنندگان، شکارچیان و صید.

سال پنجم

همه جانداران

- شرح تفاوت‌های چرخه زندگی پستاندار، دوزیست، حشره و پرنده؛
- توصیف فرایند حیاتی تولیدمثل در بعضی گیاهان و جانوران.

جانوران و انسان

- توصیف تغییرات انسان در فرایند نمو از تولد تا کهن‌سالی.

سال ششم

همه جانداران

- توصیف چگونگی رده‌بندی جانداران در گروه‌های بزرگ‌تر بر اساس ویژگی‌های عمومی قابل‌مشاهده و شباهت‌ها و تفاوت‌ها شامل میکروارگانیسم‌ها، گیاهان و جانوران؛
 - ارائه دلیل برای رده‌بندی گیاهان و جانوران بر اساس ویژگی‌های اختصاصی.
- ### جانوران و انسان
- تشخیص و نام‌گذاری بخش‌های اصلی دستگاه گردش خون انسان و شرح عملکرد قلب، رگ‌های خونی و خون؛
 - شناسایی اثر تغذیه، ورزش و سبک زندگی بر نحوه عملکرد بدن؛
 - توصیف راه‌هایی که مواد مغذی و آب درون

تغییر گونه‌ها و وراثت

- تشخیص اینکه جانداران در طول زمان تغییر کرده‌اند و سنگواره‌ها اطلاعاتی درباره جاندارانی می‌دهند که میلیون‌ها سال پیش روی زمین زندگی می‌کرده‌اند؛
- تشخیص اینکه جانداران زاده‌هایی از نوع خود تولید می‌کنند، اما زاده‌ها معمولاً متفاوت‌اند و کاملاً مانند والدین خود نیستند؛
- تشخیص اینکه جانوران و گیاهان چگونه و از چه راه‌هایی با محیط زندگی سازش می‌یابند و اینکه چگونه این سازش می‌تواند به تکامل آن‌ها بینجامد.

سه‌ساله سوم

ساختار و عملکرد جانداران

سلول‌ها و سازمان‌دهی آن‌ها

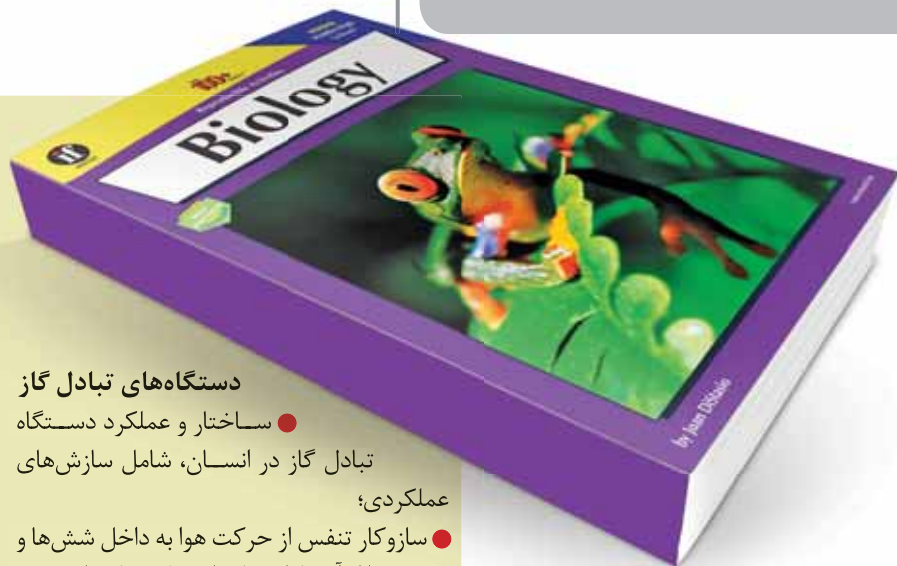
- سلول‌ها واحدهای اساسی جانداران‌اند، مشاهده سلول، تفسیر و ثبت ساختار سلول با استفاده از میکروسکوپ نوری؛
 - عملکرد دیواره سلولی، غشای سلول، سیتوپلاسم، هسته، واکوئل، میتوکندری و کلروپلاست؛
 - شباهت‌ها و تفاوت‌های بین سلول‌های گیاهی و جانوری و نقش انتشار در حرکت مواد درون و بین سلول‌ها؛
 - سازش‌های ساختاری بعضی جانداران تک‌سلولی؛
 - سازمان‌دهی سلسله مراتبی جانداران پرسلولی: از سلول‌ها تا بافت تا اندام تا سیستم و جاندار؛
- #### دستگاه‌های اسکلتی و ماهیچه‌ای
- ساختار و عملکرد اسکلت انسان، شامل استحکام، حفاظت، حرکت و ساختن سلول‌های خونی؛
 - بیومکانیک - تعامل بین اسکلت و ماهیچه‌ها،

شامل اندازه‌گیری نیروی حاصل از ماهیچه‌های متفاوت؛

- عملکرد ماهیچه‌ها و ماهیچه‌های مخالف.

تغذیه و گوارش

- دانستن محتوای رژیم غذایی سالم برای انسان، شامل کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی، فیبرهای تغذیه‌ای و آب؛ و نیز علت نیاز به هریک.
- محاسبه‌های نیازهای انرژی در رژیم غذایی سالم روزانه؛
- عواقب عدم تعادل تغذیه شامل چاقی، لاغری مفرط و بیماری‌های حاصل از کمبود؛
- بافت‌ها و اندام‌های دستگاه گوارش انسان، شامل سازش‌های عملکردی و چگونگی عملکرد این دستگاه در گوارش غذا (آنزیم‌ها به‌طور ساده به‌عنوان کاتالیزور زیستی عمل می‌کنند)؛
- اهمیت باکتری‌ها در دستگاه گوارش انسان؛
- گیاهان سالم، مواد مغذی معدنی و آب را از خاک به دست می‌آورند.



نیتراها؛

- شیمیوسنتز در باکتری‌ها و جانداران دیگر.

تنفس سلولی

- تنفس هوازی و غیر هوازی در جانداران، شامل تجزیه مولکول‌های آلی برای امکان انجام فرایندهای شیمیایی دیگر که برای حیات ضروری‌اند؛
- فرمول خلاصه شده تنفس هوازی؛
- فرایند تنفس هوازی در انسان و میکروارگانیسم‌ها شامل تخمیر و فرمول خلاصه شده تنفس غیر هوازی؛

- تفاوت بین تنفس هوازی و غیر هوازی در ارتباط با واکنش‌گرها، محصولات و انرژی.

تعامل‌ها و وابستگی‌ها

ارتباط‌ها در بوم‌سازگان

- وابستگی جانداران در بوم‌سازگان شامل شبکه غذایی و حشرات گرده‌افشان، به‌عنوان مثال؛
- اهمیت گرده‌افشانی با حشرات در تولیدمثل گیاه در امنیت غذایی انسان؛
- چگونگی تأثیرپذیری جانداران و اینکه چگونه از عوامل محیطی مانند تجمع مواد سمی تأثیر می‌پذیرند؛
- نقش گوناگونی در توانمند کردن جانداران برای زیستن در بوم‌سازگان معین.

ژنتیک و تکامل

وراثت، کروموزوم، DNA و ژن

- وراثت فرایندی است که در آن اطلاعات ژنی از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند؛
- مدل ساده‌ای از کروموزوم، ژن و DNA در وراثت شامل آنچه واتسون و کریک و ویلسون و فرانکلین در مدل‌سازی DNA انجام دادند؛
- تنوع افراد گونه‌های متفاوت؛
- تنوع افراد در یک گونه ممکن است پیوسته یا ناپیوسته باشد، شامل نمایش گرافیک و عددی گوناگونی؛
- تغییرات محیط ممکن است سبب حفظ افراد شود و ممکن است گونه‌هایی که نتوانند در رقابت و تولیدمثل موفق باشند برای همیشه از بین بروند؛
- اهمیت تنوع زیستی؛
- استفاده از بانک ژن برای نگهداری مواد وراثتی قبل از انقراض گونه.

* منابع

۱. برنامه درسی ملی انگلستان.
2. The national curriculum in England, Framework document, July

دستگاه‌های تبادل گاز

- ساختار و عملکرد دستگاه

تبادل گاز در انسان، شامل سازش‌های

عملکردی؛

- سازوکار تنفس از حرکت هوا به داخل شش‌ها و خروج هوا از آن‌ها، استفاده از مدل فشار برای شرح چگونگی حرکت گازها شامل اندازه‌گیری‌های ساده حجم شش‌ها؛

- اثر ورزش، آسم و سیگار بر دستگاه تبادل گاز؛
- نقش روزنه‌های برگ در تبادل گاز در گیاهان.

تولیدمثل

- تولیدمثل در انسان (به‌عنوان نمونه‌ای از پستانداران)، شامل ساختار و عملکرد دستگاه‌های تولیدمثلی نرو ماده، چرخه قاعدگی (بدون جزئیات هورمونی)، گامت‌ها، لقاح، بارداری و تولد، شامل تأثیر سبک زندگی مادر بر جنین از طریق بند ناف؛

- تولیدمثل در گیاهان شامل ساختار گل، گرده‌افشانی با حشرات و باد، لقاح، تشکیل و پراکنش دانه و میوه، شامل بررسی کمی بعضی مکانیسم‌های پراکنش؛
- اهمیت تولیدمثل گیاه از منظر گرده‌افشانی با کمک حشرات در امنیت غذایی انسان.

سلامت

- اثرهای استفاده تفریحی از مواد (شامل سوءمصرف) بر رفتار، سلامت و فرایندهای زیستن.

چرخه‌های مواد و انرژی

فتوسنتز

- وابستگی تقریباً همه حیات روی زمین به نور خورشید در گیاهان و جلبک‌ها، در فرایند فتوسنتز؛

- سازش‌های برگ برای فتوسنتز؛
- ارتباط بین ساختار و عملکرد برگ‌ها شامل کلروپلاست و روزنه؛

- مواد اولیه و محصولات فتوسنتز و فرمول خلاصه شده فتوسنتز؛

- تغذیه معدنی در گیاهان و تشریح نقش

نانوزیست فناوری

مبحثی برای کتاب‌های درسی

مرضیه نجفی

دبیر زیست‌شناسی شهرستان گرمسار

نانوفناوری چیست؟

فناوری نانو (نانوفناوری) تحقیق و مطالعه مواد و خصوصیات آن‌ها در سطح اتم‌ها، مولکول‌ها و درشت‌مولکول‌ها در مقیاس ۱۰۰-۱ (یک تا صد) نانومتر است. فناوری نانو از تلفیق علوم فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی به وجود آمده است. این فناوری توانایی کار در سطح اتم و ایجاد ساختارهایی که نظم مولکولی کاملاً جدیدی دارند را فراهم می‌آورد. ماده تغییر یافته در مقیاس نانو، خصوصیات جدید و مفیدی را دارا می‌شود که قبلاً در آن مشاهده نمی‌شد. تفاوت در قلمرو نانو به اندازه‌ای است که حتی رنگ، نقطه ذوب، خصوصیات شیمیایی و غیره مواد در خارج از این محدوده کاملاً متفاوت است.

اهداف نانوفناوری

هدف اصلی اکثر تحقیقات نانوفناوری شکل‌دهی ترکیبات جدید یا ایجاد

اشاره

با توجه به گسترش روزافزون دانسته‌های بشر در زمینه نانوفناوری و کاربردهای متنوع یافته‌های این دانش نوین، به نظر می‌رسد، جای این مبحث - و در خصوص زیست‌شناسی مبحث نانوزیست فناوری - در کتاب‌های درسی خالی است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود یک فصل یا بخشی از یک فصل از یک کتاب درسی دوره دوم دبیرستان برای آشنایی دانش‌آموزان با این رشته و تشویق آن‌ها به ادامه تحصیل در این رشته و درک اهمیت آن برای پیشرفت‌های علمی کشور اختصاص یابد. این نوشته در واقع نمونه‌ای از چنین واحد درسی برای درج در یک کتاب درسی زیست‌شناسی است.

نانوزیست فناوری

سطح برگ نیلوفر آبی با یک لایه از برآمدگی‌های میکرومتری و زائده‌های نانومتری پوشانده شده است. این لایه سبب می‌شود آب به راحتی و با سرعت بر سطح برگ سُر بخورد و ذرات و آلودگی‌های روی آن را بشوید. با تقلید از این پدیده شیشه‌ها و پارچه‌هایی با خاصیت «خود تمیز شونده گی»^۱ ساخته شده است.

توانایی مارمولک‌ها در بالا رفتن از سطوح عمودی و راه رفتن به صورت وارونه روی سقف یا حتی آویزان شدن با یک پا از سقف به علت وجود هزاران موی نازک نانومتری موجود بر دست‌ها و پاها این جانور است. کشسانی زیاد تارهای عنکبوت به علت بلورهای نانومتری موجود در ساختار تارند. چگونگی ورود ویروس‌ها به سلول و اندامک‌های درون سلولی بدن جانداران، همه نانومتری هستند.

طبیعت، همواره الهام‌بخش انسان برای الگوگیری و ساخت ابزارهای جدید بوده است. انسان از گذشته‌های دور از خواص مواد استفاده کرده و با علمی که در روزگار

خود داشته، سعی در تولید مایحتاج خویش کرده است. انسان امروز نیز با بهره‌گیری از علوم و فناوری سعی در شناسایی دقیق‌تر محیط پیرامون خود و کشف مواد جدید و به کارگیری آن‌ها در زندگی دارد و این داستان هم‌چنان ادامه خواهد یافت. چون روز به روز مجهولات ما از شگفتی‌های خلقت بیشتر می‌شود.

بیشتر بدانید

قاشق عسل

یکی از معروف‌ترین محصولات طبیعی که با استفاده از خاصیت «خود تمیز شونده گی» ساخته شده، «قاشق عسل» است. برای تمیز کردن قاشق عسل از آلودگی‌ها تنها به یک قطره آب نیاز است. اگر عسل را با این قاشق از ظرفی به ظرف دیگر منتقل کنید، هیچ اثری از عسل روی آن باقی نخواهد ماند.



پرسش

۱. نتیجه سه مرحله را با یکدیگر مقایسه کنید. متوجه چه چیزی می شوید؟
۲. با توجه به نتایجی که به دست آوردید، تخمین بزنید که اگر هر وجه مکعب اولیه را به n قسمت مساوی تقسیم کنید، مساحت n مکعب چند برابر مساحت جانبی مکعب اولیه می شود؟

چگونه دنیای کوچک نانو را ببینیم

برای ورود به فضای نانرئی مقیاس نانو و دست کاری واحدهای سازنده آن‌ها، نیاز به ابزارهایی داریم که این کار را امکان پذیر کنند. میکروسکوپی که شما در مدرسه از آن استفاده می کنید تا با آن سلول های موجودات زنده را مشاهده کنید بسیار ساده است و برای مشاهده دنیای نانو کارآمد نیست. امروزه انواع گوناگونی میکروسکوپ وجود دارد که قادرند اطلاعات مفیدی از ابعاد نانو به ما بدهند. یک نمونه از این میکروسکوپ ها به نام میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مشهور است. اساس کار این میکروسکوپ های پیشرفته مانند ماهواره ها و رادارها، کسب اطلاعات به صورت غیر مستقیم است.

میکروسکوپ الکترونی روبشی

این نوع میکروسکوپها پرتوی از الکترون‌ها را به هر آنچه می‌خواهند بررسی و مطالعه کنند، شلیک می‌کنند. به این ترتیب انرژی الکترون‌های شلیک‌شده به سطح نمونه مورد مطالعه منتقل می‌شود. الکترون‌های پرتو (که الکترون‌های اولیه نامیده می‌شوند)، الکترون‌های نمونه را جدا می‌کنند. این الکترون‌های جداشده (که الکترون‌های ثانویه نامیده می‌شوند) به سمت صفحه‌ای که دارای بار مثبت است کشیده می‌شوند و در آنجا تبدیل به امواج می‌شوند. این امواج توسط رایانه، به تصاویر قابل مشاهده تبدیل می‌شوند (شکل ۱).

میکروسکوپ الکترونی روبشی علاوه بر اطلاعات جای‌نگاری (توپوگرافیک)، شکل، اندازه و نحوه قرارگیری ذرات در سطح جسم را که به بخت‌شناسی جسم معروف

ارغوانی، قرمز، نارنجی و غیره دیده می‌شوند. هم‌چنین ذرات طلا در مقیاس نانو نه تنها واکنش‌پذیری بالایی پیدا می‌کنند، بلکه به‌عنوان کاتالیزگر برای افزایش سرعت برخی واکنش‌ها استفاده می‌شوند. نانو ذرات آلومینیوم در هوا آتش می‌گیرند و می‌توان از آن‌ها به‌عنوان سوخت موشک نیز استفاده کرد.^۲

خواص مواد با افزایش سطح آن‌ها تغییر می‌کند.

هرگاه توده‌های بزرگ کوچک شوند، تعداد اتم‌ها و مولکول‌هایی که روی سطح خارجی قرار می‌گیرند، افزایش می‌یابد. هرچه سطح یک ماده بیشتر باشد، سریع‌تر با مواد دیگر واکنش می‌دهد، زودتر ذوب و به راحتی شعله‌ور می‌شود. ماده‌ای که سطح آن گسترده‌تر است، فعالیت بیشتری دارد و برای انجام یک کار مشخص مقدار کمتری از آن مصرف می‌شود. به عنوان مثال، داروهایی که ذرات آن‌ها نانومتری است، اثربخشی بیشتری دارند و برای درمان به مقدار کمتری از آن‌ها احتیاج داریم. بنابراین یکی از مهم‌ترین دلایل تغییر خواص مواد در مقیاس نانو، افزایش سطح آن‌هاست.

فعالت

برای نتایج لازم: ماشین حساب، مداد و یک

۱. یک مکعب به ابعاد ۱ سانتی متر را تصور کنید. مساحت آن را محاسبه و یادداشت کنید.

۲. تصور کنید که مکعب را از وسط هر وجه نصف کرده‌اید. حالا ۸ مکعب، هر یک در ابعاد $\frac{1}{2}$ سانتی‌متر ایجاد می‌شود. در این حالت نیز مساحت مکعب‌ها را محاسبه و یادداشت کنید (فراموش نکنید حالا ۸ مکعب دارید).

۳. در این مرحله طول و عرض و ارتفاع
مکعب ۱ سانتی متری را به ۳ قسمت
مساوی تقسیم کنید. با این کار مکعب
اول، به ۲۷ مکعب در ابعاد $1/3$ سانتی متر
تبدیل می شود. این بار نیز مساحت همه
مکعب ها، ۱۱ محاسبه و یادداشت کنید.

تغییراتی در مواد موجود است. نانوفناوری در الکترونیک، زیست‌شناسی، ژنتیک، هوانوردی و حتی در مطالعات انرژی به کار برده می‌شود.

هر نانومتر چقدر است؟

نانو^۲ کلمه‌ای یونانی به معنی کوچک است و برای مطالعهٔ عمومی روی ذرات اتمی و مولکولی به کار برده می‌شود. هر نانومتر 10^{-9} م، یعنی تقریباً چهار برابر قطر یک اتم است. مکعبی با ابعاد $2/5$ نانومتر ممکن است حدود 1000 اتم داشته باشد. یک جسم نانومتری با اندازه‌ای حدود 10 نانومتر، یک هزارم قطر یک موی انسان است. برای اینکه تصور بهتری از نانو به دست آورید به جدول ۱ توجه کنید.

جدول ۱. اندازه برخی از مواد طبیعی
در مقیاس نانو

مثال	اندازه بر حسب نانومتر
اتم	۰/۱
پزش مولکول DNA	۲/۵
پروتئین	۵-۵۰
ویروس‌ها	۷۵-۱۰۰
مواد داخلی سلولی	بزرگتر از ۱۰۰
باکتری‌ها	۱۰۰۰-۱۰۰۰۰
گلبول سفید خون	۱۰۰۰۰

چرا مقیاس نانو این قدر مهم است؟

نسبت سطح به حجم ساختارهایی که در مقیاس نانو در نظر می‌گیریم، مانند نانو ذرات و نانولایه‌ها بالاست و این ویژگی آن‌ها را برای استفاده در مواد ترکیبی، واکنش‌های شیمیایی، تهیه دارو و ذخیره انرژی مناسب می‌سازد. یافته‌های پژوهشگران نشان می‌دهند ذراتی که اندازه آن‌ها تا ابعاد نانومتر کوچک شده است، نسبت به ذرات بزرگ‌تر خواص و ویژگی‌های متفاوتی دارند. کوچک کردن ذرات تا مقیاس نانو، مواد کدر را به مواد شفاف، مواد واکنش‌ناپذیر را به مواد واکنش‌پذیر و فلزات دیرگداز را به موادی که در دمای معمولی مایع هستند تبدیل می‌کند. همچنین رنگ مواد را تغییر می‌دهد و ده‌ها و صدها رفتار غیرمنتظره دیگر ایجاد می‌کند. مثلاً نانو ذرات طلا به رنگ‌های آبی،

کوچک کردن ذرات تا مقیاس نانو، مواد کدر را به شفاف، مواد واکنش ناپذیر را به واکنش پذیر، فلزات دیرگداز را به موادی که در دمای معمولی مایع هستند، تبدیل می کند

زیستی موجود، همچون سلول، اجزای سلولی، نوکلئیک اسیدها و پروتئین ها برای ایجاد ساختارهای نانویی تلفیقی (مربک از مواد آلی و معدنی) استفاده می شود. امروزه فناوری نانو در حوزه زیست شناسی و پزشکی کاربردهای گسترده ای پیدا کرده است. در واقع ساختار سلول، مواد سازنده و اندامک های آن میدانی برای تحقیق و کاربرد محصولات فناوری نانو است.

نانوزیست فناوری برای زندگی امروز و فردا

● داروسازی و پزشکی

مهندسی بافت

با ایجاد ذراتی در اندازه نانو در سطح مفاصل و استخوان های مصنوعی، احتمال دفع عضو جایگزین به علت تحریک سلول های استخوانی کمتر می شود. اخیراً نوعی دندان مصنوعی نیز ساخته شده که دارای روکش نانویی است. از خواص منحصر به فرد این دندان مصنوعی می توان به عایق بودن آن در مقابل خراش و افزایش التیام دندان اشاره کرد.

نانو جراحی

در نانو جراحی، جراح از دسته هایی برای فرمان استفاده می کند تا بازوهای نانو ربات را که مجهز به ابزار جراحی کوچک هستند، کنترل کند و به محل مورد نظر برساند. بازوی دیگر نانوربات دوربینی حمل می کند

یعنی ساختارهای کوچک میلی متری و میکرومتری را آن قدر می تراشند (مثل مجسمه سازها) و یا قالب می زنند (شبیه شیرینی پزها) که به یک شیء نانومتری دست یابند.

نانومواد و نانو ساختارها

نانومواد را برحسب شکل ظاهری (تعداد ابعادی که بزرگ تر از ۱۰۰ نانومتر است) به سه دسته تقسیم می کنند:

- نانوذرات (صفر بُعدی)، تمام ابعاد آن ها کوچک تر از ۱۰۰ نانومتر است،
- نانو پوشش ها و نانولایه ها (دو بُعدی)،
- چندسازه های نانویی^۵ و مواد نانو متخلخل (سه بُعدی).

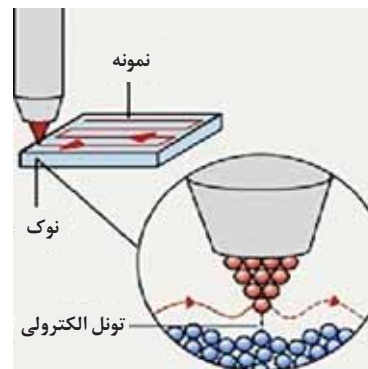
نانوساختارهای کربنی^۶، دسته دیگری از نانومواد هستند که به دو دسته کلی گلوله های باکی و نانولوله های کربنی تقسیم می شوند. گلوله های باکی ساختاری توپی شکل دارند و نانولوله های کربنی استوانه هایی بلند و توخالی هستند (شکل ۲).

این ترکیبات کاربردهای مختلفی دارند؛ از جمله حمل داروهای مختلف، درمان ایدز و سرطان، ساخت لاستیک های سبک تر، مقاوم تر و انعطاف پذیرتر، جلوگیری از رشد باکتری ها، ساخت سلول های خورشیدی با بازده بیشتر و مانند این ها.

نانوفناوری و زیست شناسی (نانوزیست فناوری)^۷

نانوزیست فناوری، زیرمجموعه ای از نانوفناوری هاست که در آن از ابزارها و فرآیندهای نانویی و میکرونی برای ساخت و تهیه محصولات استفاده می شود که در مطالعه ساختارهای زنده کاربرد دارند. برخی از محققان، نانوزیست فناوری را زمینه ای از نانوفناوری می دانند که در آن از ساختارهای

است به ما می دهد. انواع پیشرفته تر این دستگاه قادرند ترکیب اجزایی را که نمونه را می سازند نیز مشخص کنند.

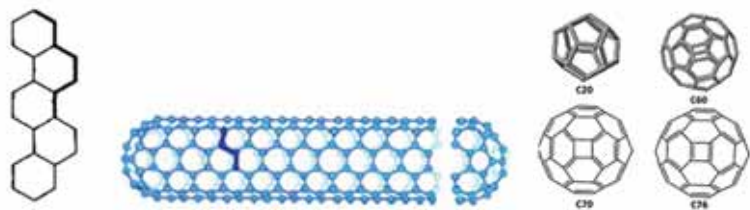


شکل ۱. میکروسکوپ الکترونی رویشی

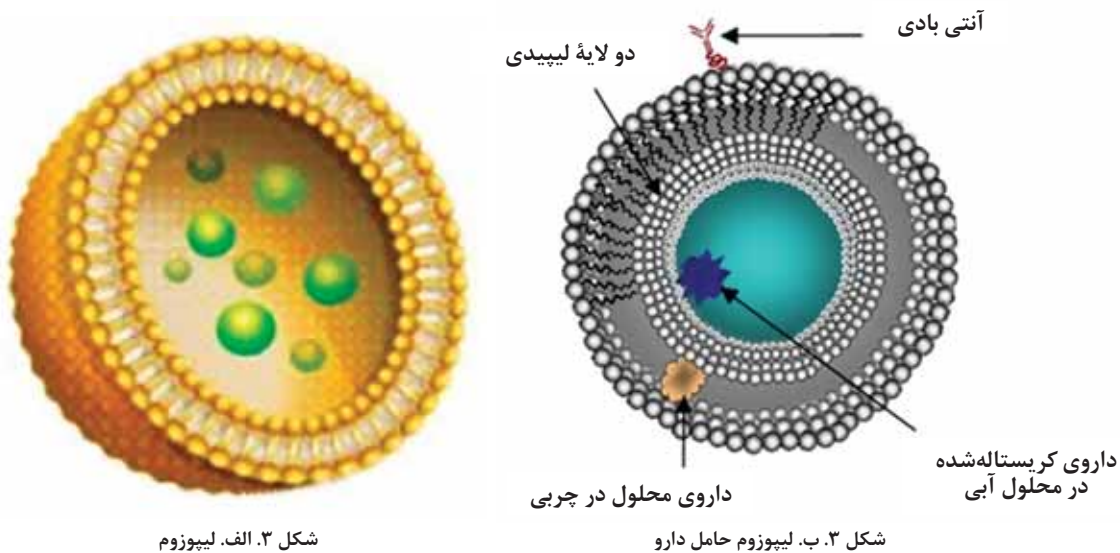
روش های ساخت محصولات نانو

در این فناوری، برای ساخت محصولات (نانومواد و نانوساختارها)، دو روش در نظر گرفته می شود: روش ساخت «از پایین به بالا» و روش ساخت «از بالا به پایین». در روش ساخت پایین به بالا، وسایل و مواد از سطح مولکولی براساس اصول شیمی مولکولی ساخته می شوند. همان طور که برای ساخت خانه، آجرها با نظم خاصی کنار هم چیده می شوند، در این روش اتم ها و مولکول ها با آرایش و دقت مشخصی کنار هم قرار می گیرند تا یک وسیله یا جسم نانومتری ساخته شود. خودچیدمانی ذرات، یکی از روش های مربوط به ساخت از پایین به بالاست که پایه و اساس ایجاد تمامی ساختارهای زیستی است. مثل ایجاد بلور نمک یا دانه های برف.

در روش ساخت بالا به پایین، اشیای نانویی بدون کنترل اتمی در مقادیر بزرگ تر ساخته می شوند. در این روش مواد و ساختارهای بزرگ را آن قدر کوچک می کنند تا به مقیاس نانومتر برسند. شبیه کاری که مجسمه سازها و شیرینی پزها انجام می دهند،



شکل ۲. راست: گلوله های باکی و چپ: نانو لوله کربنی (مدل صندلی)



شکل ۲. الف. لیپوزوم

شکل ۳. ب. لیپوزوم حامل دارو

از نانوحامل‌های غیروبروسی برای انتقال داروها و DNA به درون سلول‌های حیوانی و انتقال ژن‌ها در گیاهان استفاده می‌کنند. ایجاد ساختار DNA حاوی بخش‌های دو و چهار رشته‌ای: پژوهشگران موفق شدند روشی برای تولید ساختارهای DNA حاوی بخش‌های دورشته‌ای و چهار رشته‌ای بیابند. این ساختارها دارای خواص ویژه‌ای نظیر مقاومت بالا در برابر حرارت است که می‌توان با کمک آن‌ها محصولات تولید کرد که در دماهای مختلف، از دمای اتاق گرفته تا دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، مقاوم باشند.

روشی برای تولید انبوه DNA با کیفیت بالا

در این فرآیند از باکتری برای کپی کردن توالی DNA استفاده می‌شود. در روش‌های فعلی با افزایش طول رشته، خطاهای ایجاد شده روی رشته DNA نیز افزایش می‌یابد بنابراین، این روش‌ها برای نمونه‌های کوتاه مناسب‌ترند اما در روش جدید می‌توان طول رشته را افزایش داد بدون این‌که مشکلی ایجاد شود.

● خودآزمایی

۱. نانوفناوری با زیست‌فناوری (بیوتکنولوژی) چه ارتباطی دارد؟
۲. نانوحسگرها در پزشکی چه نقشی دارند؟
۳. مزیت نانوکتورها نسبت به وکتورهای رایج در مهندسی ژنتیک چیست؟

جانبی دیگر می‌شود. به‌علاوه باید توجه داشت که دارو هنگام حمل تجزیه نشود، برای همین داروها را باید در محفظه‌هایی (کپسول) قرار داد. ماده حامل دارو باید با دارو سازگار باشد تا دارو به راحتی با آن پیوند برقرار کند.

لیپوزوم و کاربرد آن‌ها در دارورسانی

لیپوزوم به یک وزیکول میکروسکوپی شامل دو لایه فسفولیپیدی گفته می‌شود که یک فضای مایع را احاطه کرده است. ضخامت این لیپید دو لایه به‌طور معمول بین ۳ تا ۶ نانومتر است و لیپوزوم‌های تشکیل شده از آن‌ها می‌توانند قطری بین ۵۰ نانومتر تا ۵۰۰ میکرومتر داشته باشند. این ساختارهای ریز و کیسه‌مانند، شبیه بسته‌ها یا کپسول‌هایی‌اند که می‌توان با به دام انداختن دارو در درونشان از آن‌ها برای حمل داروها به نقاط مختلف بدن استفاده کرد. در نتیجه دارورسانی، یکی از کاربردهای مهم لیپوزوم‌هاست (شکل ۳).

● مهندسی ژنتیک

نانوکتورها

حامل (وکتور)‌های موجود، نظیر ویروس‌های اصلاح‌شده، روی دستگاه ایمنی بدن اثرهایی دارند، بنابراین انجام تحقیقات روی ساخت ذرات نانو که قابلیت حمل ژن‌ها را داشته باشند از کارهای مورد نیاز است. در حال حاضر محققان

که جراح می‌تواند با آن محیط درون بدن را مشاهده کند.

نانودارورسان‌ها

مشخصه مهم یک سیستم دارورسان مؤثر، توانایی برای انجام انتقال هدفدار و کنترل‌شده داروست. برای این منظور داروها باید با سرعت مناسبی آزاد شوند. آزاد شدن سریع دارو باعث عدم جذب مناسب و اثرهای

نانوزیست‌فناوری،

زیر مجموعه‌ای از

نانوفناوری است که در

آن از ابزارها و فرایندهای

نانویی و میکرونی برای

ساخت و تهیه محصولات

استفاده می‌شود که

در مطالعه ساختارهای

زنده به کار می‌روند در

نانوجراحی، جراح از

دسته‌هایی برای فرمان

استفاده می‌کند تا

بازوهای نانو ربات را که

مجهز به ابزار جراحی

کوچک هستند، کنترل

کند و به محل مورد نظر

برسانند

● زیست‌شناسی سلولی

نشانه‌های زیستی

از آنجا که اندازهٔ نانوذرات، در محدودهٔ اندازه پروتئین‌هاست، می‌توان از آن‌ها برای نشان‌دار کردن نمونه‌های زیستی استفاده کرد. برای این کار، باید نانوذره بتواند به نمونهٔ زیستی هدف متصل شود و نیز راهی برای دنبال کردن و شناسایی نانوذره وجود داشته باشد. به‌منظور ایجاد میان‌کنش بین نانو و نمونهٔ زیستی، نانوذره را با پوششی از جنس پادتن یا پلی‌مرهای زیستی مانند کلاژن‌ها، که نانوذره‌ها را از نظر زیستی سازگار می‌کند، می‌پوشانند. می‌توان نانوذره‌ها را فلورسنت کرد یا خواص نوری آن‌ها را تغییر داد.

نانومحرک‌ها

عملکرد این سازه در مقیاس مولکولی ایجاد حرکت، نیرو، امواج یا ذخیره کردن اطلاعات است. این ماشین‌ها انرژی ذخیره‌شده الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند. این تبدیل به‌علت وجود ارتباطات قوی بین ساختارهاست. به‌طور کلی کنترل حرکات مکانیکی در مقیاس مولکولی یکی از اهداف اصلی نانوفناوری است. ماشین‌های مولکولی بسیار مورد توجه هستند زیرا: - بازده بسیار بالایی دارند؛ - به‌علت خاصیت خود ترمیمی برای استفاده به تعداد انبوه قیمت مناسبی دارند؛ - به‌طور طبیعی در بدن وجود دارند.

● محیط زیست

نانوکاتالیزورها

با وجود آنزیم‌های اکسایشی (ردوکتاز)، فلزات سنگین از حالت مایع به حالت جامد تبدیل می‌شوند و رسوب می‌کنند. از این روش می‌توان برای بازیافت فلزات ارزشمند مثل اورانیوم و سرب از پساب استفاده کرد.

نانوحسگرها

نانوحسگر وسیله‌ای است بسیار ریز که قادر به شناسایی و ارائهٔ پاسخ به

بیشتر بدانید

نانوصافی‌ها می‌توانند به تصفیهٔ سریع خون کمک فراوان کنند. در حال حاضر مسمومیت خونی یکی از مشکلات جدی در جهان است و خطر عفونت در واحدهایی که نیاز به مراقبت شدیدتری دارند بیشتر است، چون بیماران آسیب‌پذیرترند. اگر مسمومیت خونی اتفاق بیفتد باید خون هرچه سریع‌تر از علل مسمومیت پاک شود. فرآیندهای غشایی از روش‌های نوین جداسازی هستند، دو خصیصه اصلی غشاها یعنی توانایی قابل‌توجه در انجام انواع جداسازی‌ها و حداقل مصرف انرژی، عوامل گسترش روزافزون فرآیندهای غشایی هستند. غشاها کاربردهای فراوانی در زمینه‌های مختلف علمی و صنعتی دارند؛ مانند شیرین کردن آب دریا، دیالیز خون، تصفیهٔ آب، نظیر آب رودخانه، چشمة و چاه و تصفیهٔ پساب‌های خانگی، پساب‌های صنعتی، تغلیظ شیر و آب‌میوه، سترون کردن مایعات و جداسازی میکروارگانیسم‌ها. از مهم‌ترین کاربردهای نانوغشاها می‌توان به کاربرد آن‌ها در زمینهٔ جداسازی گازها و شیرین کردن گاز طبیعی نیز اشاره کرد.

نانوصافی‌ها و نانوغشاها

امروزه می‌توانیم با صافی‌های نانویی علاوه بر بازیابی عناصری مثل نمک و کلسیم از آب، ویروس‌ها و باکتری‌ها را نیز از آن بازیابی کنیم. بنابراین، می‌توانیم از آن‌ها در رفع آلودگی‌های آب‌های آشامیدنی و آب‌های کشاورزی استفاده کنیم.

فعالیت

۱. با وجود استفاده‌های مفید از نانوفناوری در محیط زیست، آیا ممکن است ذرات نانو دارای خطرات احتمالی نیز باشند؟ با ذکر دلیل توضیح دهید.
۲. دربارهٔ قانون «ایمنی نانو» تحقیق کنید و به کلاس گزارش دهید.
۳. دربارهٔ کاربرد نانوفناوری در درمان سرطان اطلاعات جمع‌آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.

* پی‌نوشت‌ها

۱. به این خاصیت اثر لوتوس (به معنی نیلوفر آبی) هم می‌گویند.
2. Nano
۳. همان‌طور که می‌دانید، ذرات طلا و آلومینیوم در اندازهٔ معمول خود به‌آسانی واکنش‌پذیر نیستند.
۴. ثبت چگونگی قرارگیری و نشان دادن عمق و ارتفاع پستی و بلندی‌ها در یک سطح خاص از ماده را «جای‌نگاری یا توپوگرافی» می‌گویند.
۵. نانو کامپوزیت (nanocomposite)
۶. فولرین‌ها (fullerens)
۷. نانوبیوتکنولوژی (nanobio/bionanotechnology)
8. Electronic Nose

محرک‌های فیزیکی در مقیاس نانومتر است. نانوحسگرها در زمینهٔ پزشکی، کشاورزی، تصفیهٔ آب و نساجی قابل استفاده‌اند. با استفاده از این حسگرها در کشاورزی، شناسایی مقادیر بسیار کم آلودگی شیمیایی یا ویروس و باکتری در سامانه‌های کشاورزی و غذایی ممکن است.

تحقیقات در زمینهٔ نانواپزارها جزء پژوهش‌های علمی به روز دنیاست. در سال‌های اخیر حسگرهای تجاری تحت مجموعه‌ای که «بینی الکترونیک»^۸ نامیده می‌شوند، ارائه شده است.

از این حسگرها برای شناسایی جانداران میکروسکوپی و فلزات سنگین در آب آشامیدنی (مانند کادمیوم، سرب و روی) استفاده می‌شود.

همچنین به‌منظور شناسایی و تعیین مشخصات بوهای ناشی از مخلوط بخارهای جمع‌شده در بالای یک جامد یا مایع موجود در یک محفظهٔ دربسته نیز چنین تجهیزاتی تولید شده‌اند.

این حسگرها روش سریع‌تر و نسبتاً ساده‌ای را برای پیگیری تغییرات در کیفیت آب و فاضلاب صنعتی فراهم می‌آورند. در این روش آنزیم‌ها با مواد مورد نظر واکنش می‌دهند و تغییرات بیوشیمیایی توسط مبدل به امواج الکتریکی تبدیل می‌شوند و توسط پردازشگر، مادهٔ مورد نظر تشخیص داده می‌شود.



زیست‌شناسی امروز و علم

ترجمه: مهرگان روزبه

دوران ما دوران زرین علم زیست‌شناسی است. در همین لحظه‌ای که این نوشته را می‌خوانید، دانشمندان بسیاری در تلاش‌اند تا برای هزاران پرسش که به زندگی ما مربوط‌اند، و به همین علت برای ما جالب و مهم‌اند، پاسخ پیدا کنند: پرسش‌هایی همچون: چرا اشتهاهایی که هنگام رشد سلول روی می‌دهند، منجر به سرطان می‌شوند؟

چگونه گیاهان انرژی خورشید را به دام می‌اندازند و این کار چه اثری بر اقلیم جهان دارد؟

موجودات زنده چگونه شبکه‌های بوم‌شناختی ایجاد می‌کنند و چرا فعالیت‌های آدمی این شبکه‌ها را مختل می‌کند؟

چگونه نخستین میکروارگانیسم‌ها به موجودات زنده گوناگون تکامل یافته‌اند و این تکامل بر سلامت آدمی چه اثری دارد؟ چگونه جهش‌زن‌ها باعث بیماری می‌شود؟

DNA چه کاربردی در تحقیقات قضایی دارد؟

این‌ها فقط مُشتی از خروار پرسش‌هایی است که نشان می‌دهد زیست‌شناسی هرگز تا این حد در تار و پود زندگی اجتماعی ما رخنه نکرده بوده است. اگر بخواهید، شما هم می‌توانید به آسانی ده‌ها مورد از تأثیرهای زیست‌شناسی بر زندگی روزمره‌مان را پیدا کنید. زیست‌شناسی را می‌توان بزرگ‌ترین رویداد علمی سده بیست و یکم به‌شمار آورد.

فرایند علم «زیست» یا «حیات»

زیست‌شناسی بررسی علمی است. درباره‌ی زیست‌شناسی و زندگی بسیار گفته شده است؛ بنابراین، در اینجا می‌خواهیم بیشتر درباره‌ی علم سخن بگوییم.

علم چیست؟ چه تفاوتی بین روش علمی و روش‌های دیگر درک و فهم طبیعت وجود دارد؟ واژه علم (Science) از واژه‌های لاتینی به معنی «دانستن» گرفته شده است. علم راهی برای دانستن و رویکردی بر

اساس کاوشگری است. کاوشگری یعنی جست‌وجوی اطلاعات برای پاسخ دادن به پرسش‌های اختصاصی و از کنجکاو‌ی ما درباره‌ی خود و جهان پیرامون سرچشمه می‌گیرد. این راه که راهی اساسی برای یافتن پاسخ و درک ما از جهان است، دو رویکرد اصلی دارد: علم اکتشاف‌محور که بیشتر به توصیف طبیعت می‌پردازد و علم فرضیه‌محور که بیشتر می‌کوشد طبیعت را توضیح دهد. بیشتر دانشمندان معمولاً از ترکیبی از این دو نوع کاوشگری استفاده می‌کنند.

علم اکتشاف‌محور

دانشمندان در جست‌وجوی علت‌های پدیده‌های طبیعی‌اند. بنابراین، علم به بررسی مواد، ساختارها و فرایندهایی که می‌توانیم به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم و با ابزارهایی مانند میکروسکوپ مشاهده کنیم و اندازه بگیریم، محدود می‌شود. وابستگی به مشاهده که برای کشف طبیعت انجام می‌شود، علم را از جست‌وجو و کنکاش درباره‌ی عالم ماورای طبیعت معاف می‌کند. علم نه می‌تواند وجود فرشته یا روح را نفی کند و نه توان تأیید آن‌ها را دارد. علم نمی‌تواند نیکی را عامل ایجاد رنگین کمان یا پلیس‌دی را عامل بیماری‌ها معرفی کند، چون چنین توضیح‌هایی، اگر چه ممکن است درست باشند، در قلمرو علم جای ندارند. مشاهدات و اندازه‌گیری‌های دقیق و ملموس، داده‌های علمی را تشکیل می‌دهند.

زیست‌شناسی

را می‌توان

بزرگ‌ترین

رویداد علمی

سده بیست و یکم

به‌شمار آورد

روش علمی دو

رویکرد اصلی

دارد: علم

اکتشاف‌محور و

علم فرضیه‌محور

مشاهدات و اندازه‌گیری‌های دقیق و ملموس، داده‌های علمی را تشکیل می‌دهند

منجر شده است؛ سؤال روشن است: چرا این دستگاه کار نمی‌کند؟ ممکن است در پاسخ چند فرضیه مطرح شود، اما فقط باید یکی از آن‌ها را انتخاب کنیم تا به پاسخ برسیم. در این مورد، یکی از فرضیه‌های منطقی که براساس تجربه‌های پیشین است، آن است که باتری دستگاه کنترل از دور تمام شده است. وقتی که فرضیه‌ای شکل می‌گیرد، پژوهشگر برای آزمودن آن از منطق بهره می‌برد. این منطق در فرایند علم معمولاً به شکل پیشگویی درباره آنچه نتایج آزمایش‌ها یا مشاهدات مورد انتظار نمود پیدا می‌کند. ما سپس با انجام آزمایشی فرضیه را آزمون می‌کنیم تا ببینیم آیا نتایج با پیش‌بینی‌ها مطابقت دارند یا نه. این آزمون منطقی معمولاً به شکل منطق «اگر... پس آن‌گاه» است:

مشاهده: دستگاه کنترل از دور تلویزیون کار نمی‌کند.

سؤال: چرا این دستگاه کار نمی‌کند؟

فرضیه: باتری دستگاه تمام شده است.

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

آزمایش: باتری نو و جدیدی روی دستگاه انداختم.

نتیجه پیش‌بینی: دستگاه باید به کار افتد.

اگر دستگاه به کار نیفتاد، آن‌گاه فرضیه دیگری را آزمون خواهیم کرد. مثلاً، تلویزیون به جریان برق متصل نیست. البته می‌توانیم کار نکردن دستگاه را به گردن ارواح خبیثه هم ببندازیم! اما چون نمی‌توانیم چنین فرضیه‌ای را آزمون کنیم، بنابراین از حیطه علم خارج نمی‌شویم.

آیا چربی‌های ترانس برای ما مضرند؟

یکی از روش‌های درک بهتر فرایند علم، آزمون یک مورد تجربی، یعنی تجربه کردن عمیق پژوهشی واقعی است. مثلاً می‌خواهیم اثرهای نوعی چربی خوراکی را بررسی کنیم. چربی‌های خوراکی، که یکی از ترکیبات موجود در غذاهای ماست، چند شکل مختلف دارد. چربی‌های ترانس شکل مصنوعی چربی‌هایی است که در فرایندی مصنوعی به نام هیدروژن‌دهی (مانند روغن‌های نباتی نیمه جامد که برای سرخ کردن غذا از آن‌ها استفاده می‌کنیم) تولید می‌شوند.

می‌توان چربی‌های ترانس را پیش از فروش و مصرف به مدت زیاد نگه‌داشت. به علاوه، این چربی‌ها ارزان‌اند. بنابراین، آن‌ها را در سراسر قرن بیستم به گونه‌ای فزاینده به صورت مارگارین و روغن‌های تردکننده شیرینی به مواد خوراکی می‌افزودند.

چربی یکی از اجزای غذاهاست که در پروژه‌های موسوم



ما در پی توصیف دقیق طبیعت ساختار آن را کشف می‌کنیم. علم اکتشاف‌محور در زیست‌شناسی ما را توانا می‌کند تا سطوح مختلف زندگی را توصیف کنیم، از اکوسیستم تا سلول‌ها و مولکول‌ها. یکی از نمونه‌های جدید علم اکتشاف‌محور تعیین توالی ژنوم آدمی، یعنی توصیف مشروح مواد ژنتیک ماست.

علم فرضیه‌محور

مشاهدات علم اکتشاف‌محور ما را وامی‌دارد تا سؤال‌هایی را مطرح کنیم و در جست‌وجوی پاسخ‌هایی برای آن‌ها باشیم. کاربرد فرایندی کاوشگرانه به نام روش علمی در این نوع تحقیق آرمانی است. روش علمی فرایندی رسمی برای کاوشگری است و از چند گام یا مرحله تشکیل شده است. این گام‌ها برای تحقیقات علمی لازم‌اند، اما هر دانشمندی در حال کار آن را مو به مو اجرا نمی‌کند، بلکه دانشمندان مختلف به روش‌های متفاوت تحقیق می‌کنند. جدیدترین نوع تحقیق علمی را می‌توان علم فرضیه‌محور دانست. فرضیه پاسخی موقت برای پرسش و توضیحی آزمایشی برای «مسئله» است. ما هر روز برای حل مشکلات روزانه‌مان از فرضیه استفاده می‌کنیم، اگر چه ممکن است آن را فرضیه ننامیم.

مثلاً وقتی می‌بینیم دستگاه کنترل از دور تلویزیون کار نمی‌کند، مشاهده انجام داده‌ایم که به یک سؤال

از ویژگی‌های فرهنگ علم همکاری توأم با رقابت است

دیگر هم وجود دارند، این نتایج به انبوه شواهدی افزوده می‌شوند که چربی‌های ترانس بیماری‌زا هستند و باید از خوردن آن‌ها دوری کرد. در واقع، این شواهد باعث شد که برخی کشورها (مانند استرالیا و دانمارک)، برخی ایالت‌های آمریکا (مانند کالیفرنیا) و برخی شهرها (مانند نیویورک) عرضه چربی‌های ترانس را ممنوع کنند. به این ترتیب چربی‌های ترانس از بسیاری از غذاها حذف شدند. بهتر است شما هم تا آنجا که می‌توانید در رژیم غذایی خود از چربی‌های ترانس کمتر استفاده کنید.

پژوهش درباره چربی‌های ترانس نمونه‌ای از پژوهش‌های کنترل شده است. این آزمایش طوری طراحی شده است که، در آن، گروه آزمایشی (در اینجا بیمارانی که سکتۀ قلبی داشته‌اند) با گروه شاهد (کسانی که سکتۀ قلبی نداشته‌اند) مقایسه می‌شوند. این آزمایش طوری آرمان‌گرایانه طراحی شده است که گروه شاهد و گروه آزمایش فقط در یک عامل با هم تفاوت داشته باشند و آن بروز سکتۀ قلبی است. عوامل دیگر، مانند سن، وزن و جنسیت بیمار در این دو گروه یکسان بود. بنابراین، در گروه شاهد اثرهای همه متغیرهای دیگر، به جز آن که مورد آزمایش قرار داشت، نادیده گرفته شد. استفاده از یک گروه آزمایشی شاهد سبب شد پژوهشگران فقط درباره یک متغیر، یعنی «اثر چربی‌های ترانس بر سکتۀ قلبی» نتیجه بگیرند.

تئوری در علم

بسیاری از مردم فکر می‌کنند علم مجموعه‌ای از اطلاعات است، در حالی که هدف اولیه علم انباشت اطلاعات نیست. دفترچه تلفن نمونه پرکاربری از اطلاعات فهرست شده است که با علم سر و کار اندکی دارد. درست است که اطلاعات حاصل از مشاهده متغیرها و نتایج قابل اعتماد آزمایش‌ها پیش نیاز علمند؛ اما چیزی که سبب برتری علم می‌شود تئوری‌هایی است که شماری از مشاهدات را، که قبلاً بی‌ارتباط با هم به نظر می‌آمدند، با هم پیوند می‌دهد. بنیاد و اساس علم توضیحاتی است که برای انواع بسیار گوناگون پدیده‌ها ارائه می‌شود. نام انسان‌هایی مانند نیوتون، داروین و اینشتین برای آن در تاریخ علم ثبت نشده است که اطلاعات بسیار زیادی را کشف کرده‌اند، بلکه به این علت است که تئوری‌های آنان توان توضیحی گسترده راجع به چیرستی طبیعت و کارکردهای آن دارند.

تئوری علمی چیست و با فرضیه علمی چه فرقی دارد؟ تئوری علمی بسیار گسترده‌تر از فرضیه علمی است. مثلاً، این یک فرضیه علمی است: «موی سفید خرس قطبی نوعی سازگاری تکاملی است که به این جانور

به «بررسی سلامت پرستاران» مورد پژوهش قرار گرفت. بررسی سلامت پرستاران نوعی پژوهش برجسته روی بیش از ۱۲۰۰۰۰ پرستار آمریکایی است که از سال ۱۹۷۹ در حال انجام است. شرکت‌کنندگان در این پروژه هر دو سال یک‌بار پرسش‌نامه‌ای را درباره وضعیت سلامت و عادت‌های غذایی خود پر می‌کنند. در سال ۱۹۹۴ پژوهشگران داده‌های جمع‌آوری شده را بررسی، و کشف کردند که خطر دچار شدن به بیماری‌های قلبی در آن گروه از شرکت‌کنندگان این پژوهش که مقدار زیادی چربی ترانس می‌خورند، تقریباً دو برابر شرکت‌کنندگانی است که به مقدار اندک از چربی‌های ترانس استفاده می‌کنند. این مورد یکی از نمونه‌های خوب علم اکتشاف‌محور است: بررسی مجموعه‌ای از داده‌ها بدون پیش‌فرض و فرضیه قبلی.

چون داده‌های حاصل از پژوهش حاکی از وجود ارتباط بین دو چیز هستند، برخی از پژوهشگران نسبت به ارتباط بین چربی‌های ترانس و سلامت آدمی مشکوک شدند. در سال ۲۰۰۴ گزارشی از مشاهده گروهی از پژوهشگران منتشر شد. که، طی نوعی بررسی فرضیه‌محور، مشاهده کرده بودند در بافت‌های چربی بدن انسان آثاری از چربی‌های ترانس وجود دارد. این مشاهدات منجر به این پرسش شد که: آیا بافت چربی قلب بیمارانی که دچار سکتۀ قلبی می‌شوند، به اندازه‌ای با بافت چربی افراد سالم متفاوت است که می‌توان این تفاوت را اندازه‌گیری کرد؟ فرضیه پژوهشگران این بود که پیش‌بینی می‌شود چربی‌های بدن افراد سالم نسبت به چربی‌های بدن افرادی که دچار سکتۀ قلبی شده‌اند، مقدار کمتری چربی ترانس دارد.

این پژوهشگران سپس، طی آزمایش برای تعیین انواع چربی‌ها، به بررسی بافت‌های چربی ۷۹ بیمار که دچار سکتۀ قلبی شده بودند پرداختند. این مقادیر با داده‌های ۱۶۷ بیمار که سابقۀ سکتۀ قلبی نداشته‌اند مقایسه شد، اما مشاهده شده که اینان، از بسیاری از جنبه‌های دیگر، مشابه نخستین گروه بودند. چون چربی‌های ترانس در بدن تولید نمی‌شوند پژوهشگران فرض کردند که همه چربی‌های ترانس که در بافت چربی یافت می‌شوند، از راه غذا وارد شده‌اند. نتایج آنان نشان داد که مقدار چربی‌های ترانس در بدن بیمارانی که به سکتۀ قلبی دچار شده‌اند، به‌طور معنی‌داری زیاد است. اگر چه عوامل‌های خطر

ما هر روز برای حل مشکلات روزانه‌مان از فرضیه استفاده می‌کنیم، اگر چه ممکن است آن را فرضیه ننماییم





کمک می‌کند تا در زیستگاه قطبی خود بیشتر زنده بماند». اما تئوری علمی چنین است: «انتخاب طبیعی سبب سازگاری موجود زنده به محیط‌های محلی می‌شود». چون تئوری‌ها بسیار جامع‌اند، فقط وقتی در علم به‌طور گسترده پذیرفته می‌شوند که انبوهی از شواهد گسترده و متنوع از آن‌ها پشتیبانی کنند. کاربرد واژه تئوری در علم، که به معنای توضیحاتی جامع با پشتیبانی شواهد فراوان است، در تضاد با کاربرد این واژه در زندگی روزمره است که در آن برای تفکر، تعمق یا فرضیه استفاده می‌شود. انتخاب طبیعی مشخصات یک تئوری را دارد، چون کاربرد گسترده‌ای دارد و شمار عظیمی مشاهدات و آزمایش‌ها آن را تأیید می‌کنند.

فرهنگ علمی

در جهان علم غیرمعمول نیست که چند دانشمند یک سؤال را بپرسند. این هم‌پوشانی باعث ایجاد کیفیت خودپیشرونده و خوداصلاح‌کننده علم است. دانشمندان از آموخته‌های خود از تحقیقات قبلی درس می‌گیرند و توجه زیادی به دانشمندان معاصر می‌کنند که روی همان مسئله درحال کارند. دانشمندان در نشریات، سمینارها، همایش‌ها، وب‌گاه‌ها، وب‌لاگ‌ها و نامه‌ها و ارتباط‌های شخصی به تبادل اطلاعات می‌پردازند. از ویژگی‌های فرهنگ علم همکاری توأم با رقابت است. دانشمندانی که روی موضوع همانندی کار می‌کنند، کارهای یکدیگر را مطالعه می‌کنند تا دقت و موشکافی آن‌ها را افزایش دهند. در میان دانشمندان مرسوم است که در ضمن تلاش در تکرار آزمایش‌ها نتایج و دستاوردهای علمی یکدیگر را نیز زیر نظر داشته باشند. این وسواس در مورد شواهد و تأییدها به توصیف سبک علمی کاوشگرانه کمک می‌کنند. دانشمندان معمولاً انسان‌های شکاکی هستند.

مشاهده کردیم که علم دو ویژگی کلیدی دارد که آن را با انواع دیگر کاوشگری متمایز می‌کنند:

۱. وابسته بودن به «مشاهده» و «اندازه‌گیری» به گونه‌ای که دیگران بتوانند آن‌ها را تأیید کنند.
۲. قابل آزمون بودن اندیشه‌ها (فرضیه‌ها) به گونه‌ای که در هر زمان بتوان آزمایش‌ها را تکرار کرد.

علم، فناوری و جامعه

علم و جامعه به هم وابسته‌اند. فناوری‌های نوین، مانند میکروسکوپ‌های قوی‌تر و رایانه‌های پیشرفته‌تر علم را به پیش می‌برند و یافته‌های علمی منجر به فناوری‌های نوین می‌شوند. در بسیاری موارد، فناوری‌ها از یافته‌های علم برای توسعه کالاها و خدمات جدید بهره می‌برند.

بهتر است شما هم تا آنجا که می‌توانید در رژیم غذایی خود از چربی‌های ترانس کمتر استفاده کنید

برای نمونه، حدود ۶۰ سال پیش جیمز واتسون و فرانسیس کریک ساختار DNA را طی فرایندی علمی کشف کردند. این یافته سرانجام به انواع فناوری‌های DNA مانند مهندسی ژنتیک و کاربرد DNA در تحقیقات جنایی منجر شد. شاید واتسون و کریک تصور می‌کردند که کشف آنان روزی به فناوری‌های نوین می‌انجامد، اما نمی‌توانستند دقیقاً پیش‌بینی کنند که سرانجام کار چه خواهد بود.

فناوری از بسیاری جهات باعث بهبود زندگی ما شده است، اما خود شمشیری دولبه است. یک لبه آن که انسان‌ها را سالم نگه می‌دارد، سبب شده است جمعیت انسان در سه سده گذشته به بیش از ده برابر برسد و فقط در ۴۰ سال گذشته دوبرابر شود و به بیش از ۷ میلیارد نفر برسد!

گاه پیامدهای زیست‌محیطی مخرب است. باران‌های اسیدی، جنگل‌زدایی، تغییر اقلیم جهان، انفجارهای هسته‌ای، مواد سمی و انقراض گونه‌ها نتیجه کاربرد لبه دیگر فناوری‌ها به‌وسیله افراد بشری است. علم می‌تواند در شناسایی چنین مسائلی به ما کمک کند و دیدگاه‌هایی درباره فعالیت‌های آسیب‌زای آینده بدهد. اما راه‌حل این مسائل به سیاست، اقتصاد، فرهنگ و ارزش‌های جوامع بستگی دارد. اکنون که علم و فناوری در فرهنگ ما تا این حد نیرومند شده‌اند، هر یک از ما مسئولیت توسعه سواد علمی را بر دوش داریم.

* پی‌نوشت

1. Nurses' Health Study

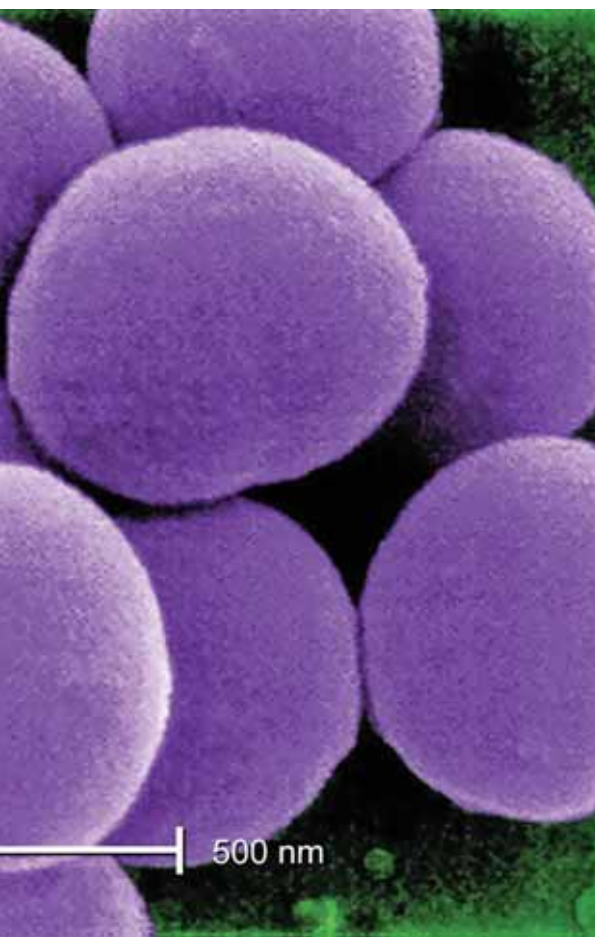
* مرجع

1. Simon, E. et al.; Campbell Essential Biology with Mastering Biology, 5/E; Benjamin Cummings; 2013

میکروبیوم انسانی

اباذر اسماعیلی

کارشناس ارشد علوم جانوری
سرگروه زیست‌شناسی استان قم



شاید پذیرفتن این موضوع که میکروب‌ها بخش مهمی از هویت وجودی بدن ما هستند کمی دشوار باشد، اما تحقیقات نشان داده که تعداد میکروب‌هایی که روی سطح و درون بدن ما زندگی می‌کنند، ده برابر بیشتر از تعداد سلول‌های تشکیل‌دهنده بدن ما هستند و درواقع مجموعه‌ای صد تریلیونی از میکروب‌ها شامل بیش از ده هزار گونه متفاوت، در بدن یا روی بدن انسان زندگی می‌کنند که ساختار میکروبی بدن انسان سالم را تشکیل می‌دهند. همچنین، در هر ساعت هر یک از انسان‌ها ۳۷ میلیون (معادل تقریباً ۳۱ میلی گرم) باکتری را وارد هوا می‌کند. آیا با وجود این می‌توان هویت انسان را بدون این میکروارگانیسم‌ها تصور کرد؟ میکروب‌های مذکور از ۲۲ دسته گوناگون تشکیل شده‌اند که بیش از ۶۰۰ گونه مختلف آن‌ها در دهان و ۱۵۰ گونه در کف هر دست زندگی می‌کنند. تنوع گونه‌های این میکروارگانیسم‌ها، مجموعه‌ای وسیع از تنوع ژنتیک را در آن‌ها فراهم کرده‌است، به نحوی که میکروب‌های بدن در مقایسه با ژنوم تقریباً ۲۳ هزار ژنی انسان، ۲۳ میلیون ژن دارد. آنچه از دیدگاه انسان، به اهمیت این میکروب‌های در مجموع مفید می‌افزاید، کمک‌های شایانی است که آن‌ها در راستای بهبود عملکرد بدن ما انجام می‌دهند. مثلاً این جوامع میکروبی برای هضم غذا، جلوگیری از حمله باکتری‌های بیماری‌زا به بدن، سنتز مواد مغذی ضروری مانند برخی ویتامین‌ها لازم هستند. جدیدترین یافته‌ها نشان می‌دهند که سلامت انسان نه تنها مدیون سلامت ژنوم انسانی است، بلکه به سلامت ژنوم میکروب‌هایی نیز که در بدن انسان زندگی می‌کنند بستگی دارد. لذا با توجه به اهمیت این ژنوم میکروبی آن را حتی، ژنوم ثانویه انسان نیز نامیده‌اند. همچنین، ماهیت بسیار تغییرپذیر و دگرگون شونده ژنوم این میکروب‌ها، از

نظر بیماری‌زایی بسیار مورد توجه دانشمندان است. امروزه پژوهشگران، بسیاری از بیماری‌ها را، به نوعی، حاصل به هم خوردن تعادل زیست‌بوم میکروبی بدن انسان می‌دانند، هر چند که حقیقتاً انسان بدون وجود این اجتماعات میکروبی در بدن خود، قادر به ادامه زندگی نخواهد بود.

اصطلاح میکروبیوم^۱ یا میکروبیوتا به معنای کل زیست‌بوم میکروبی در هر بخش مشخص و مشتمل بر توده سلولی و نیز همه ژن‌های جوامع میکروبی آن بخش، بدون در نظر گرفتن جنس و نوع آن‌هاست. البته گاه اصطلاح فلور میکروبی به‌عنوان معادل اصطلاح میکروبیوم به کار برده می‌شود. مثلاً به همه باکتری‌ها، قارچ‌ها و دیگر انواع میکروب‌هایی که به‌طور بومی در پوست انسان زندگی می‌کنند، میکروبیوم یا فلور پوست می‌گویند. میکروبیوم در بخش‌های مختلف بدن، مخصوصاً در قسمت‌های ترشح‌کننده مخاط، از جمله در قسمت‌هایی از دستگاه‌های تنفس، تناسلی، گوارش و حتی بافت ملتحمه چشم نیز وجود دارد.

اصطلاح
میکروبیوم یا
میکروبیوتابه
معنای کل زیست
بوم میکروبی در
هر بخش مشخص
و مشتمل بر توده
سلولی و نیز همه
ژن‌های جوامع
میکروبی آن
بخش، بدون در
نظر گرفتن جنس
و نوع آن‌هاست

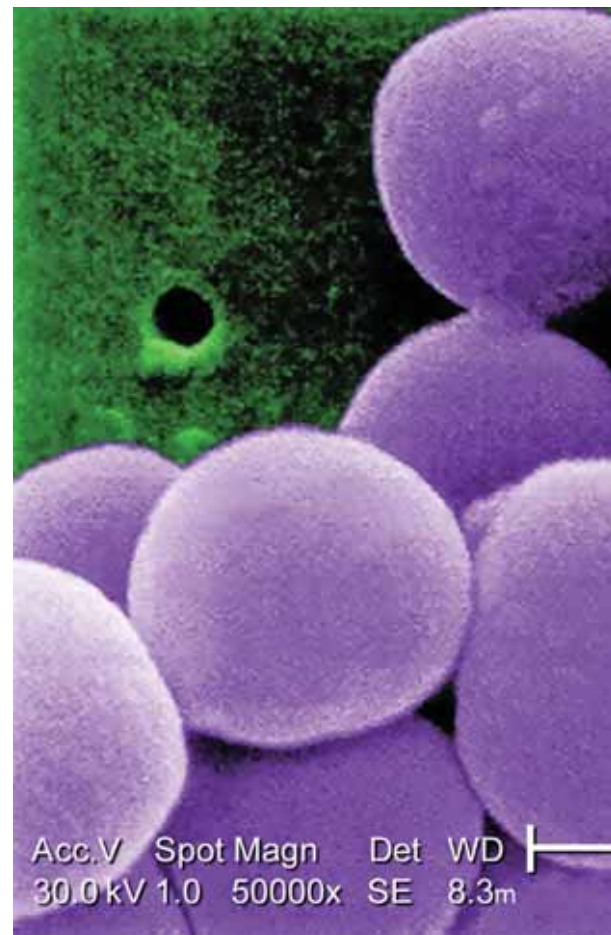
این میکروب‌ها مشغول به خدمت‌رسانی برای انسان در هضم غذاها، حتی محافظت از بدن در برابر عفونت و نیز مصون‌سازی کودکان هستند. در حقیقت، انسان بدون وجود این میکروب‌های قدرتمند، حتی یک روز هم توانایی ادامه حیات ندارد.

چنان که ذکر شد، میکروب‌ها حامل ژن‌های فراوانی هستند، به گفته کرتیس هاتنهاور^۲ از کالج بهداشت عمومی هاروارد، این ژن‌ها، به اندازه ژن‌های بدن خودما توانایی دارند تا روی سلامت و احتمال بیمار شدن ما تأثیر بگذارند، لذا از مدتی پیش، ضرورت فراهم کردن پایگاهی از داده‌های ژنتیک این زیست‌بوم میکروبی احساس می‌شد، بر همین مبنا تصمیم گرفته شد تا طی پروژه‌ای این ژنوم میکروبی نیز همچون پروژه ژنوم انسانی و حتی به‌عنوان مکمل آن، به دقت مورد شناسایی و بررسی قرار گیرد.

در حال حاضر، برنامه مشارکتی میکروبیوم انسانی یک پروژه عظیم بین‌المللی است که قصد دارد توالی ژنی همه همزیستان میکروبی ما را تعیین کند. این کار فهرست بلند بالایی را در بر خواهد داشت، زیرا مجموعه ژنی میکروب‌هایی که در بدن ما کلونی تشکیل می‌دهند، صد برابر بیشتر از ژن‌های خود ماست و همچنین نسبت به ژن‌های ما تنوع بیشتری دارد. لذا امروزه، صدها دانشمند در حال تولید گسترده‌ترین نقشه ژنوم میکروب‌هایی هستند که

روی سطح و درون بدن ما زندگی می‌کنند. پروژه مذکور، به نام «پروژه میکروبیوم انسان»^۳ معروف است که در آن پژوهشگران در حال فهرست کردن هویت ژنتیک بسیاری از باکتری‌ها، ویروس‌ها و سایر میکروارگانیسم‌هایی‌اند که در تماس نزدیک با بدن ما قرار دارند. به گفته پژوهشگران، نه‌تنها این میکروب‌ها، نباید حذف شوند؛ بلکه آن‌ها بخش بنیادینی هستند از آنچه که ما را به‌عنوان انسان شکل می‌دهند.

به گفته یکی دیگر از دانشمندان متخصص در این زمینه، به نام بروس بیر^۴ تا همین اواخر ما اطلاعات زیادی درباره هویت تریلیاردها میکروبی که در بدن ما موجودند، نداشتیم. همچنین در گذشته، تنها می‌توانستیم میکروب‌هایی را بررسی کنیم که در آزمایشگاه‌ها دوام می‌آورند و نیز آن‌ها را به طور مجزا مورد بررسی قرار می‌دادیم و اغلب در هر آزمایش، تنها یک میکروب را مطالعه می‌کردیم. ولی امروزه پژوهشگران در پروژه میکروبیوم انسانی به کمک تکنیک‌های موجود در زمینه تعیین توالی DNA که روز به‌روز پیشرفت بیشتری حاصل کرده است



بزرگ‌ترین میکروبیوم بدن انسان، میکروبیوم دستگاه گوارش تحتانی و به طور خاص روده بزرگ است. در مجموع به همه این جوامع میکروبی بدن انسان، میکروبیوم انسانی می‌گویند. بدیهی است که در هر قسمت بدن ما نوعی اکوسیستم میکروبی ویژه برقرار است. میکروبیوم بدن انسان می‌تواند طبیعی و سالم باشد یا حالت غیرطبیعی و تغییر یافته پیدا کند.

ویل لادینگتون^۲ به‌عنوان یک پژوهشگر در این زمینه، معتقد است که تنوع زیستی روده انسان مشابه جنگل‌های گرمسیری است که انواع مختلفی از جانوران در آن ساکن‌اند، دلیل چنین تشابهی این است که روده زیستگاه میکروب‌های بسیار متعدد و متنوعی است. چنین تنوعی در میکروب‌های بدن، با توجه به کارکرد آن‌ها برای سلامت انسان بسیار ضروری است. به گفته او، کیفیت زیست‌بوم میکروبی بدن انسان می‌تواند بر اطرافیان وی نیز به شکل مثبت یا منفی تأثیرگذار باشد. انسان‌ها روزانه مقادیری از این جانداران بسیار کوچک و نامرئی را از بین می‌برند یا ضد عفونی می‌کنند، در حالی که عمدتاً

تنوع زیستی
روده انسان
مشابه جنگل‌های
گرمسیری است
که انواع مختلفی
از جانوران در آن
ساکن‌اند

نه تنها توانسته‌اند میکروب‌هایی را بیابند که تاکنون هرگز دیده نشده‌اند، بلکه در این پروژه شیوه‌های رفتار اجتماعات میکروبی نیز در حال بررسی است.

تاکنون بخش‌های زیادی از نتایج این پروژه پنج‌ساله، که توسط موسسه ملی بهداشت آمریکا آغاز شده، در مجلات نیچر، ژنوم بیولوژی و پی ال او اس^۶ منتشر شده است. در این پروژه، بیش از ۲۰۰ مرد و زن سالم از آمریکا مورد نمونه‌برداری میکروبی قرار گرفتند؛ این نمونه‌ها از قسمت‌های مختلف بدن آن‌ها برداشته شد. در نهایت، پژوهشگران طی این پژوهش توانستند بیش از ۱۰ هزار گونه متفاوت از میکروارگانیسم‌ها را به عنوان بخش عمده‌ای از میکروبیوم سالم انسانی پیدا کنند.

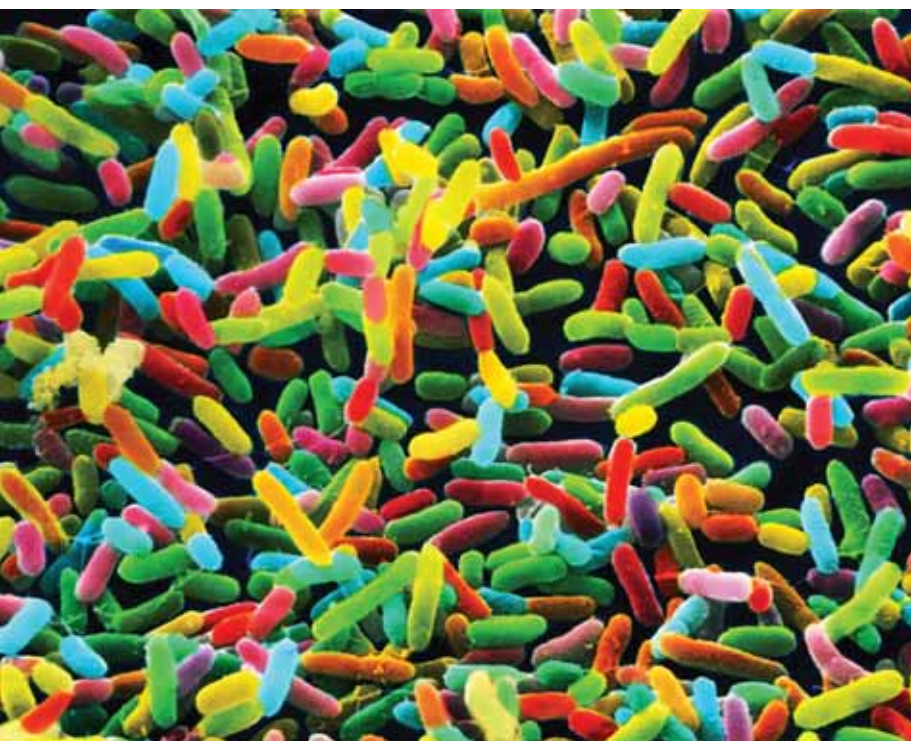
باربارا میت^۷، از همکاران پروژه میکروبیوم انسانی می‌گوید که تحقیقات به تدریج این میکروب‌ها را به عنوان یک عامل شکل‌دهنده به سیستم ایمنی بدن ما معرفی می‌کند، نه به عنوان مهاجم به سیستم ایمنی ما.

جالب است که تاکنون، یکی از مهم‌ترین سؤال‌هایی که پژوهشگران در زمینه میکروبیوم انسانی داشتند، این بود که آیا مجموعه‌ای از میکروب‌های خاص وجود دارند که همه انسان‌ها آن‌ها را داشته باشند؟ دانشمندان در تحقیقات خود برای پاسخ به این سؤال، دریافتند که در بدن انسان‌های مختلف، میکروب‌های متنوع و گوناگونی وجود دارد و همچنین اجتماع‌های منحصربه‌فردی از میکروب‌ها، در بخش‌های مختلف بدن انسان‌ها زندگی می‌کنند، ولی نکته شگفت‌آور این است که گرچه در بخش‌های خاصی از بدن افراد مختلف، بسیاری از میکروب‌ها متفاوت‌اند، ولی در عین حال وظایف مشابهی انجام می‌دهند، به عبارت دیگر توسط این میکروب‌های مختلف، فرایندهای مشابهی صورت می‌گیرد، پس ژن‌های مشابهی در آن‌ها در حال فعالیت هستند. مثلاً هریک از ما ممکن است میکروارگانیسم‌های متفاوتی روی زبان خود داشته باشیم، ولی در مجموع، آن‌ها ژن‌های یکسانی را به کار می‌گیرند، به همین دلیل قادرند وظایف یکسانی را انجام دهند، مثلاً قندهای مواد غذایی را بشکنند. سؤالات دیگری نیز مطرح است، مثلاً اینکه در بدن ما این زیست‌بوم میکروبی از کجا می‌آید و چگونه می‌توان آن‌ها را تغییر داد؟

لیتا پروکتور^۸، مدیر برنامه پروژه میکروبیوم انسانی می‌گوید که ما روز به روز بهتر می‌فهمیم که میکروبیوم‌های خود را در مراحل بسیار اولیه عمر کسب می‌کنیم، پس گرچه ژنوم انسانی به ارث برده

می‌شود ولی میکروبیوم اکتسابی است. به علاوه، ژنوم میکروبیوم دارای ماهیت تغییرپذیر و بسیار دگرگون شونده‌ای است. به گفته او این ویژگی چیزی را در اختیار ما می‌گذارد که در درمانگاه‌ها به کار می‌آید و آن این است که اگر بتوانیم میکروبیوم را دست‌کاری کنیم، آنگاه می‌توانیم مثلاً یک میکروبیوم ناسالم را دوباره متعادل کنیم تا بیماری خاصی برطرف شود. هاتنهاور نیز در این زمینه بیان می‌کند که شاید آنچه در بروز برخی از بیماری‌ها مؤثر باشد، تنها یک نوع میکروب مشخص نباشد، بلکه به بیراهه رفتن عملکرد گروهی از میکروب‌ها مسبب بروز بیماری باشد. اخیراً بر اساس یافته‌های حاصل از بررسی داوطلبان سالم مشخص شده که همگی آن‌ها میزان اندکی از میکروب‌هایی را که به صورت سنتی، عامل بیماری‌های خاصی فرض می‌شوند، با خود دارند. برای مثال، نوعی باکتری استافیلوکوکوس اورئوس مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک که ممکن است در بروز عفونت MRSA^۹ مؤثر باشد داخل بینی حدود ۳۰ درصد از داوطلبان دیده شده است. او بیان می‌کند که ما الان یک دفترچه راهنما از ۱۰۰ مورد از این میکروب‌ها را داریم که اگر محیط مناسب باشد، این قابلیت را دارند که دچار عملکرد بد شوند. وی می‌افزاید که ما می‌دانیم این میکروب‌ها در کجای بدن افراد سالم زندگی می‌کنند و کدام اندام‌ها آن‌ها را احاطه کرده‌اند. برای همین شاید بتوانیم به تدریج بفهمیم منبع‌شان کجاست و چه چیزی آن‌ها را وارد این مناطق از بدن انسان می‌کند.

دیوید رلمان^{۱۰} از دانشگاه استنفورد معتقد است که ما هنوز فقط نیمی از داستان را می‌دانیم و نیازمندیم که درباره چگونگی گفت‌وگو و تعامل میکروبیوم‌ها با سلول‌های انسانی بیشتر بدانیم. به گفته او این قلمرو با اینکه در بدن خود ما قرار دارد، هنوز قلمروی ناشناخته است، از جمله اینکه یافته‌های جدید نشان می‌دهد که میکروب‌ها در قسمت‌هایی از بدن که مورد انتظار ما نیست هم حضور دارند، مثلاً تاکنون اعتقاد بر این بوده که جفت، یک اندام کاملاً استریل است که جنین از طریق آن اکسیژن و مواد غذایی مورد نیازش را به دست می‌آورد؛ اما مطالعه اخیر، در دانشگاه هوستون این نظریه را زیر سؤال برده است. پژوهشگران این دانشگاه متوجه شدند که جفت، باکتری‌هایی دارد که می‌توانند در دوران بارداری مؤثر باشند، آنان بعد از آنالیز نمونه‌ها دریافتند، گرچه تعداد باکتری‌های موجود در جفت کم است، اما این باکتری‌ها متنوع هستند. این نتایج نشان می‌دهد،



برخلاف آنچه تصور می‌شد، جفت محیط استریلی نیست. به نظر می‌رسد باکتری اشریشیا کولای غالب‌ترین نوع باکتری در این نمونه‌ها باشد. علاوه بر این، نمونه‌های گرفته‌شده از جنین‌های نارس نیز از نظر میکروبیوم، با جفت تفاوت دارند. در کل، پژوهشگران بر همین اساس معتقدند که قرار داشتن جنین در معرض میکروبیوم جفتی، می‌تواند روی تکوین جنینی و مراحل اولیه زندگی آن تأثیرگذار باشد. گروه تحقیقاتی مذکور به دنبال انجام مطالعه‌ای وسیع‌تر است تا بتواند نقش این میکروبیوم جفتی را در زایمان‌های زودرس تعیین کند.

میکروبیوم انسانی و درمان بیماری‌ها

امروزه مشخص شده است که تغییر میکروبیوم بدن ممکن است منجر به بیماری شود. مثلاً، خطر ابتلا به عفونت کلستری‌دیوم دی‌فیسیل^{۱۱} در سالمندان و افرادی که آنتی‌بیوتیک مصرف می‌کنند، بیشتر است. تصور بر این است که آنتی‌بیوتیک‌ها با کشتن برخی گونه‌های باکتری‌های مفید روده، به باکتری کلستری‌دیوم دی‌فیسیل امکان رشد غیرعادی می‌دهند. در برخی از افراد دچار این عفونت درمان با آنتی‌بیوتیک‌هایی حتی مانند مترونیدازول و وانکومایسین، مؤثر واقع نمی‌شود و در موارد شدید این بیماری، عمل جراحی برای خارج کردن بخش‌های عفونی‌شده روده لازم است. عفونت‌های کلستری‌دیوم دی‌فیسیل باعث اسهال و سایر مشکلات روده‌ای شدید می‌شوند، به نحوی که هر سال ۱۴۰۰ نفر را در آمریکا به کام مرگ می‌فرستد. پژوهشگران این عرصه معتقدند روشی به نام پیوند مدفوع می‌تواند راه‌علاجی مؤثر برای افرادی باشد که دچار عفونت‌های مقاوم باکتریایی روده، مانند کلستری‌دیوم دی‌فیسیل هستند. پیوند مدفوع به دو شکل طبیعی و مصنوعی انجام می‌شود. پیوند مدفوع طبیعی بدین شکل است که مواد دفعی به‌دست‌آمده از افراد سالم با آب گرم مخلوط شده و از راه لوله به روده بزرگ بیمار فرستاده می‌شود، این کار به بازگشت تعادل طبیعی باکتری‌های روده و جبران میکروب‌های از دست رفته آن‌ها کمک می‌کند؛ اما در روش پیوند مدفوع مصنوعی، اجتماعی از میکروب‌های برگزیده و منتخب که از مدفوع افراد سالم به‌دست آمده، همانند روش قبل به روده بزرگ فرد بیمار فرستاده می‌شود. به گزارش لایوساینس، دانشمندانی که این مدفوع مصنوعی (یک ابر پروبیوتیک به نام RePOOPulate را ساخته‌اند، می‌گویند این مخلوط ممکن است جایگزین ایمن‌تری نسبت به پیوند مدفوع طبیعی

**انسان بدون
وجود این
میکروب‌های
قدرتمند، حتی
یک روز هم
توانایی ادامه
حیات ندارد**

باشد که پیش از این برای درمان بیماران مبتلا به عفونت‌های روده‌ای با باکتری کلستری‌دیوم دی‌فیسیل به کار رفته است. پژوهشگران امیدوارند با استفاده از دانش کسب شده از پروژه میکروبیوم انسانی و دیگر پژوهش‌های مشابه، موفق به ارائه فناوری میکروبیوم انسانی شوند که به آن به عنوان یک منبع مهم برای بهبود سلامت و یا درمان بیماری‌های سخت نگریسته شود. مدیر یک موسسه فعال در این عرصه به نام استیو ارن‌درف^{۱۲} می‌گوید که نتایج به‌دست آمده، نشان‌دهنده موفقیت چشمگیری در مورد درمان میکروبیومی است. مثلاً موسسه وی، یک تعدیل‌کننده یا مدولاتور^{۱۳} میکروبی به نام NM504 را به عنوان اولین درمان میکروبیومی فراهم کرده است که مستقیماً برای تنظیم میکروبیوم دستگاه گوارش افراد دیابتی به کار گرفته شده است و نتایج آن از نظر آماری معنی‌دار و معتبرند. همچنین به قول آلسو^{۱۴} از دانشگاه سینسیناتی، تحقیقات جدید نشان داده که میکروبیوم انسان در جهت اهداف درمانی قابل دست‌کاری است و لذا مدولاتورها راه کاملاً جدیدی برای درمان دیابت محسوب می‌شوند. مدولاتورها به منظور تأثیر بر چندین فاکتور طراحی شده‌اند؛ مثلاً افزایش رشد باکتری‌های مطلوب و کاهش رشد باکتری‌های دیگر. از جمله NM504 نیز در جهت تحریک تغییر میکروبیوم فرموله شده است



از ۷۰۰ گونه

میکروارگانیزم یافت

شد که بیشتر از میزانی بود

که کارشناسان انتظارش را داشتند.

نمونه‌های شیر در ماه‌های بعد، حاوی باکتری‌هایی بود که به طور مشخص در دهان یافت می‌شوند. البته به گفته برخی پژوهشگران هنوز نمی‌توان دقیقاً تعیین کرد که آیا این باکتری‌ها از شیر مادر در دهان کودک جایگزین می‌شوند یا باکتری‌های دهان شیرخوار وارد شیر مادر شده و ترکیب آن را تغییر می‌دهند. بر اساس نتایج این مطالعه در شیر مادران مبتلا به اضافه وزن در دوران بارداری، تنوع گونه‌های باکتری‌ها کمتر است، همچنین مشخص شد که نوع زایمان نیز روی میکروبیوم شیر مادر مؤثر است. در شیر مادران با سزارین برنامه‌ریزی شده نسبت به شیر مادران با زایمان طبیعی میکروارگانیزم‌های کمتری یافت می‌شود؛ اما با این وجود، زمانی که سزارین از قبل برنامه‌ریزی نشده باشد ترکیب شیر مادر، بسیار مشابه مادران با زایمان طبیعی است.

این نتایج بیانگر تأثیر وضعیت هورمونی مادر در زمان زایمان است، به نحوی که فقدان سیگنال‌های استرس فیزیولوژیک و سیگنال‌های هورمونی مخصوص زایمان، ترکیب و تنوع میکروبی شیر مادر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. پس افزایش وزن مادر به میزان توصیه شده در دوران بارداری و در صورت امکان انجام

تا بر متابولیسم و وزن بیمار تأثیرات مثبتی ایجاد کند. مصرف این مدولاتور بدون هیچ‌گونه تغییری در رژیم غذایی افراد، موجب بهبود تحمل گلوکز در آن‌ها شده است. این اطلاعات امیدوارکننده، از کارآزمایی‌های بالینی بعدی برای ارزیابی استفاده از این مدولاتور به عنوان یک ابزار بالقوه برای درمان دیابت و پیش دیابت پشتیبانی می‌کند.

همچنین، اخیراً مطالعات دیگری در سال ۲۰۱۴ با موضوع بررسی میکروبیوم روده‌ای و تأثیر آن بر فرایندهای خودایمنی، در دیابت نوع ۱، نشان می‌دهد که فعل و انفعالات میکروبیوتای روده کودکانی که دارای اتوآنتی‌بادی‌های دیابت هستند، با آنچه در کودکان سالم وجود دارد، متفاوت است. اتوآنتی‌بادی‌ها، آنتی‌کورهای اندک که بدن علیه آنتی‌ژن‌های خودی تولید می‌کند. حقیقت این است که این تفاوت‌ها حتی پیش از قابل تشخیص شدن آنتی‌بادی‌ها در خون این کودکان دیده می‌شود، این یافته نیز از شواهد روزافزون، درباره دخالت DNA میکروبی در ایجاد فرایندهای خودایمنی پشتیبانی می‌کند. نتایج این کار که توسط دانشمندان مرکز هلمهولتز مونخ انجام شد، در مجله تخصصی دیابت منتشر شده است. در طرح تحقیقی دیگری با عنوان رژیم غذایی کودک^{۱۵}، گرچه اساساً دانشمندان سعی دارند تا نقش عوامل تغذیه‌ای و تأثیر آن‌ها بر خطر ابتلا به دیابت را بررسی کنند، ولی آن‌ها نیز، در این پژوهش به مقایسه ترکیب و اندرکنش‌های میکروبیوم روده‌ای در کودکانی که در خونشان اتوآنتی‌بادی‌های اختصاصی دیابت وجود دارد، با کودکانی که این نوع آنتی‌بادی‌ها را ندارند پرداخته‌اند.

شیر مادر یکی از عوامل تعیین‌کننده فلور باکتریایی در نوزاد تازه متولدشده است. دستگاه گوارش نوزادان از طریق تغذیه با شیر مادر برای اولین بار با باکتری‌های مفید موجود در شیر تماس پیدا می‌کند. با وجود این تا به حال ترکیب و نقش زیستی این باکتری‌ها دقیقاً در شیرخواران شناخته نشده است. گروهی از دانشمندان اسپانیایی در پژوهشی با عنوان بررسی باکتری‌های مفید در شیر مادران و وزن طبیعی آن‌ها، با استفاده از تکنیکی بر پایه تعیین توالی DNA مجموعه باکتری‌های موجود در شیر مادر را که میکروبیوم شیر مادر نامیده می‌شوند، شناسایی کردند. پژوهشگران در این بررسی کلستروم یا آغوز (اولین ترشح غدد پستانی پس از تولد نوزاد) و نیز شیر تولید شده از یک تا شش ماه پس از تولد را بررسی کردند. در برخی از نمونه‌های کلستروم، بیش

**در بدن
انسان‌های
مختلف،
میکروب‌های
متنوع و گوناگونی
وجود دارد**

**امروزه مشخص
شده است که
تغییر میکروبیوم
بدن ممکن است
منجر به بیماری
شود**



زایمان طبیعی، با اثر بر ترکیب و تنوع باکتریایی شیر مادر، در ارتقای سلامت شیرخواران نقش بسزایی دارد. همچنین در صورتی که اثبات شود باکتری‌های موجود در شیر مادر در تکامل سیستم ایمنی مؤثرند، افزودن آن‌ها به شیر خشک شیرخواران سبب کاهش خطر آلرژی، آسم و بیماری‌های خود ایمنی می‌شود.

میکروبیوم وسایل همراه انسان

میکروب‌های موجود در وسایل مرتبط با انسان نیز با میکروبیوم انسانی در ارتباط هستند، مانند باکتری‌هایی که روی تلفن‌های همراه زندگی می‌کنند. به گفته یکی از پژوهشگران، ظاهرًا گوشی‌های تلفن همراه فقط شماره‌های تماس را به خاطر نمی‌سپارند، بلکه تاریخچه‌ای از تماس‌های فیزیکی و شخصی از قبیل تماس با دیگر افراد، تماس با خاک و سایر موارد را نیز در خود نگه می‌دارند. با وجود اینکه اکثر باکتری‌های موجود روی تلفن‌های همراه بی‌خطرند؛ اما انواع بسیار ترسناکی از باکتری‌ها نیز روی آن‌ها پیدا می‌شوند که منجر به ابتلا به سینوزیت، مسمومیت یا عوارض پوستی می‌شوند. گرچه در همه جای وسایل دیجیتال هوشمند و دارای صفحه لمسی می‌توان باکتری‌ها را پیدا کرد، اما در وسایلی که صفحه‌کلید دارند، باکتری‌ها عمدتاً در بخش صفحه‌کلید تجمع پیدا می‌کنند.

پژوهشگران بریتانیایی پیش از این دریافته بودند که میزان باکتری‌های موجود روی تلفن‌های هوشمند ۱۸ برابر بیشتر از دستگیره آب‌شویه توالت است. به نظر پژوهشگران، با توجه به اینکه گوشی‌های تلفن همراه در جیب یا کیف گذاشته می‌شود و این مکان‌ها معمولاً گرم هستند و کاربران نیز به طور مداوم گوشی را در دست می‌گیرند، باکتری‌ها و میکروب‌ها به راحتی در این شرایط مناسب تکثیر پیدا می‌کنند و از آنجا که هر فرد به طور عادی در شبانه‌روز بارها دست خود را روی صورت و دهان می‌گذارد، این میکروب‌ها و باکتری‌ها از طریق دهان وارد بدن می‌شوند.

در نهایت، از آنجا که انسان با تعداد بسیار زیادی از میکروارگانیسم‌ها در بدن خود رابطه همزیستی دارد و این رابطه بر زندگی و سلامت او کاملاً تأثیرگذار است، لذا ضروری است که دانشمندان، علاوه بر شناخت انواع این میکروارگانیسم‌ها با توجه به ماهیت بسیار تغییرپذیر ژنوم آن‌ها، پروژه بررسی ژنوم آن‌ها را نیز اجرا کنند تا بتوانند در موارد وقوع بیماری‌ها، تغییرات مرتبط با جمعیت این میکروارگانیسم‌ها را کنترل، تنظیم و تصحیح و زمینه بهبود بیماران را فراهم کنند. البته، شناخت هرچه بیشتر میکروبیوم انسانی نه تنها تحول عظیمی در نگاه ما به موضوعات مختلفی مانند بهداشت، روش‌های درمان بیماری‌ها، مصرف درست داروها، رشد بهتر و سالم‌تر نوزادان و کودکان، حفظ سلامت در دوره‌های مختلف زندگی از جمله پیری ایجاد خواهد کرد، بلکه حتی ما را در ارائه تعریفی اکولوژیک از انسان و چگونگی سیر تکاملی او در ارتباط با همزیستی با میکروارگانیسم‌ها، یاری می‌رساند و نیز در شناخت واقع‌بینانه‌تر و جامع‌تری از ماهیت زیستی انسان و چگونگی زندگی او کمک خواهد کرد.

* پی‌نوشت‌ها

1. Microbiome
2. Will Ludington
3. Hattenhaver C.
4. Human Microbiome Project (HMP)
5. Bruce-Bear
6. PLoS
7. Barbara Methé
8. Lita M. Proctor
9. Methicillin Resistant Staphylococcus Aureus
10. David Relman
11. Clostridium difficile
12. Steve Arendorf
13. Medulator
14. Alessio
15. BabyDiet

* منابع

1. www.medicalnewstoday.com
2. www.nih.gov
3. www.secondgenome.com
4. www.ska.cosmosmagazine.com
5. www.wikipedia.org
6. www.yourdoctor.ir
7. www.bonyannews.ir
8. www.genetic2.epage.ir
9. www.irna.ir
10. www.mehmnews.com
11. www.hamshahrionline.ir

میزان
باکتری‌های
موجود روی
تلفن‌های
هوشمند ۱۸
برابر بیشتر
از دستگیره
آب‌شویه توالت
است

مشاهده شبکیه چشم

نسرین شیرینی

کارشناس ارشد علوم جانوری، گرایش فیزیولوژی
دبیر و سرگروه زیست‌شناسی منطقه ۱۳ تهران

اشاره

در کتاب زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۲، در ابتدای فصل ۳ تصویری از شبکیه چشم انسان قرار دارد. این تصویر توسط دستگاهی به نام اوفتالموسکوپ^۱ تهیه شده است. با استفاده از این دستگاه می‌توان سرخرگ‌ها، سرخرگ‌های کوچک و سیاهرگ‌های لایه‌های سطحی شبکیه را مشاهده کرد و محل نقطه کور و لکه زرد را به خوبی تشخیص داد. چون شبکیه تنها جایی از بدن است که در آن سرخرگ‌های کوچک به راحتی قابل مشاهده‌اند. بنابراین، معاینه اوفتالموسکوپی چشم ارزش زیادی در تشخیص و ارزیابی بیماری‌هایی که روی رگ‌های خونی تأثیر می‌گذارند، دارد.

ساختار پرده شبکیه

پرده شبکیه در چشم انسان در طرف جلو تقریباً تا جسم مژگانی گسترش می‌یابد. شبکیه از ۱۰ لایه درست شده است. خارجی‌ترین لایه، لایه رنگدانه‌ای یا رنگیزه‌دار است. بقیه لایه‌ها اجزای عصبی شبکیه را تشکیل می‌دهند که شامل سلول‌های مخروطی و استوانه‌ای، سلول‌های عقده‌ای کوچک و بزرگ، سلول‌های افقی و سلول‌های آماکرین است. وجود رنگیزه یا پیگمان سیاه ملانین در لایه سیاه پیگمان‌دار شبکیه از بازتاب نور در کره چشم جلوگیری می‌کند و این موضوع از نظر دید واضح فوق‌العاده اهمیت دارد. بدون وجود این پیگمان، پرتوهای نور در همه جهات در داخل کره چشم بازتاب پیدا می‌کرد و به جای ایجاد تضاد بین نقاط تیره و روشن که برای تشکیل تصاویر دقیق مورد نیاز است، موجب روشن کردن شبکیه می‌شد.

اهمیت ملانین در لایه پیگمان‌دار شبکیه و مشیمیه با توجه به مشکلات فقدان آن در

دو قطبی با سلول‌های عقده‌ای سیناپس می‌دهند. آکسون سلول‌های عقده‌ای تجمع می‌یابند و کره چشم را به صورت عصب بینایی ترک می‌کنند.

سلول‌های افقی سلول‌های گیرنده را به سایر سلول‌های گیرنده در لایه مشبک خارجی مربوط می‌کنند. سلول‌های آماکرین سلول‌های عقده‌ای را در لایه مشبک داخلی به یکدیگر مربوط می‌سازند و در بعضی موارد ممکن است بین سلول‌های دو قطبی و سلول‌های عقده‌ای قرار گیرند. این سلول‌ها فاقد آکسون‌اند و استتاله‌های آن‌ها هم ارتباطات پیش‌سیناپسی و هم ارتباطات پس‌سیناپسی با عناصر عصبی مجاور برقرار می‌کنند. به طور کلی، همگرایی قابل ملاحظه‌ای از سلول‌های گیرنده روی سلول‌های دوقطبی و همچنین از سلول‌های دو قطبی روی سلول‌های عقده‌ای وجود دارد.

نور پس از عبور از عدسی و زجاجیه از داخل وارد شبکیه می‌شود؛ یعنی از سلول‌های عقده‌ای و دو قطبی و سایر سلول‌ها می‌گذرد تا سرانجام به لایه استوانه‌ها و مخروط‌ها که در طرف خارج شبکیه قرار گرفته‌اند، می‌رسد. ضخامت این لایه‌ها چند صد میکرومتر است و مسلم است که تیزیابی به علت عبور از این بافت ناهمگن کاهش می‌یابد. به این علت، لایه‌های اولیه شبکیه در ناحیه مرکزی شبکیه به کناری رانده شده‌اند تا از این کاهش تیزیابی جلوگیری به عمل آورند. در شکل ۱ اجزای عصبی شبکیه مشاهده می‌شود.

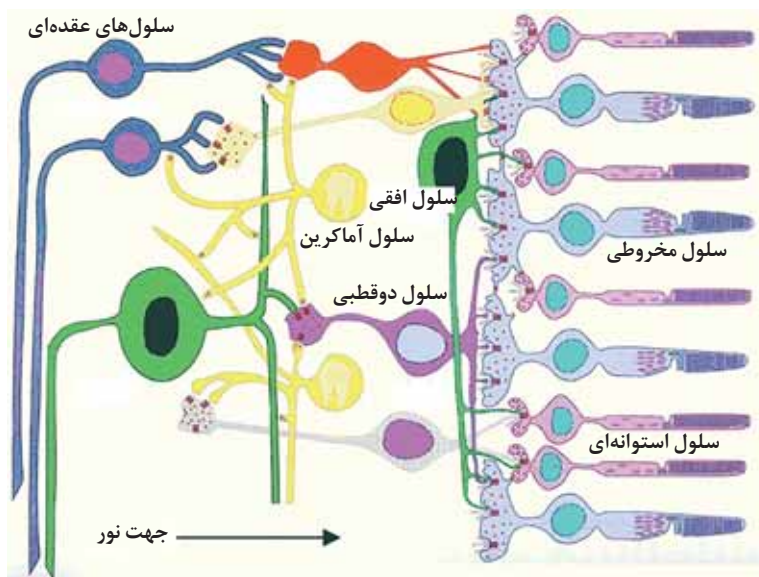
ناحیه لکه زرد

ناحیه بسیار کوچکی در مرکز شبکیه موسوم به ماکولا^۲ با مساحتی کمتر از یک میلی‌متر مربع، توانایی ویژه‌ای برای دید دقیق و تشخیص جزئیات دارد. قسمت مرکزی ماکولا که فقط ۰/۴ میلی‌متر قطر دارد و لکه زرد نامیده می‌شود. این ناحیه فقط از مخروط‌ها تشکیل شده است. در این ناحیه رگ‌های خونی، سلول‌های

افراد مبتلا به آلبنیسم به خوبی مشخص می‌شود. این افراد به طور ارثی فاقد پیگمان ملانین در بدن خود هستند. هنگامی که افراد مبتلا به آلبنیسم که آن‌ها را زال می‌نامند وارد یک محل روشن شوند، نوری که بر شبکیه می‌تابد به وسیله سطح سفید بدون پیگمان مشیمیه در تمام جهات بازتاب می‌یابد و بنابراین یک لکه نوری واحد که در حال عادی فقط چند مخروط یا استوانه را تحریک می‌کند در سراسر شبکه بازتاب می‌یابد و تعداد زیادی از گیرنده‌ها را تحریک می‌کند. بنابراین فقدان ملانین موجب می‌شود که تیزیابی در افراد زال کاهش یابد. لایه پیگمان‌دار همچنین مقدار زیادی ویتامین A ذخیره می‌کند. این ویتامین از طریق غشای خارجی مخروط‌ها و استوانه‌ها که روی لایه پیگمان‌دار قرار گرفته‌اند، بین این دو قسمت مبادله می‌شود.

در بخش عصبی شبکیه سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی با سلول‌های دوقطبی سیناپس می‌دهند و سلول‌های

**معاینه با
اوفتالموسکوپیک ارزش
زیادی در تشخیص و
ارزیابی دیابت قندی، بالا
بودن فشار خون شریانی
و سایر بیماری‌هایی که
روی رگ‌های خونی تأثیر
می‌گذارند، دارد**



شکل ۱- اجزای عصبی شبکیه

می‌کند. به همین علت است که جدا شدن شبکیه از مشیمیه برای سلول‌های گیرنده بسیار خطرناک است.

اوفتالموسکوپ (شکل ۲)، دستگاهی است که شخص آزمایش کننده می‌تواند به وسیله آن به داخل چشم شخص دیگری نگاه کند و شبکیه را به وضوح ببیند. اگرچه اوفتالموسکوپ یک دستگاه نسبتاً پیچیده به نظر می‌رسد؛ ولی اصول ساختاری ساده‌ای دارد که در شکل ۳ نشان داده شده است.

برای ساختن یک اوفتالموسکوپ فقط کافی است وسیله‌ای برای روشن کردن شبکیه مورد معاینه طراحی شود. در این حال با قرار دادن دو چشم در جلوی یکدیگر بازتاب نور از شبکیه می‌تواند به وسیله شخص معاینه کننده دیده شود. برای روشن کردن شبکیه چشم مورد معاینه یک آینه مایل به قطعه‌ای از

دستگاه اوفتالموسکوپ

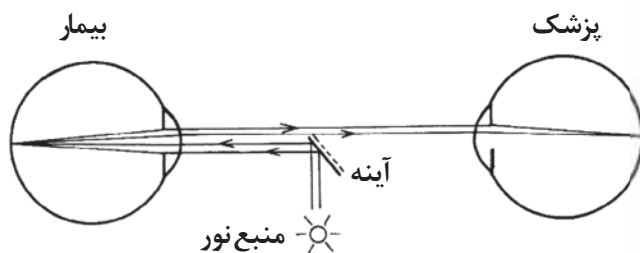
سرخرگ‌ها، سرخرگ‌های کوچک و سیاهرگ‌های لایه‌های سطحی شبکیه در نزدیکی سطح زجاجیه‌ای آن را می‌توان به وسیله اوفتالموسکوپ رؤیت کرد. چون اینجا تنها جایی از بدن است که در آن سرخرگ‌های کوچک به سهولت قابل رؤیت هستند؛ لذا معاینه با اوفتالموسکوپیک ارزش زیادی در تشخیص و ارزیابی دیابت قندی، بالا بودن فشار خون شریانی و سایر بیماری‌هایی که روی رگ‌های خونی تأثیر می‌گذارند، دارد. این رگ‌های شبکیه به سلول‌های دو قطبی و عقدۀای خون می‌رسانند. اما گیرنده‌ها (مخروط‌ها و استوانه‌ها) قسمت اعظم تغذیه خود را از شبکه مویرگی در مشیمیه دریافت

عقدۀای، لایه‌های هسته‌دار داخلی و لایه‌های شبکیه‌ای همه به کناری رانده شده‌اند و مستقیماً روی مخروط قرار ندارند. این امر به نور اجازه می‌دهد تا بدون برخورد با مانع به مخروط‌ها برسد.

جریان خون شبکیه

جریان خون تغذیه‌ای برای لایه‌های داخلی شبکیه از سرخرگ مرکزی شبکیه مشتق می‌شود که همراه با عصب بینایی وارد چشم می‌شود، سپس به انشعابات زیادی تقسیم می‌گردد و به سراسر سطح داخلی شبکیه خون می‌رساند. به این ترتیب شبکیه تا حدود زیادی دارای جریان خون مخصوص به خود و مستقل از سایر تشکیلات چشم است.

لایه خارجی شبکیه به مشیمیه چسبیده است که یک بافت بسیار پر رگ بین شبکیه و صلبیه است. لایه‌های خارجی شبکیه و از آن جمله قطعات خارجی استوانه‌ها و مخروط‌ها برای تغذیه خود و به‌ویژه برای اکسیژن مورد نیاز خود به‌طور عمده متکی به انتشار از رگ‌های خونی مشیمیه هستند.

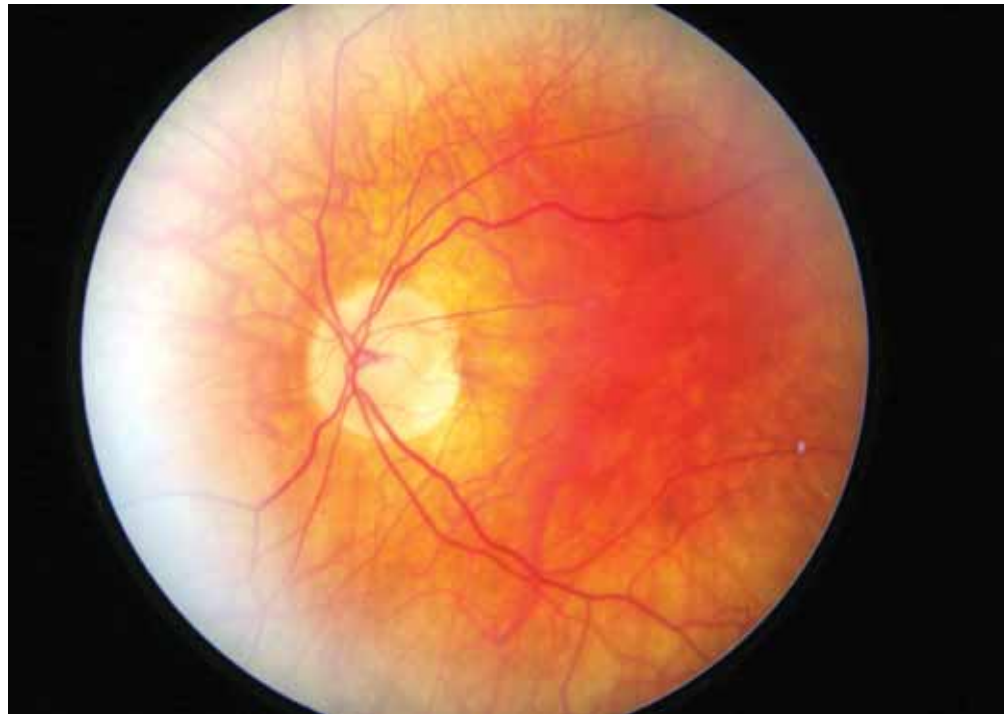


شکل ۳- اصول ساختاری اوفتالموسکوپ



شکل ۲- اوفتالموسکوپ

وجود ندارد و بنابراین این نقطه قادر به دیدن نیست و به همین علت نقطه کور نامیده می‌شود. در قطب خلفی چشم یک لکه پیگمان دار مایل به زرد، به نام لکه زرد یا ماکولا لوتا، وجود دارد که مشخص‌کننده محل مرکزی لکه زرد یا فووا سنترالیس است. که بخش نازک شده و فاقد سلول‌های استوانه‌ای شبکه است و در آن مخروط‌ها به‌طور فشرده در کنار یکدیگر تجمع یافته‌اند و هیچ‌گونه رگ‌های خونی روی گیرنده‌ها وجود ندارد. ناحیه لکه زرد در انسان تکامل زیادی پیدا کرده و همان نقطه‌ای است که در آن تیزبینی حداکثر است. هنگامی که توجه به یک شیء معطوف می‌شود یا نگاه روی یک شیء تثبیت می‌گردد، چشم‌ها به‌طور طبیعی چنان حرکت می‌کنند که پرتوهای نوری که از آن شیء می‌آیند، روی مرکز لکه زرد بیفتند. در شکل ۴ شبکه آن‌طور که از طریق اوفتالموسکوپ در انسان طبیعی دیده می‌شود به نمایش در آمده است.



شکل ۴. تصویر شبکه با اوفتالموسکوپ

طریق آن به داخل چشم معاینه کننده بتابد، نه اینکه به‌طور مایل وارد مردمک شود.

این اصول فقط در مورد تشخیص صدق می‌کند که چشم‌های کاملاً سالم دارند. در صورتی که نیروی انکساری هر یک از دو چشم غیر طبیعی باشد، لازم است خطای انکساری تصحیح شود تا شخص معاینه کننده بتواند تصویر دقیق و واضحی از شبکه معاینه شونده را ببیند. بنابراین، اوفتالموسکوپ معمولی دارای یک سری عدسی است که روی یک صفحه گردان سوار شده‌اند. به این ترتیب می‌توان با چرخاندن این صفحه خطای انکساری یک یا هر دو چشم را با انتخاب یک عدسی واحد با قدرت مناسب تصحیح کرد.

عصب بینایی چشم را در نقطه‌ای حدود ۳ میلی‌متر در داخل و اندکی در بالای قطب خلفی کره چشم ترک می‌کند و رگ‌های خونی شبکه نیز در همین نقطه وارد کره چشم می‌شوند. این ناحیه به وسیله اوفتالموسکوپ به‌صورت نقطه کور دیده می‌شود.

هیچ‌گونه گیرنده بینایی روی نقطه کور

شبکیه تا حدود زیادی دارای جریان خون مخصوص به خود و مستقل از سایر تشکیلات چشم است

برای ساختن یک اوفتالموسکوپ فقط کافی است وسیله‌ای برای روشن کردن شبکه مورد معاینه طراحی شود

منشور چنان در جلوی چشم مورد معاینه قرار داده می‌شود که مطابق شکل ۳ نور یک لامپ به داخل چشم مورد معاینه منعکس می‌شود. به این ترتیب شبکه از طریق مردمک روشن می‌شود و شخص معاینه‌کننده از بالای لبه آینه یا منشور به داخل مردمک شخص مورد معاینه می‌نگرد. بهتر است از یک منشور مناسب استفاده شود تا نور بتواند مستقیماً از

* پی‌نوشت‌ها

1. ophthalmoscope
2. pigment
3. albino
4. macula
5. fovea
6. sclera
7. hypertension
8. optic disk
9. maculalutea
10. fovea centralis

* منابع

۱. کرام‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۳، کتاب زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۲، فصل ۳ حواس، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی، ص ۵۴.
۲. گانونگ ویلیام، ترجمه شادان فرخ، ۱۳۷۹، کلیات فیزیولوژی پزشکی، انتشارات چهر، جلد اول، ص ۲۴۰ تا ۲۴۳.
۳. گایتون آرتور، ترجمه شادان فرخ، ۱۳۷۱، فیزیولوژی پزشکی، انتشارات چهر، جلد دوم، ص ۱۱۸۲ تا ۱۱۹۰.
4. John W.Hole, Jr, 1990, Human Anatomy and Physiology, fifth edition, pp456-459.
5. <http://classes.kumc.edu/coa/education/AMED900/Neurology/NeurologicalExamination.htm>.

تشریح دستگاه تولید مثلی گوسفند

عزیز عذار، مهرباب آقاعلی‌نژاد، ژاله احمدی

دبیران زیست‌شناسی استان آذربایجان غربی، شهرستان نقده (سولدوز)

اشاره

این فعالیت با هدف درک بهتر مطالب مربوط به ساختار دستگاه تولیدمثلی ماده، ساختار جفت و بند ناف، مندرج در فصل ۱۱ کتاب زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۲ پیشنهاد می‌شود.

مقدمه

از آنجا که به‌نظرمان درک عمیق مطالب رحم انسان در کتاب درسی برای دانش‌آموزان اندکی دشوار است، به این فکر افتادیم تا با تشریح دستگاه تولیدمثلی گوسفند ماده درک بهتری برای دانش‌آموزان ایجاد کنیم. بنابراین، با مسئولان ادارهٔ دامپزشکی و مسئول کشتارگاه شهرستان نقده هماهنگ کردیم تا تعدادی رحم گوسفند ماده را، که برخی فاقد جنین و برخی دارای جنین باشند، در اختیار ما قرار دهند. این رحم‌ها را در کلاس برای دانش‌آموزان تشریح و همزمان از آن‌ها فیلم‌برداری کردیم. اکنون چند سال است که از این فیلم استفاده می‌کنیم و آن را بسیار مفید می‌دانیم. در اینجا روش انجام این تجربه را توضیح می‌دهیم و از همکاران خواهشمندیم چنانچه تجربهٔ موفق‌تری در این موارد دارند، از طریق این نشریه در اختیار دیگران قرار دهند.

اهداف

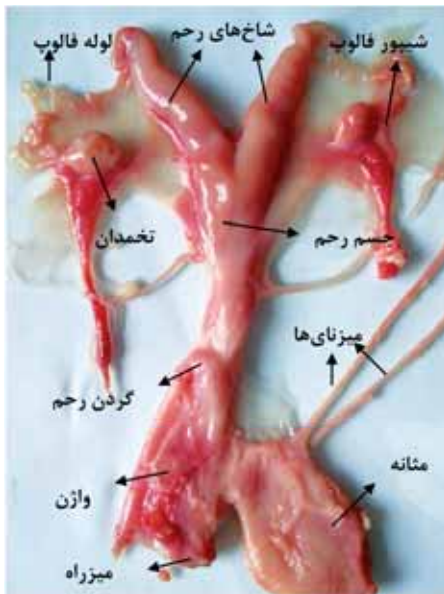
- تشریح دستگاه تولیدمثلی گوسفند ماده،
- ایجاد انگیزه و روحیهٔ همکاری، ابتکار و نوآوری در روش‌های یادگیری،
- ایجاد درک عمیق از مطالب مربوط به رحم، جفت، بند ناف و پرده‌های اطراف جنین.

مواد و وسایل لازم

- رایانه
- دوربین قابل اتصال به رایانه و ویدئو پروژکتور
- لوازم تشریح و تشک تشریح
- رحم گوسفند، فاقد جنین
- رحم گوسفند، دارای جنین

اطلاعات لازم

دستگاه تولیدمثلی گوسفند ماده به ترتیب دارای واژن، گردن رحم، جسم رحم، دو لولهٔ فالوپ، دو شیپور فالوپ و دو تخمدان است. در گوسفند ماده جسم رحم در انتها به دو شاخ رحم منشعب می‌شود که هر شاخ به یک لولهٔ فالوپ متصل می‌شود (شکل ۱). جفت انسان از نوع دیسکی یا قرصی، ولی جفت گوسفند از نوع تکه‌ای است.



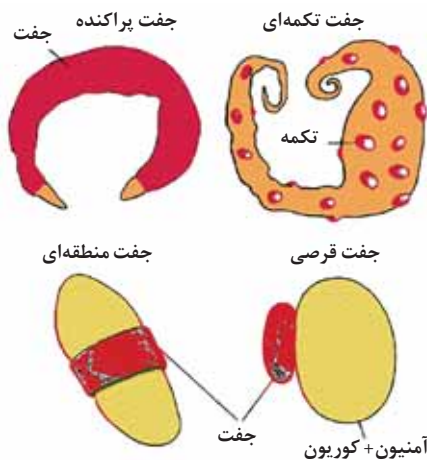
شکل ۱: بخش‌های مختلف دستگاه تولیدمثلی گوسفند ماده که فاقد جنین است.

جفت

جفت عضوی مدور یا بیضی‌شکل و دیسک‌مانند است که حدود ۲۰ سانتی‌متر قطر و ۲/۵ سانتی‌متر ضخامت و سه منطقه دارد:

- سطح مادری
 - سطح جنینی که پوشیده از آمنیون است و بعد از تولد جنین از بدن دفع می‌شود
 - جدارهٔ حاشیه‌ای که در حفاصل دو بخش مذکور قرار دارد.
- جفت دارای دو مبدأ رشد و نمو است: یکی قسمتی از دسیدوای جدارهٔ رحم و دیگری تروفوبلاست جنینی. جفت دارای دو گردش خون است: یکی گردش خون جنینی - جفتی که دارای دو سرخرگ و یک سیاهرگ در بند ناف است (شکل ۲) و دیگر، گردش خون رحمی - جفتی. خون روشن مادر توسط سرخرگ به حوضچه‌های خونی بین پرزی ریخته می‌شود و خون تیره با سیاهرگ‌های مادر از حوضچه‌ها خارج می‌شود.

این نوع جفت هنگام زایمان خونریزی بیشتری نسبت به انواع دیگر می‌دهد. این نوع جفت در انواع جوندگان، حشره‌خواران، خفاش‌ها، پریما‌ها، انسان و میمون‌ها مشاهده می‌شود.



شکل ۳: انواع جفت در پستانداران جفت‌دار

بند ناف

بند ناف طنابی نرم و دارای قابلیت انعطاف است که محتوی رگ‌های خونی است و جنین را به جفت متصل می‌کند. بند ناف دارای دو سرخرگ و یک سیاهرگ است؛ به‌طوری که سرخرگ‌ها به‌طور مارپیچی دور سیاهرگ پیچ می‌خورند. طول بند ناف انسان ۶۰-۵۰ سانتی‌متر و قطر آن ۳ سانتی‌متر است. سطح خارجی آن را آمنیون می‌پوشاند و داخل آن از بافت پیوندی موکونیدی تشکیل شده است که ترکیب آن را ژله وارتون می‌نامند.

روش کار

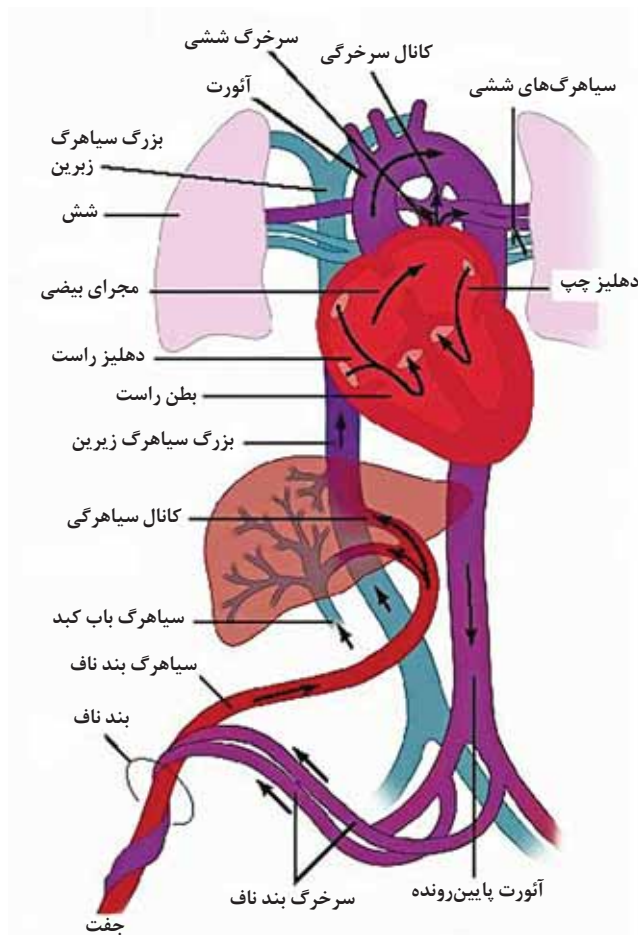
ابتدا دوربین و ویدئوپروژکتور را به رایانه متصل می‌کنیم تا همزمان با تشریح به‌وسیله معلم، فیلم و تصاویر روی پرده نمایش مشاهده و ضبط شوند. دانش‌آموزان با مشاهده آن‌ها، مطالب را با آموخته‌های قبلی خود که از کتاب درسی آموخته‌اند، مقایسه می‌کنند و به دانش خود عمق می‌بخشند. برای توضیحات تکمیلی می‌توان از اسلایدهای آماده نیز استفاده کرد.

مراحل انجام تشریح همراه با توضیحات

بررسی و تشریح رحم گوسفندی که باردار نیست

مرحله اول

ابتدا رحمی را که باردار نیست و از طریق کشتارگاه

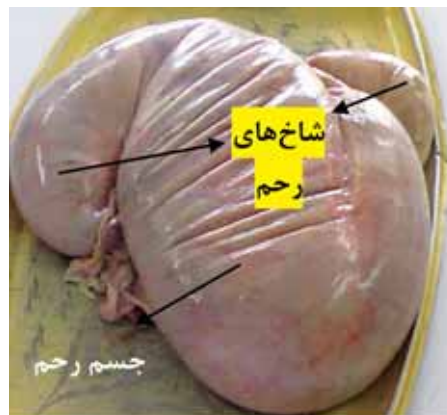


شکل ۲: گردش خون جنین.

انواع جفت در پستانداران جفت‌دار برحسب آرایش پرزهای جفتی و روابط نزدیکی که جفت با مخاط رحم ایجاد می‌کند (شکل ۳) عبارت‌اند از:

۱. **جفت پراکنده**: پرزهای این جفت به‌طور پراکنده و متعدد در سطح مخاط رحم و بین چین‌های آن منتشر می‌شوند. این نوع جفت در خوک، آب‌بازان و اسب مشاهده می‌شود.
۲. **جفت تکه‌ای**: پرزهای این جفت آرایش متراکمی دارند و به شکل تکه‌مانند درمی‌آیند. بین تکه‌های پرز، کوریون صاف قرار دارد. این نوع جفت در نشخوارکنندگان، مثل گاو و گوسفند دیده می‌شود.
۳. **جفت منطقه‌ای**: آرایش پرزهای این نوع جفت وضع حلقه‌مانندی را دور یک استوانه تجسم می‌کنند. این نوع جفت در گوشت‌خواران مشاهده می‌شود.

۴. **جفت قرصی یا دیسکی شکل**: این نوع جفت پرزهای فراوان و منشعب دارد و هر پرز دارای ساقه و انشعابات است که پس از نفوذ به مخاط رحم در حوضچه‌های خونی آن مستقر می‌شوند.

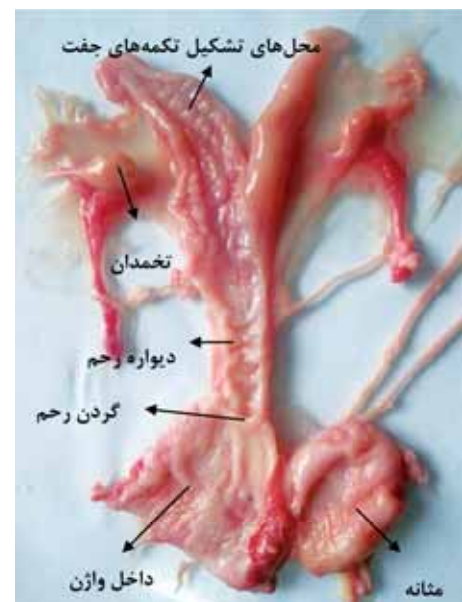


شکل ۶: رحم دارای جنین

تهیه کرده‌ایم، بررسی می‌کنیم و بخش‌های زیر را نشان می‌دهیم: واژن، گردن رحم، جسم رحم، شاخ‌های رحم، لوله‌های فالوپ، شیپورهای فالوپ و تخمدان‌ها (شکل ۱).

مرحله دوم

برای تشریح ابتدا از گردن رحم برشی می‌زنیم و داخل واژن و گردن رحم را نشان می‌دهیم. سپس گردن رحم و جسم رحم را برش می‌زنیم تا داخل رحم، دیواره رحم و تکه‌های دیواره رحم را مشاهده کنیم (شکل ۴).



شکل ۴: باز کردن رحم و واژن و نشان دادن محل تشکیل تکه‌های جفت

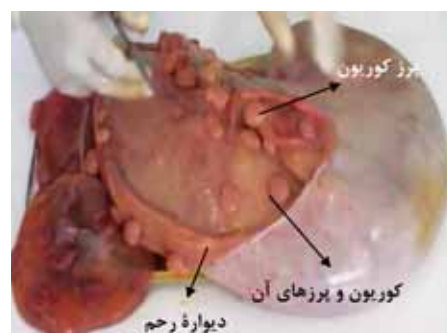
مرحله دوم

تشریح بخش‌های داخلی: برای تشریح به این ترتیب عمل می‌کنیم.

- با استفاده از فیچی، واژن را به صورت طولی برش می‌زنیم تا به گردن رحم برسیم.
- گردن رحم را برش می‌زنیم به طوری که پرده کوریون پاره نشود.
- دیواره رحم را از قسمت‌هایی برش می‌زنیم که تکه‌های جفت در آن بخش‌ها وجود ندارد (شکل‌های ۷ و ۸).



شکل ۷: باز کردن رحم و جدا کردن ژرهای کوریون از دیواره رحم

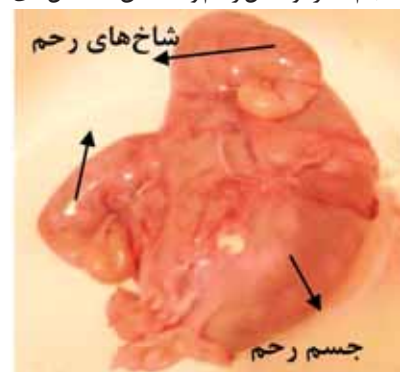


شکل ۸: کوریون، پرزهای آن و دیواره رحم

بررسی و تشریح رحم گوسفندی که باردار بوده و دارای جنین است

مرحله اول

بررسی بخش‌های خارجی و مقایسه تغییرات ظاهری، حجم، اندازه و شکل رحم و تخمدان‌ها (شکل‌های ۵ و ۶).



شکل ۵: رحم دارای جنین

● در بخشی پرده آمنیون را با دو انگشت می گیریم و به بالا می کشیم تا از مایع آمنیون فاصله گیرد. در این حالت آن را می بریم و بعد از بررسی مایع آمنیون، جنین را از محل برش خارج می کنیم (شکل های ۱۳ تا ۱۶).



شکل ۱۳: باز کردن پرده آمنیون و مشاهده مایع آمنیون
شکل ۱۴: خارج کردن جنین از داخل مایع آمنیون



شکل ۱۶

شکل ۱۵

● در آخر مایع آمنیون را بعد از بررسی تخلیه و بند ناف و رگ های جفت را بررسی می کنیم (شکل ۱۷).



شکل ۱۷: بررسی جفت، جنین و بند ناف

* پی نوشت ها

1. Diffuse placenta
2. Cotyledonary placenta
3. Zonary placenta
4. Discoid placenta

* منابع

۱. احمدی، ژاله و عذار، عزیز، اطلس تشریح جانوری، انتشارات ادیبان ارومیه، اسفند ۱۳۸۹.
۲. پریور، کاظم، محسنی کوچهفهانسی، هما، اطلس جنین شناسی و جنین شناسی تجربی، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تربیت معلم، بهار ۱۳۷۲.
۳. پریور، کاظم، جنین شناسی، انتشارات مبتکران، پاییز ۱۳۷۵.

● بعد از باز کردن رحم، در محل تکه های جفت، به آرامی بخش های جنینی و مادری جفت را از هم جدا می کنیم (شکل ۹). این کار را ادامه می دهیم تا همه پرزهای کوریون از دیواره رحم جدا شوند. در این حالت جنین را همراه با پرده های اطراف آن و مایع آمنیون از داخل رحم خارج می کنیم (شکل ۱۰). در این مرحله، پرزهای کوریون، پرده کوریون، مایع آمنیون و بند ناف قابل مشاهده و بررسی است.



شکل ۹: بخش مادری و جنینی جفت



شکل ۱۰: جدا کردن کامل کوریون از دیواره رحم

● در ادامه، برای جدا کردن پرده های کوریون و آمنیون از هم، ابتدا در بخشی دو پرده را با کمک پنس از هم جدا می کنیم و سپس با قیچی برشی ایجاد و با انگشت دو پرده را جدا می کنیم و به دانش آموزان نشان می دهیم (شکل های ۱۱ و ۱۲).



شکل ۱۱: جدا کردن کوریون از پرده آمنیون



شکل ۱۲: جدا کردن بخشی از کوریون از پرده آمنیون

روغن‌های گیاهی برای حفظ آب در خاک

شهره سلیمی

کارشناس آزمایشگاه

و دبیر انجمن زیست‌شناسی پژوهش‌سرای دانش‌آموزی محمد بن زکریای رازی ناحیه یک ری
salimi_sh@yahoo.com

دانش‌آموزان: فاطمه مغانلو، زهرا دیاری از دبیرستان حضرت

ابراهیم (ع)، نسترن هزارجریبی و الهه قربانی

از دبیرستان صدیقه طاهره (س)

اشاره

این پروژه علمی به منظور بررسی تأثیر استفاده از روغن‌های گیاهی برای حفظ و نگهداری آب در خاک تدوین و اجرا شده است.

چکیده

در این تحقیق، میزان تأثیر چند نوع روغن گیاهی بر حفظ آب و جلوگیری از تبخیر آن در خاک بررسی و آزمایش شد. در این پروژه از سه نوع روغن گیاهی شامل روغن ذرت، روغن آفتاب‌گردان و روغن زیتون استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که تفاوت قابل توجهی در میزان آب تبخیر شده در نمونه‌های حاوی انواع مختلف روغن گیاهی وجود ندارد؛ اما نمونه‌های حاوی روغن زیتون دارای کمترین میزان تبخیر آب بودند و نتیجه بهتری نسبت به روغن ذرت و آفتاب‌گردان نشان دادند. آنچه برای ما مسلم شد این بود که خاک حاوی روغن گیاهی قدرت بیشتری برای حفظ و نگهداری آب دارد.

مقدمه

خاک محصول نهایی هوازدهی و نتیجه تخریب فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها همراه با تجمع باقی‌مانده‌های در حال فساد جانداران است که لایه‌ای بین سنگ بستر و هوا کره تشکیل می‌دهد. خاک متشکل از مواد معدنی و آلی است. البته حداقل ۸۰ درصد خاک را مواد معدنی حاصل از هوازدهی سنگ‌ها تشکیل می‌دهد. کوارتز، کانی‌های رسی و ترکیبات عناصری چون پتاسیم، فسفر و نیتروژن مهم‌ترین مواد معدنی موجود در خاک‌اند. خاک‌ها عموماً دارای هوا و آب نیز هستند.

خاک مادهٔ پرارزشی است. زندگی انسان و بسیاری از موجودات زنده دیگر بدون وجود خاک، ناممکن به نظر می‌رسد.

از آنجا که فرایند تشکیل خاک بسیار آهسته است و تشکیل یک سانتیمتر آن به ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ سال زمان نیاز دارد، باید در بهره‌برداری از خاک و نگهداری از آن دقت‌های لازم را به عمل آوریم. در تشکیل خاک، علاوه بر موارد ذکر شده، گیاهان و جانوران موجود در خاک دارای نقش مهمی‌اند. مثلاً حفره‌هایی که به وسیلهٔ جانوران در زمین ایجاد می‌شود، امکان نفوذ آب و هوا و در نتیجه هوازدهی بیشتر خاک را فراهم می‌کنند. باقی‌مانده‌های گیاهان و اجساد جانوران پس از مرگ آن‌ها می‌پوسد و موجب افزایش گیاه‌خاک (هوموس) خاک می‌شود. هوموس (گیاه‌خاک) به بخش آلی خاک گفته می‌شود (درویش‌زاده علی، ... و دیگران، ۱۳۹۱) کم آبیاری راهبردی بهینه است که در آن آگاهانه به گیاهان فرصت داده می‌شود با دریافت آب کمتر از حد نیاز، محصول خود را کاهش دهند (انگلیش و همکاران، ۱۹۹۰).

یکی از شاخص‌های مورد استفاده در مباحث عملکرد گیاه-آب مصرفی، افزایش بهره‌وری آب است که به صورت نسبت عملکرد محصول به مقدار آب مصرفی تعریف می‌شود (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵). تبخیر زمانی اتفاق می‌افتد که آب از حالت مایع به بخار تغییر شکل می‌دهد. ایجاد این تغییر نیاز به انرژی دارد، زیرا برای تبدیل شدن آب از حالت مایع به حالت گازی شکل، مولکول آب باید پیوندهای خود را بشکند. این انرژی معمولاً از گرما (مثلاً از خورشید در یک روز گرم آفتابی) یا از انرژی جنبشی باد حاصل می‌شود. فرایند تبخیر بخش مهمی از چرخهٔ آب است. تعرق تبخیری ترکیبی از تبخیر آب از خاک و تعرق در گیاهان است. این فرایندها منجر به از دست رفتن رطوبت از خاک می‌شوند. اگر میزان تعرق تبخیری بالاتر از میزان بارش و درصد رطوبت باشد، آنگاه زمین خشک خواهد شد. آب موجود در سطح خاک از طریق فرایند تبخیر از بین می‌رود.

گرمای خورشید انرژی لازم برای شکسته شدن پیوند موجود بین مولکول‌های آب را فراهم می‌کند تا آب به حالت بخار تبدیل و از سطح خاک تبخیر شود. با کاهش تعداد مولکول‌های آب در خاک اثر موئینگی کمک می‌کند تا مولکول‌های بیشتری از اعماق خاک به سطح آن بیایند و در نتیجه تبخیر بیشتری انجام شود (کرام‌الدینی م. و دیگران ۱۳۹۲).

فرضیه

به نظر می‌رسد میزان تبخیر آب در خاک‌های چرب کمتر از خاک‌های معمولی است.

مواد لازم

مواد و وسایل لازم برای انجام پروژه

- ۲۰ فنجان پلاستیکی،
- ۳ عدد اسپری،
- ۱ بطری روغن زیتون،
- ۱ بطری روغن ذرت
- ۱ بطری روغن آفتاب‌گردان
- ۲۰۰۰ گرم خاک خشک
- ۵۰۰ میلی لیتر آب لوله‌کشی
- ۱ عدد ترازوی دیجیتال
- ۱ عدد سطل
- ۱ عدد ماژیک

روش انجام

برای این پروژه علمی متغیر مستقل (غیروابسته) نوع روغن مورد استفاده است، یعنی روغن ذرت، روغن آفتاب‌گردان و یا روغن زیتون. متغیر وابسته میزان آبی است که از سطح خاک تبخیر می‌شود که با استفاده از ترازوی دیجیتال قابل اندازه‌گیری است.

موارد ثابت (متغیر کنترلی) شامل اندازه فنجان، نسبت ترکیب خاک به آب، دمای اتاق و میزان خاک مورد استفاده است.

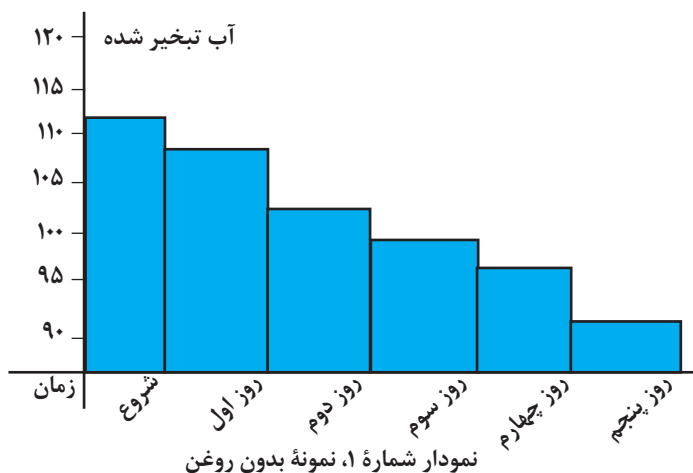
● ۲۰ فنجان (ظرف) را در چهار گروه پنج‌تایی تقسیم (طبقه‌بندی) و گروه‌ها براساس نام نوع روغن ذرت، روغن آفتاب‌گردان، روغن زیتون و بدون روغن برچسب می‌زنیم.

● ۲۰۰۰ گرم خاک خشک را با ۵۰۰ میلی لیتر آب لوله‌کشی در یک سطل مخلوط می‌کنیم تا مخلوطی یک‌دست حاصل شود. با استفاده از ترازوی دیجیتال به هر ۲۰ فنجان ۱۰۰ گرم از مخلوط آب و خاک اضافه می‌کنیم. در مرحله بعد، فنجان‌ها را به ۴ گروه پنج‌تایی تقسیم به قسمت میانی خاک هر گروه از فنجان‌ها ۲۰۰ روغن گیاهی اضافه می‌کنیم (روغن ذرت، روغن آفتاب‌گردان و روغن زیتون). سپس توسط ترازوی دیجیتال وزن هر فنجان که محتوی مخلوط آب و خاک و روغن گیاهی مشخص است، اندازه‌گیری و ثبت می‌شود.

● ۲۰ فنجان در محلی که دما و رطوبت ثابت دارد نگهداری می‌شوند. رطوبت از فنجان‌ها مجاز به تبخیر است.

● به مدت ۵ روز، هر روز وزن ۲۰ فنجان را اندازه‌گیری و وزن آن‌ها را ثبت می‌کنیم.

میزان آب تبخیر شده (گرم)						شرایط
روز پنجم	روز چهارم	روز سوم	روز دوم	روز اول	شروع	
۹۱/۵۵	۹۵/۶۶	۹۹/۹۱	۱۰۳/۵۵	۱۰۸	۱۱۲/۵۰	بدون روغن
۱۱۵/۱۸	۱۱۵/۴۶	۱۱۵/۷۵	۱۱۶/۰۴	۱۱۶/۴۹	۱۱۷/۱۲	با روغن زیتون
۱۱۲/۵۶	۱۱۴/۱۹	۱۱۴/۹۶	۱۱۵/۴۷	۱۱۶/۴۱	۱۱۷/۱۳	با روغن آفتاب‌گردان
۱۱۲/۹۱	۱۱۴/۰۹	۱۱۵/۰۳	۱۱۵/۶۴	۱۱۶/۳۰	۱۱۷/۲۰	با روغن ذرت



برای این
پروژه علمی
متغیر مستقل
(غیروابسته)
نوع روغن مورد
استفاده است،
یعنی روغن
ذرت، روغن
آفتاب‌گردان و
روغن زیتون.
متغیر وابسته
میزان آبی است
که از سطح خاک
تبخیر می‌شود
که با استفاده از
ترازوی دیجیتال
قابل اندازه‌گیری
است

نتیجه گیری

همان طور که در جدول مشاهده می شود، میزان آب تبخیر شده از نمونه هایی که حاوی روغن گیاهی هستند به مقدار قابل توجهی کمتر از نمونه هایی است که در آن هیچ نوع روغن گیاهی اسپری نشده است. تفاوت قابل توجهی در میزان آب تبخیر شده از نمونه های حاوی انواع مختلف روغن گیاهی وجود ندارد؛ اما نمونه های حاوی روغن زیتون کمترین میزان تبخیر آب را دارند و نتیجه بهتری نسبت به روغن های ذرت و آفتاب گردان نشان می دهند. با توجه به نتایج به دست آمده از انجام آزمایش ها، فرضیه ما در مورد اینکه اعمال یک لایه از روغن های گیاهی در خاک سبب حفظ و نگهداری بیشتر آب در خاک می شود درست است.

انتظارات

با توجه به نتایج مثبت حاصل از این پروژه ما سعی داریم پروژه را در سطح گسترده تری ادامه دهیم و در حال حاضر در مورد موضوع جانشین کردن روغن به جای کود و همزمان به کار بردن درصدی از روغن گیاهی به عنوان کود و حفاظت و نگهداری بیشتر آب در خاک در حال بررسی و تحقیق و تهیه روش کار هستیم.

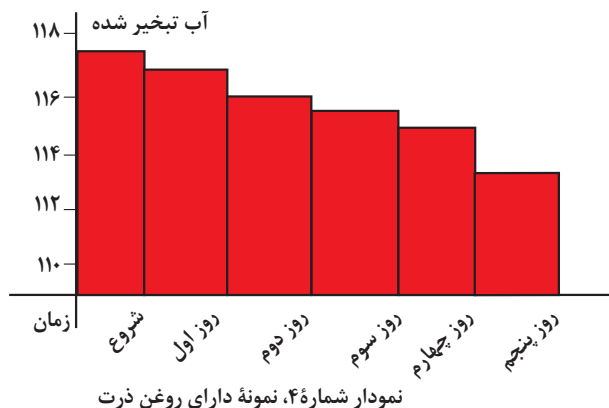
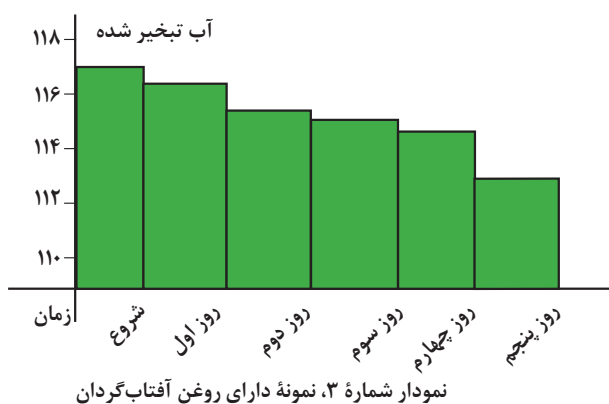
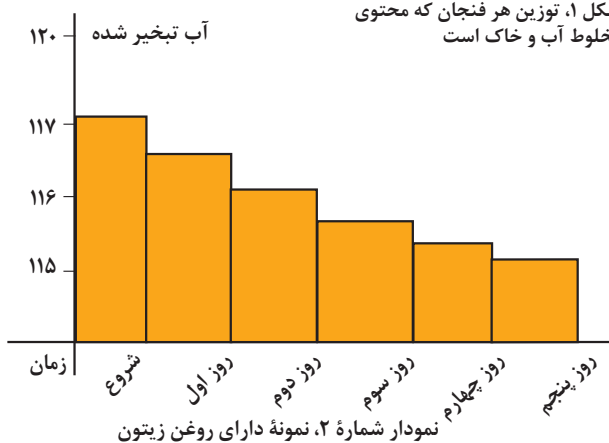
* منابع

۱. درویش زاده علی، ... و دیگران (۱۳۹۱) چاپ چهاردهم، زمین شناسی سال سوم متوسطه رشته علوم تجربی
۲. سیاسخواه، ع، توکلی، ع و موسوی، س (۱۳۸۵)، اصول و کاربرد کم آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زه کشی ایران
۳. کرام الدینی، م و حائری روحانی، ع و نیکنام، و، آل محمد، ع (۱۳۹۲) زیست شناسی و آزمایشگاه یک
۴. وراوی پور، م (۱۳۹۱) پیام نور، خاک شناسی عمومی

5. English^۱ M.J., I.J. Musick^۲ V.V. Murty^۳ (1990), Deficit irrigation^۴ Journal of farm irrigation systems ASAE^۵ 12(3): 222-23
6. Swank^۶ W. and Douglass^۷ J. (1974), Science. 185(4154) 857-859
7. <http://en.wikipedia.org/wiki/Evapotranspiration>

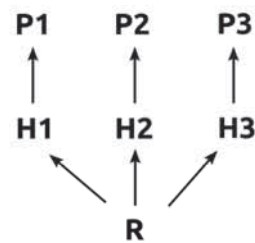


شکل ۱، توزین هر فنجان که محتوی مخلوط آب و خاک است



پرسش‌های بوم‌شناسی، رفتارشناسی و سیستماتیک

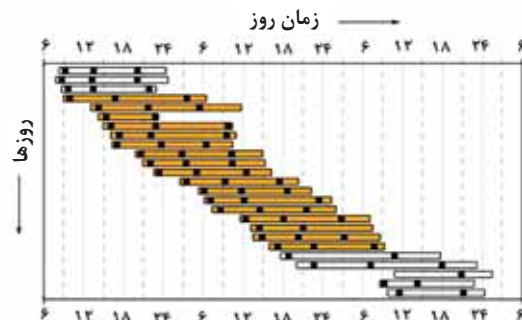
۱. سیستمی پایدار در نظر بگیرید که در آن سه گونه حشره صیاد $P1$ و $P2$ و $P3$ به ترتیب فقط از سه گونه حشره گیاه‌خوار $H1$ ، $H2$ و $H3$ تغذیه می‌کنند. همه این حشرات صید ($H1$ ، $H2$ ، $H3$) از منابع گیاهی محدود R تغذیه می‌کنند.



تعیین کنید کدام درست و کدام غلط است.

الف. اگر منبع گیاهی دوبرابر شود، فراوانی $P2$ افزایش می‌یابد.
 ب. اگر $H1$ رقیبی قوی‌تر از $H2$ باشد، خارج کردن $P1$ باعث افزایش $P2$ می‌شود.
 ج. اگر جمعیت $H3$ توسط صیادان خود به‌شدت محدود شود، خارج کردن $P3$ باعث کاهش فراوانی $P2$ می‌شود.
 د. وارد کردن یک صیاد رأسی که از $P1$ و $P2$ تغذیه کند، احتمالاً فراوانی $P3$ را افزایش می‌دهد.

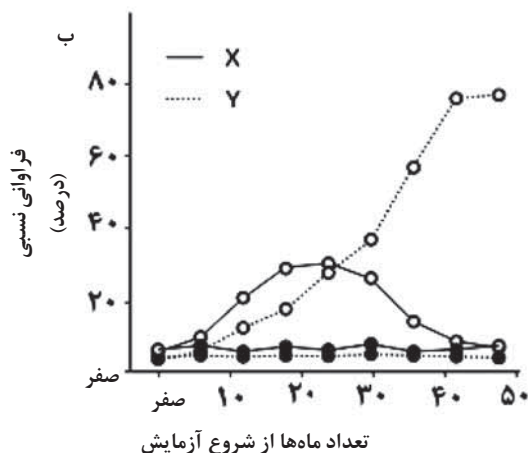
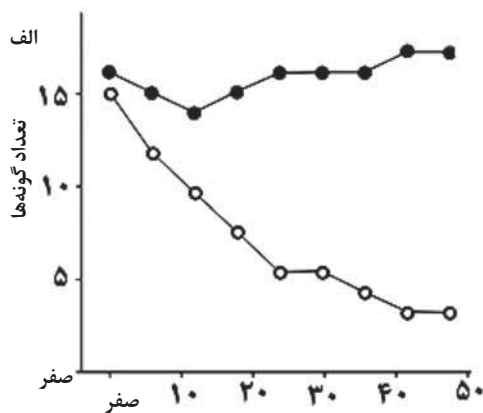
۲. در شکل زیر نتایج آزمایشی نشان داده شده است که طی آن شخصی به‌تنهایی در اتاقی است و اجازه دارد، هر وقت که خواست، آزادانه بخوابد و با روشن یا خاموش کردن چراغی بیدار شود. زمان‌های متوالی نور برای هر روز به‌صورت مستطیل و زمانی که طی آن شخص برای غذا خوردن خود انتخاب کرده، با مربع‌های سیاه نشان داده شده است. اوقاتی که شخص هیچ سرخشی از زمان روز در دنیای خارج از اتاق ندارد به‌صورت نارنجی و اوقاتی که اتاق در معرض نور طبیعی است، با سفید نشان داده شده است.



تعیین کنید کدام درست و کدام غلط است.

الف. وقتی شخص بدون اطلاع از دنیای خارج است، زمانی که برای دوره نوری انتخاب می‌کند به‌تدریج افزایش می‌یابد.
 ب. ساعت درونی^۱ این شخص ریتم چرخه‌ای ۲۸/۵ ساعتی دارد.
 ج. نتایج از این پشتیبانی می‌کنند که نور درخشان باعث تأخیر فاز خواب می‌شود.
 د. نتایج پیشنهاد می‌کنند که ساعت درونی این شخص می‌تواند به‌طور کامل ظرف دو روز تنظیم شود.

۳. حشره گیاه‌خوار H منحصراً از گیاهان دانه‌رست دو گونه درختی X و Y تغذیه می‌کند. در آزمایشی، بعضی از قطعه‌های یک جنگل را در معرض نوعی تیمار قرار دادیم و بعضی دیگر از قطعه‌ها را بی‌تیمار رها کردیم. در این تیمارها، دانه‌رست‌های X و Y از خورده شدن توسط H محافظت شدند (دایره‌های توخالی). قطعه‌هایی که در آن‌ها از X و Y محافظت نشده بودند، به‌عنوان شاهد به‌کار رفتند (دایره‌های توپر). نمودار الف میانگین تعداد گونه‌های دانه‌رست را در قطعات و نمودار ب میانگین فراوانی نسبی دانه‌رست‌های X و Y مشاهده‌شده را نشان می‌دهد



تعیین کنید کدام درست و کدام غلط است.

الف. جاندار I به تاکسونی متعلق است که دستگاه گوارش آن یک منفذ دارد و دستگاه تنفس تمایز یافته ندارد.
ب. جاندار II به تاکسونی متعلق است که اسکلت هیدروستاتیک، کوتیکول ضخیم، دستگاه گوارش لوله‌ای با منفذهایی در دو سوی بدن دارد و تعداد سلول‌های سوماتیک آن از نظر ژنتیک ثابت‌اند.

ج. جاندار III به تاکسونی تعلق دارد که در مرحله لاروی سلول‌های عصبی و لوله عصبی و بدن در مرحله بلوغ درون یک تونیک (پوشش) است.

د. جاندار IV به تاکسونی متعلق است که اسکلت داخلی دارد با صفحات آهکی و دستگاه گردش مواد کانالی پر از مایع که موارد استفاده مختلف دارد، از جمله برای حرکت با پاهای لوله‌ای.

۶. برخی گونه‌های پستانداران تفاوت بسیاری بین اندازه بدن افراد نر و ماده نشان می‌دهند، در حالی که تفاوت چشمگیری بین اندازه بدن جنس‌های بعضی دیگر از گونه‌های پستانداران مشاهده نمی‌شود. این دوشکلی جنسی را می‌توان اغلب با اکولوژی و سیستم جفت‌گیری گونه‌ها به خوبی توضیح داد.

عبارت‌های درست و نادرست را تعیین کنید:

دوشکلی جنسی با نرهای بزرگ مورد انتظار است در...
الف. ... نوعی آنتلوپ بسیار کوچک (کمتر از ۵ kg) که در آن یک نر و یک ماده باهم از منطقه کوچکی (کمتر از ۱۰ ha) که غنی از منابع غذایی، آب و پناهگاه است، دفاع می‌کنند.
ب. ... یک گونه فک که در آن نرها مسافت زیادی را در ساحل برای تغذیه از غذای پراکنده و جفت‌گیری با هر ماده‌ای که به آن برخورد کنند، طی می‌کنند.
ج. ... گونه‌ای آنتلوپ که در آن نرها طی فصل خشک در ساحل ماسه‌ای دریاچه‌ای جمع می‌شوند که در آنجا هر کدام از آن‌ها از مساحتی ۲۰ مترمربعی قدرتمندانه دفاع می‌کند.
د. ... یک گوشت‌خوار کوچک (با حدود ۲۰ سانتی‌متر طول) که در زیستگاهی پر از صیاد در گروه مخلوط از نظر جنسی، زندگی می‌کند. زاده‌ها بسیار به مراقبت والدین (هم پدر و هم مادر) احتیاج دارند و نرها بیضه‌های بزرگ و چشمگیر دارند.

۷. در اکولوژی معمولاً دو اندازه‌گیری متفاوت برای تنوع زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرند: تنوع آلفا که بیانگر تنوع زیستی در محلی خاص است و تنوع بتا که معرف تنوع بین زیستگاه‌هاست. یکی از بهترین تخمین‌های تنوع آلفا نمایه شانون^۸ است که به این صورت محاسبه می‌شود:

$$H = -\sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln(p_i)$$

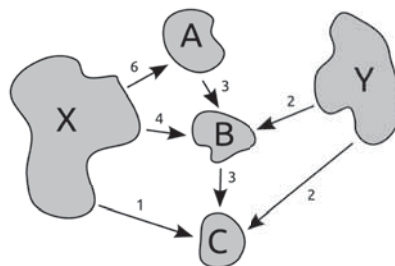
الف. دانه‌رست‌های گونه Y رقیبان ضعیفی هستند.

ب. تنظیم این اجتماع درختی فرایندی از بالا به پایین است.

ج. دانه‌رست‌های گونه X به وسیله یک گونه گیاه‌خوار دیگر شدیداً تنظیم می‌شوند.

د. حشره گیاه‌خوار به عنوان گونه محوری^۲ عمل می‌کند.

۴. مفهوم ابرجمعیت^۳ اندازه جمعیت را در قطعه‌ای از زیستگاه به عنوان حاصل نرخ تولد، نرخ مرگ و مهاجرت توصیف می‌کند. ابرجمعیت فرضی زیر را در نظر بگیرید که شامل دو قطعه بزرگ X و Y است که در آن‌ها نرخ تولد بیشتر از نرخ مرگ است و سه قطعه رو به زوال ۴ است (A و B و C) که در آن‌ها زاد و ولد روی نمی‌دهد. مهاجرت خالص سالانه افراد بین خرده جمعیت‌ها ثابت است و در شکل با پیکان نشان داده شده است. در هر قطعه رو به زوال ۶ فرد در پایان هر فصل مهاجرت می‌میرد. افراد نمی‌توانند در طول سال مهاجرت کنند. اندازه اولیه جمعیت در قطعات رو به زوال $A=22$ ، $B=9$ و $C=12$ است.



تعیین کنید کدام درست و کدام غلط است.

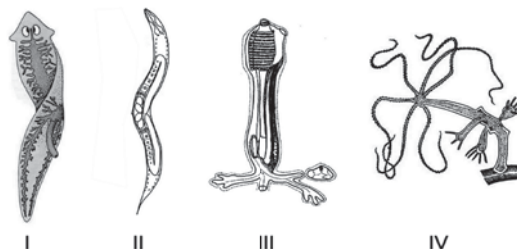
الف. برای بار نخست، خرده جمعیت موجود در قطعه A پس از ۸ سال می‌میرد.

ب. خرده جمعیت‌های X و Y طی چند سال از نظر ژنتیک مجزا (ایزوله) خواهند شد.

ج. اگر در هر سال در قطعه C پنجاه درصد از افراد (به جای ۶ فرد) بمیرند، تعداد افراد خرده جمعیت C کمتر از ۷ فرد نمی‌شود.

د. اندازه محافظه کارانه برای کاهش سطح مرگ و میر در A به پنجاه درصد (۳ فرد در سال)، برای حفظ خرده جمعیت‌ها کافی است.

۵. در اینجا چهار شکل از چهار گروه عمده متازوآ نشان داده شده است.



در این فرمول مجموع شامل همه گونه‌های ۱، ...، S است که در زیستگاه وجود دارند و p_i فراوانی نسبی گونه i است. این جدول فراوانی درختان بالغ هشت گونه درختی (A تا H) در چهار قطعه اکوسیستم معتدل، هم در وضعیت دست‌نخورده و هم در وضعیت آشفته و دست‌خورده است. (جدول ۱)

جدول ۱

قطعه	وضعیت	A	B	C	D	E	F	G	H
۱	دست‌نخورده	۱۹	۰	۵۶	۳۳۲	۰	۷۶	۰	۰
۲	دست‌نخورده	۳	۰	۱۲	۴۵۶	۰	۵	۰	۰
۳	دست‌خورده / آشفته	۱۳	۱۳۵	۰	۱۰۱	۵	۰	۰	۰
۴	دست‌خورده / آشفته	۰	۱۴۳	۱۲	۱۷۸	۰	۴	۱۳	۷

پاسخ‌ها

- الف. درست، ب. نادرست، ج. درست، د. نادرست.
- الف. نادرست، ب. نادرست، ج. درست، د. نادرست.
- الف. نادرست، ب. درست، ج. نادرست، د. درست.
- الف. درست، ب. درست، ج. نادرست، د. درست.
- الف. درست، ب. درست، ج. درست، د. نادرست.
- الف. نادرست، ب. نادرست، ج. درست، د. نادرست.
- الف. درست، ب. درست، ج. درست، د. درست.
- الف. نادرست، ب. درست، ج. درست، د. نادرست.

* پی‌نوشت‌ها

1. endogenous clock
2. key stone species
3. meta-population
4. sink patch
5. sub-populations
6. Porifera
7. bilateria
8. Shannon

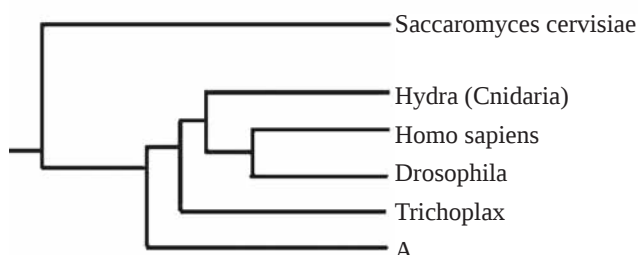
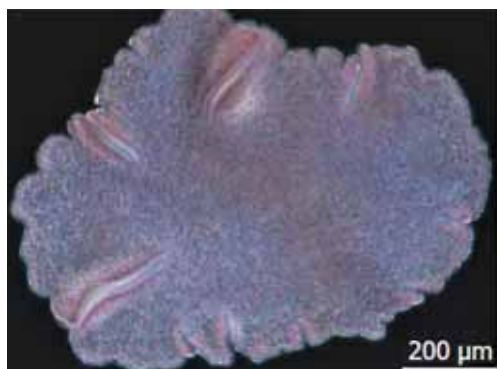
تعیین کنید کدام درست و کدام نادرست است.

- الف. تنوع آلفا در قطعه ۱ بیشتر از قطعه ۲ است.
- ب. به‌نظر می‌رسد آشفته‌گی و دست‌خوردگی باعث افزایش تنوع بتا در این اکوسیستم می‌شود.
- ج. به‌نظر می‌رسد گونه B گونه‌ای پیشگام است.
- د. در حضور درختان بالغ D، دانه‌های گونه D بهتر از همه رشد می‌کنند.

۸. *Trichoplax adhaerens* تنها جانور شناخته‌شده از شاخه Placozoa متازوآست. ظاهر آن شبیه صفحه‌ای صاف است با ساختاری بسیار ساده که از چند نوع سلول مجزا ساخته شده و عصب، سلول حسی یا ماهیچه ندارد. در اینجا تصویری که با میکروسکوپ الکترونی از *T. adhaerens* گرفته شده و یک دندروگرام که براساس داده‌های مولکولی تهیه شده، موقعیت فیلوژنتیک *T. adhaerens* را نسبت به تاکسون‌های دیگر نشان می‌دهد.

تعیین کنید کدام درست و کدام غلط است.

- الف. *Drosophilahgt* به *Trichoplax* نزدیک‌تر است تا انسان.
- ب. تاکسون A موجود در دندروگرام به احتمال زیاد اسفنج^۶ است نه نرم‌تن.
- ج. *Trichoplax* سلوم و لوله گوارشی ندارد.
- د. *Trichoplax* احتمالاً نماینده دوطرفی‌ها^۷ (جانوران دارای دو طرف پشت و شکم و دو طرف جلو و عقب مشخص) است.



سنتز، ترشح و عملکرد هورمون کلسی‌تونین

غلامرضا مقدسی

دبیر زیست‌شناسی، دانشجوی دکتری فیزیولوژی جانوری
ghr.moghaddasi@gmail.com

مقدمه

برخی از سلول‌های تیروئید به نام سلول‌های C یا سلول‌های پارافولیکولار، هورمونی پروتئینی به نام کلسی‌تونین ترشح می‌کنند که برخلاف هورمون پاراتیروئید (پاراتورمون) غلظت کلسیم خون را کاهش می‌دهد. البته تأثیر این هورمون بر متابولیسم کلسیم در بدن انسان چندان زیاد نیست. کلسی‌تونین با مکانیسم‌های مختلف در روده (کاهش جذب کلسیم)، استخوان (مهار فعالیت استئوکلاست‌ها و فعال کردن استئوبلاست‌ها) و کلیه‌ها (افزایش دفع کلسیم و فسفر) بر کلسیم خون تأثیر گذار است. هورمون پاراتورمون از غده پاراتیروئید ترشح می‌شود و موجب افزایش کلسیم خون می‌شود. به نظر می‌رسد هورمون کلسی‌تونین با توجه به اثرهای استخوانی آن یعنی مهار فعالیت استئوکلاست‌ها و فعال کردن استئوبلاست‌ها، اثرهای مهمی در ترمیم استخوان، به خصوص ستون فقرات، داشته باشد. لذا کلسی‌تونین به صورت تزریقی برای کاهش فعالیت استئوکلاست‌ها و درمان پوکی استخوان (استئوپوروز) به کار می‌رود. کلسی‌تونین حیوانی، نسبت به کلسی‌تونین نوترکیب انسانی کاربرد کمتری در درمان بیماری‌های انسانی دارد. عوارض جانبی مصرف کلسی‌تونین، شامل تهوع و برافروختگی صورت است که بعد از تزریق ایجاد می‌شود و به زودی از بین می‌رود. احتمال ایجاد اسهال، استفراغ و درد نیز در محل تزریق وجود دارد. به نظر می‌رسد بالا بودن کلسی‌تونین خون، بیش از حد مجاز، می‌تواند بیانگر اختلالات غده تیروئید و سرطان تیروئید باشد. لذا توصیه می‌شود بلافاصله بعد از مشاهده آن سونوگرافی تیروئید انجام شود.

اگر غلظت کلسیم پلاسما در نتیجه تزریق نمک‌های کلسیمی افزایش یابد، میزان یون کلسیم به سرعت به حد طبیعی بازگردانده می‌شود. در این شرایط غده تیروئید هورمونی تولید و ترشح می‌کند که نقش آن کاهش میزان یون کلسیم پلاسماست. این فاکتور هیپوکلسمیک (کاهنده کلسیم) تیروئیدی امروزه به عنوان کلسی‌تونین معروف است، در حالی که در ابتدا تصور می‌شد از غده پاراتیروئید ترشح می‌شود (۱).

تاریخچه

اولین شواهد مبنی بر شناخت کلسی‌تونین در سال

۱۹۵۸ توسط کوپ^۱ به دست آمد. کوپ و همکارانش ۱U/kg.h عصاره پاراتیروئید را در طی ۸ ساعت به تعدادی سگ تزریق و مشاهده کردند که کلسیم پلاسما ابتدا ۱ میلی گرم افزایش می‌یابد ولی بعد از مدتی ثابت می‌ماند. در آزمایش دیگری، غده‌های تیروئید و پاراتیروئید سگ را بعد از تزریق برداشتند، در نتیجه افزایش سریع کلسیم پلاسما را در عرض یک ساعت مشاهده کردند. پرواضح است که حذف این غده‌های کنترل هیپرکلسمی را مختل می‌کند (۸). کوپ و همکارانش در سال ۱۹۶۱ کنترل هورمونی هومئوستازی کلسیم پلاسما را بررسی و مشاهده کردند که به دنبال پرفوزیون‌های هیپرکلسمیک کاهش میزان کلسیم سیستمی مشاهده می‌شود. این عمل حتی خیلی سریع‌تر از زمانی که غده‌های پاراتیروئید با جراحی برداشته شده باشند، صورت می‌گیرد. این آزمایش‌ها این تصور را به وجود آوردند که در نتیجه پرفوزیون هیپرکلسمیک باید فاکتوری آزاد شود تا کلسیم خون را پایین آورد. چون برداشتن همه غده پاراتیروئید باعث کاهش آهسته کلسیم خون می‌شود. از این رو فقدان هورمون پاراتیروئید به تنهایی نمی‌تواند عامل این کاهش باشد (۹). مطالعات بعدی غده‌های پاراتیروئید را به عنوان منبع این فاکتور معرفی کردند. به خاطر اثر آشکار آن در کنترل سطح کلسیم خون آن را کلسی‌تونین نامیدند (۸). نتایج مطالعات کوپ در سال ۱۹۶۳ توسط کومار^۲ و در سال ۱۹۶۴ توسط هیرش^۳ و همکارانش به اثبات رسید. آن‌ها این هورمون را از غده تیروئید جدا کردند (۸).

در سال ۱۹۶۶ پرز^۴ ثابت کرد که هورمون کلسی‌تونین توسط سلول‌های C غده تیروئید تولید و ترشح می‌شود. سلول‌های C از اجسام تیموبرانشیال جنینی و در نهایت از ستیغ عصبی مشتق می‌شوند. با اطلاعات به دست آمده تا آن زمان هورمون کلسی‌تونین را در سگ‌ماهی و جوجه کشف کردند و همزمان با آن توالی آمینواسیدی کلسی‌تونین انسان و خوک هم تعیین شد. (۸).

کوپ در تابستان ۱۹۶۶، غده‌های تیموبرانشیال نیم میلیون ماهی قزل‌آلا را جمع‌آوری کرد و کلسی‌تونین خالص سالمون را به دست آورد. نیل^۵ و همکارانش در سال ۱۹۶۹ توالی آمینواسیدی آن را مشخص و آن را به تولید انبوه رساندند. بعدها ثابت شد که کلسی‌تونین سالمون خیلی قوی‌تر از کلسی‌تونین انسانی است. بنابراین، کلسی‌تونین سالمون امروزه به طور وسیعی در معالجه امراض مورد استفاده قرار می‌گیرد (۸).

اولین اثر کلسی‌تونین پائین آوردن میزان کلسیم پلاسما با جلوگیری از باز جذب کلسیم استخوان

است. در حالی که به نظر می‌رسد هیچ لزومی مبنی بر اینکه این هورمون برای زندگی ضروری است، وجود ندارد؛ ولی به نظر می‌رسد محافظت از استخوان در طی استرس‌های کلسیمی مثل آبستنی و شیردهی را برعهده داشته باشد. این هورمون در کلینیک برای معالجه هیپرکلسمی، بیماری پازه^۲ و استئوپورز یا پوکی استخوان استفاده می‌شود. کلسی‌تونین همچنین یک فرونشاندۀ قوی درد است، چون با تحریک ترشح اپیوئیدهای طبیعی (مثل بتا‌آندروفین) پتانسیل‌هایی را که در مسیرهای مرکزی درد به وجود می‌آیند، تضعیف می‌کند.

شیمی هورمون

ساختار شیمیایی کلسی‌تونین هفت‌گونه از جانداران تا امروز شناسایی شده است. این هورمون یک پلی‌پپتید با زنجیرۀ منفرد و دارای ۳۲ آمینواسید است. به‌علاوه، از نظر توالی آمینواسیدها درجه بالایی از تنوع را بین گونه‌های مختلف نشان می‌دهد. هشت باقیماندۀ یکسان در انتهای N و انتهای C وجود دارد. بیشترین تفاوت در بخش میانی مولکول مشاهده می‌شود. مطالعات گسترده‌ای که روی ساختار و عمل هورمون صورت گرفته است، نشان می‌دهند که همهٔ انواع کلسی‌تونین دارای یک پل دیسولفید بین آمینواسیدهای شمارهٔ ۷ و ۱ هستند. همچنین در قسمت انتهایی C یک آمینواسید پرولین امید وجود دارد که برای فعالیت بیولوژیکی آن بسیار مهم هست. در همهٔ انواع کلسی‌تونین آمینواسیدهای ۲۸ (گلیسین) و ۳۲ (پرولین امید) مشابه‌اند. در صورتی که پل‌های دیسولفید با یک اتصال اتیلن جانشین شود، فعالیت زیستی هورمون زایل نخواهد شد. در بخش میانی مولکول تنوع قابل ملاحظه‌ای دیده می‌شود. توالی این ناحیه قدرت و مدت‌زمان عمل هورمون را کنترل می‌کند. اخیراً معلوم شده است که قدرت مولکول‌های پپتیدی به قابلیت تغییر شکل آن‌ها بستگی دارد. بنابراین، کلسی‌تونین غده‌های التیموبرانشیالی که زنجیره‌های کناری کوچک‌تری دارند، قدرتمندترند؛ زیرا می‌توانند با کانفورماسیون‌های^۳ بیشتری به جایگاه ریسپتوری متصل شوند (۹).

بیوسنتز کلسی‌تونین

کلسی‌تونین مثل اکثر هورمون‌های پپتیدی ابتدا به‌صورت یک پیش‌هورمون سنتز می‌شود و قبل از ترشح به‌وسیله فرایندهای شکافتن و آمیداسیون پردازش می‌شود. با این حال، مسیر بیوسنتتیک آن

بسیار پیچیده است. امروزه می‌دانیم که ژن کلسی‌تونین انسانی روی بازوی کوتاه کروموزوم ۱۱ قرار دارد. شش اگزون، سه پپتید بزرگ را کد می‌کند: کلسی‌تونین، کاتاکالین^۴ و پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین^۵ (۹). کلسی‌تونین و کاتاکالین (که در طرف C پایانه آن واقع می‌شود)، بخش‌هایی از اولین پیش‌ساز هستند، در حالی که پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین بخشی از دومین پیش‌ساز است. mRNAهای این دو پیش‌ساز به‌وسیلهٔ پردازش افتراقی^{۱۰} از یک نسخه منفرد اولیه واقع در هسته، احتمالاً با انتخاب جایگاه‌های پلی‌آدنیلایسیون‌های متفاوت تولید می‌شود. پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین در صورتی بیان می‌شود که ژن کلسی‌تونین فعال شود، در حالی که کلسی‌تونین به فراوانی در غدهٔ تیروئید یافت می‌شود. فاکتورها و عواملی که این پردازش اختصاصی بافتی را کنترل می‌کنند، هنوز ناشناخته‌اند. اخیراً در مورد یک فاکتور پیونددهنده^{۱۱} اطلاعات جالبی به‌دست آمده است: این فاکتور به mRNAهای هسته‌ای اجازه می‌دهد که ساختار ثانویه‌اش را تغییر دهد. در این صورت جایگاه‌های ماسک پلی‌آدنیلایسیون^{۱۲} در اگزون ۴ قادر به تولید mRNAهای رسیده پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین می‌شود (۹).

مطالعات انجام شده روی موش صحرایی نشان می‌دهند که اتصال تمایزی^{۱۳} چند دنبالهٔ اضافی A به یک ژن باعث تولید بیش از یک پروتئین از یک ژن واحد می‌شود. در این صورت ژن، بیش از یک پروتئین را کد می‌کند. بیان تمایزی ژن کلسی‌تونین در موش صحرایی این را ثابت می‌کند (۱۰).

نسخهٔ اولیه بیش از دو جایگاه پلی A دارد. در تیروئید پردازش RNA در اولین جایگاه پلی A صورت می‌گیرد. mRNA تولیدکنندۀ کلسی‌تونین دارای افزون‌های ۱، ۲، ۳، ۴، است. در مغز و سایر بافت‌های عصبی، پردازش RNA در دومین جایگاه پلی A انجام می‌شود و mRNA تولیدکنندۀ پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین محتوی اگزون‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ است. مولکول‌های متفاوت mRNA برای تولید دو هورمون ترجمه می‌شوند که برای تولید پلی‌پپتیدهای مختلف (کلسی‌تونین، پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین) شکافته می‌شوند. در انسان وجود پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین وابسته به برون‌یابی از cDNA نیست:

پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین از کارسینومای مدولای تیروئید انسان جدا شده است. علاوه بر این، در انسان یک ژن ثانویهٔ کلسی‌تونین وجود دارد. این ژن به‌عنوان ژن بتا نام برده می‌شود، تا از ژن اصلی کلسی‌تونین یا ژن آلفا متمایز شود. به نظر می‌رسد سازمان‌بندی ژن بتا،

**کلسی‌تونین مثل
اکثر هورمون‌های
پپتیدی ابتدا
به‌صورت یک
پیش‌هورمون
سنتز می‌شود
و قبل از ترشح
به‌وسیله
فرایندهای
شکافتن و
آمیداسیون
پردازش می‌شود**

**کلسی‌تونین
فرونشاننده‌قوی
درد است؛ چون
با تحریک ترشح
اپیوئیدهای
طبیعی (مثل
بنا‌آندروفین)
پتانسیل‌هایی را
که در مسیرهای
مرکزی درد به
وجود می‌آیند،
تضعیف می‌کند**

کنترل ترشح کلسی‌تونین

بیشتر اطلاعات موجود در این زمینه حاصل تحقیقاتی است که روی حیوانات آزمایشگاهی انجام گرفته است. براساس این تحقیقات کلسی‌تونین در گردش خون محیطی در عرض چند دقیقه پس از هیپرکلسیمی تجربی، بالا می‌رود و با کم شدن میزان کلسیم کاهش پیدا می‌کند. ترشح کلسی‌تونین در اثر هیپرکلسیمی تجربی چند صد برابر فزونی می‌یابد و با ایجاد هیپرکلسیمی با EDTA به سرعت تنزل پیدا می‌کند، به‌طوری‌که به‌سختی می‌توان آن را اندازه‌گیری کرد (۱۵). افزایش آزادسازی کلسی‌تونین در پاسخ به تزریق کلسیم در حیوانات نر نسبت به ماده‌ها شدیدتر است. ترشح پایه کلسی‌تونین و پاسخ به کلسیم با افزایش سن در دو جنس کاهش می‌یابد. استروژن‌ها و آندروژن‌ها ترشح کلسی‌تونین را افزایش می‌دهند و کاهش تدریجی فعالیت گنادی ممکن است به تغییرات وابسته به سن و جنس در ترشح کلسی‌تونین کمک کند (۱). مطالعات نشان می‌دهند که فاکتورهای دیگری بر ترشح کلسی‌تونین تأثیر می‌گذارند. رسپتورهای ۱ و ۲۵-دی‌هیدروکسی ویتامین D، موجود در سلول‌های C نشان می‌دهد که این شکل هورمونی ویتامین D اثر مستقیمی بر ترشح کلسی‌تونین دارد. علاوه بر این، تجویز طولانی‌مدت استروژن‌ها در زنان یائسه سطح کلسی‌تونین پلاسما را افزایش می‌دهد. ولی اینکه این اثر مستقیم است یا غیرمستقیم به‌درستی روشن نیست (۹).

برخی از هورمون‌های معدی-روده‌ای ترشح کلسی‌تونین را از غده تیروئید تحریک می‌کنند. گلوکاگون در حیوانات تجربی و انسان، سبب هیپوکلسیمی می‌شود. اثر گلوکاگون دوجنبه‌دار؛ یکی مستقیماً مانع تحلیل استخوان می‌شود و دیگری محرک آزاد شدن کلسی‌تونین از غده تیروئید است. اثر گلوکاگون بر آزاد شدن کلسی‌تونین احتمالاً از راه فعال شدن دستگاه آدنیلات - سیکلاز در یاخته‌های C صورت می‌گیرد. اثر گلوکاگون با تزریق دی‌بوتیریل Amp حلقوی شدت می‌یابد و با تیوفیلین (که بازدارنده فسفودی استراز یاخته‌ای است و موجب افزایش cAMP می‌شود) فزونی می‌یابد. پنتاگاسترین، گاسترین و پانکرازیمین محرک ترشح کلسی‌تونین هستند، ولی سکرترین چنین اثری ندارد (۱۵). کاتکولامین‌ها در شرایط خاصی ترشح کلسی‌تونین را تحریک می‌کنند. درحالی‌که تیروتروپین و تری‌یدوتیرونین و سروتونین بی‌اثرند. چنین به‌نظر می‌رسد که دستگاه آدنیلات سیکلاز در آزاد شدن کلسی‌تونین نسبت به هورمون‌های معدی-روده‌ای و کاتکولامین‌ها واکنش نشان می‌دهد. به این ترتیب

شبیه ژن آلفا باشد. نواحی غیرکدکننده ۳ و ۵ تا چهل درصد نسبت به ژن آلفا واگرایی نشان می‌دهند: ناحیه کدکننده پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین دو ژن آلفا و بتا بیش از ۹۰٪ همسان‌اند. امروزه روشن شده است که ژن بتا در بافت‌های طبیعی انسان مثل دستگاه عصبی مرکزی به‌طور وسیع ترجمه می‌شود. پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین بتا به همراه پپتید آلفا از طناب عصبی انسان جدا و مشخصات آن کاملاً توصیف شده است. علاوه بر این، ژن بتا توالی دیگری دارد که پپتید شبه کلسی‌تونینی^{۱۴} را کد می‌کند. ولی وجود کدون پایانی بلافاصله قبل از این توالی، این تصور را به‌وجود می‌آورد که احتمالاً یک کلسی‌تونین ثانویه تولید می‌کند (۹). خلاصه، می‌توان گفت، ژن‌های کلسی‌تونین و پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین در تیروئید و بافت عصبی ترجمه می‌شوند. در حالی که کلسی‌تونین به مقدار بیشتری فقط در تیروئید تولید می‌شود. ولی پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین در تیروئید و سیستم عصبی فراوان است.

ترشح کلسی‌تونین

ترشح کلسی‌تونین و کاتاکالین به‌صورت هم‌ترشحی^{۱۵} است. در ضمن پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین ممکن است در سلول‌های C بافت تیروئید نرمال سنتز شود، ولی اغلب در سلول‌های توموری کارسینومای مدولای تیروئید^{۱۶} یافت می‌شود.

در حالی که پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین به مقدار زیاد همراه با کلسی‌تونین ذخیره^{۱۷} می‌شود. به‌نظر می‌رسد سلول‌های مشخصی پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین تولید می‌کنند (۹).

پپتید انتهایی مشترک آمینی در سلول‌های توموری محتوی پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین و MCT وجود دارد. پپتید انتهایی مشترک آمینی هر دو پیش‌ساز به‌صورت دست‌نخورده در خون انسان منتقل نمی‌شود، بلکه قبل از ترشح، پردازش و شکافته می‌شود.

به‌طور دقیق مشخص نیست که چگونه این دو پیش‌ساز با محصولات حاصل از شکافتگی آن‌ها در گرانول‌های ترشحی کامل می‌شوند و مراحل پایانی شکافتگی در داخل گرانول‌ها قبل از ترشح انجام می‌شود.

اینکه آیا کلسی‌تونین تماماً به‌صورت مونومر ترشح می‌شود یا یک بخش به‌عنوان کمپلکس CT/Kat برای پردازش محیطی ترشح می‌شود، هنوز معلوم نیست. واکنش ایمنی کلسی‌تونین پلاسما مثل سایر هورمون‌های پپتیدی هتروژن است و با هورمون پاراتیروئید آنالوژی دارد (۹).

CAMP دومین پیام‌رسان در ترشح کلسی‌تونین است (۱). نتایج به‌دست آمده از تجربیات انجام‌شده روی یاخته‌های کارسینومای مدولای تیروئید رت^{۱۸} نشان می‌دهند که در سلول‌های ترشح‌کنندهٔ رسپتورهای آدنوزینی A_۱^{۱۹} از طریق پروتئین‌های حساس به PT^{۲۰} به آدنیلات سیکلاز و کانال‌های کلسیمی جفت می‌شوند و از این طریق ترشح کلسی‌تونین متوقف می‌شود. به‌نظر می‌رسد آدنوزین در سلول‌های ترشح‌کنندهٔ کلسی‌تونین به‌عنوان یک فاکتور اثرگرین-پاراکراین اثر می‌کند (۱۱). نیمه عمر زیستی کلسی‌تونین کوتاه و بین ۲ تا ۲۰ دقیقه است و بستگی به گونهٔ کلسی‌تونین و حیوان مورد آزمایش دارد. تصور می‌شود که این ماده در پلازما به‌صورت آزاد و به شکل پیوسته به پروتئین در گردش است (۱۵). به‌طور کلی کلسی‌تونین هورمون تنظیم‌کنندهٔ کلسیم با یک مکانیسم بازخورد منفی است. به این ترتیب که ترشح هورمون به‌وسیله افزایش غلظت کلسیم خارج یاخته‌ای تحریک شده و باز جذب استخوان را قطع می‌کند. در این صورت کلسیم پلازما پایین می‌آید و ترشح کلسی‌تونین کاهش می‌یابد که به‌نوبه خود منجر به افزایش رها شدن کلسی‌تونین از استخوان می‌شود (۱۶). در حیوانات جوان، و تا حدودی در حیوانات پیر و نیز در انسان، افزایش غلظت کلسیم به میزان ۱۰٪/بلافاصله موجب افزایشی به میزان ۳ تا ۵ برابر در میزان ترشح کلسی‌تونین می‌شود. این یک مکانیسم بازخوردی هورمونی دیگر برای کنترل غلظت کلسیم پلازما ایجاد می‌کند. سیستم بازخوردی دو خصوصیت عمده دارد: اولاً مکانیسم کلسی‌تونین سریع عمل می‌کند و در کمتر از یک ساعت به حداکثر فعالیت خود می‌رسد، ثانیاً مکانیسم به‌طور عمده به‌عنوان یک تنظیم‌کنندهٔ کوتاه‌مدت عمل می‌کند؛ زیرا به‌سرعت تحت‌الشعاع اثر بسیار قوی‌تر مکانیسم کنترل‌کنندهٔ پارائتروئید قرار می‌گیرد (۱۷). مقدار کلسی‌تونین در خون افراد سالم کمتر از ۱۰۰ پیکوگرم در سانتیمتر مکعب است. مقدار کلسی‌تونین پلازما در نوزادان و خون بند ناف نسبتاً بالاتر است (حدود ۱۰۰ تا ۲۵۰ پیکوگرم). در زنان باردار نیز مقدار آن نسبتاً بالاست.

رسپتورهای کلسی‌تونین

در پرندگان و پستانداران اندام‌های مهم هدف کلسی‌تونین کلیه‌ها و استخوان‌ها، مخصوصاً استئوکلاست‌ها هستند. رسپتورهای سرپنتین^{۲۱} که مخصوص کلسی‌تونین‌اند، در استخوان‌ها و کلیه‌ها یافت شده‌اند. این رسپتورها در دو نوع سلول سرطانی پستان انسان (T₄YD, MCFV) به کمک کلسی‌تونین انسانی و

کلسی‌تونین ماهی قزل‌آلا تأیید شده‌اند (۱۲). رسپتورهای کلسی‌تونین با روش‌های اتورادیوگرافی و بیوشیمیایی در استئوکلاست‌های جداشدهٔ رت در محیط کشت بررسی شده‌اند. در این سلول‌ها مقدار AMP حلقوی و پروتئین‌کینازها در پاسخ به افزایش دوز کلسی‌تونین افزایش می‌یابد. رسپتورهای استئوکلاستی رت حساسیت بالایی دارند و تعداد آن‌ها نسبت به سلول‌هایی که تا امروز مطالعه شده‌اند، نسبتاً بیشتر است (بیش از یک میلیون رسپتور در هر سلول). متوسط وزن مولکولی آن‌ها ۸۰ تا ۹۰ هزار است (۱۳). کلسی‌تونین ماهی‌ها نسبت به انواع هومولوگ با قدرت بیشتری به رسپتورهای کلسی‌تونین پستانداران متصل می‌شود. در عین حال بعضی از اثرهای قدرتمند کلسی‌تونین ماهی قزل‌آلا به‌خاطر اتصال به رسپتورهای بیشتر است (۹). قدرت اثر هورمون ماهی آزاد در انسان زیاد و تقریباً یک صد برابر کلسی‌تونین انسانی است. قدرت زیاد کلسی‌تونین در ماهی تا حدودی ناشی از مقاومت بیشتر آن در برابر عمل تخریبی بافت‌های محیطی است (۱۵). اهمیت فیزیولوژیک تعداد زیاد رسپتورهای کلسی‌تونینی در استئوکلاست‌ها هنوز نامشخص است، ولی شاید برای ایجاد حساسیت بیشتر استئوکلاست‌ها به کلسی‌تونین باشد (۹). مکانیسم نحوهٔ اثر کلسی‌تونین بر یاخته روشن نیست. کلسی‌تونین و پاراتورمون بر توده‌های یاخته‌ای یکسان اثر می‌کنند، ولی رسپتورهای آن‌ها متمایزند. آنچه مورد سؤال است، این است که کلسی‌تونین و پاراتورمون اثرهای متضادی بر توده‌های یاخته‌ای یکسان اعمال می‌کنند، در حالی که هر دو محرک آدنیلات سیکلازند. غلظت کلسیم سیتوسل می‌تواند جوابگوی این سؤال باشد. براساس تحقیقات انجام شده ورود کلسیم به داخل یاخته به‌طور غیرفعال صورت می‌گیرد و خروج آن از یاخته فعالانه انجام می‌پذیرد. کلسیم درون‌یاخته یا به‌صورت آزاد در سیتوسل قرار دارد، یا به شکل پیوسته در اندامک‌های یاخته جمع می‌شود. کلسیم می‌تواند در داخل اندامک‌ها به‌سرعت به سیتوسل برگردد (۱۵). دانشمندان معتقدند که کلسی‌تونین غلظت کلسیم را در سیتوسل کاهش می‌دهد و این عمل را از طریق افزایش خروج کلسیم در اثر فعال ساختن مکانیسم خروج کلسیم در غشای یاخته و یا از دیاد دریافت کلسیم به‌وسیله میتوکندری انجام می‌دهد. نکتهٔ درخور توجه وجود یک واسطه داخل یاخته‌ای برای اثر کلسی‌تونین در مبادلهٔ کلسیم توسط میتوکندری‌هاست که باید ماهیت آن مشخص شود (۱۵).

**دانشمندان
معتقدند که
کلسی‌تونین
غلظت کلسیم
را در سیتوسل
کاهش می‌دهد
و این عمل را از
طریق افزایش
خروج کلسیم
در اثر فعال
ساختن مکانیسم
خروج کلسیم در
غشای یاخته و
یا از دیاد دریافت
کلسیم به‌وسیله
میتوکندری انجام
می‌دهد**

**ژن‌های
کلسی‌تونین و
پپتید وابسته به
ژن کلسی‌تونین
در تیروئید و
بافت عصبی
ترجمه می‌شوند.
در حالی که
کلسی‌تونین به
مقدار بیشتری
فقط در تیروئید
تولید می‌شود**

محافظت می‌کند. مهم‌ترین اثر محیطی پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین این است که تعدیل‌کننده جریان خون موضعی است (۹).

● **اثر بر سیستم عصبی مرکزی:** پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین به‌عنوان نورومدولاتور^{۲۲} و میانجی عصبی اثرهای مشخصی دارد. این ماده همراه با ماده P در تعدادی از سلول‌ها، به‌ویژه در نرون‌های شاخ خلفی نخاع، یافت می‌شود و به‌نظر می‌رسد در انتقال ایمپالس‌های حسی نقش دارد. کشفیات اخیر نشان می‌دهد که پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین سنتز رسپتورهای استیل‌کولین را از طریق یک مکانیسم وابسته به cAMP کنترل می‌کند. این کشف پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین را به‌عنوان یک ماده نورواکتیو^{۲۳} معرفی می‌کند. پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین با غلظت بالا در اعصاب اطراف رگ‌ها و پلاسمایافت می‌شود. تجویز کلسی‌سین به رت‌های جوان، پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین را بلوکه می‌کند ولی بر کلسی‌تونین پلاسمای اثری ندارد که این امر نشان‌دهنده منشأ عصبی آن است (۹). در رت‌های پیر، تیروئید منبع اصلی پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین پلاسماست؛ ولی در انسان این وضعیت مشخص نیست. احتمال دارد که پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین پلاسمایی در انسان بیشتر منشأ عصبی داشته باشد تا تیروئیدی (۹).

اثرهای فیزیولوژیک کلسی‌تونین

اگر مقدار ناچیزی کلسیم وارد معده شود، به‌طوری‌که حتی ایجاد هیپرکلسیمی قابل ملاحظه‌ای نکند، کلسی‌تونین پلاسمای چند برابر افزایش پیدا می‌کند. تصور می‌شود که بعضی از فاکتورهای روده‌ای - معدی در صورت افزایش کلسیم نقش تحریک‌کنندگی ترشح را داشته باشند. گاسترین و کوله‌سیستوکنین محرک‌های قدرتمند ترشح کلسی‌تونین هستند. در رت گاسترین باعث آزادسازی کلسی‌تونین نمی‌شود، در بیماری هیپرگاسترینمی یا افزایش گاسترین کلسی‌تونین خون افزایش می‌یابد (۱). چون ترشح کلسی‌تونین از سلول‌های پارافولیکولار ارتباط مستقیمی با کلسیم دارد، تصور می‌شود که اعمال کلسی‌تونین در ارتباط با جلوگیری از هیپرکلسیمیست. مخصوصاً کلسی‌تونین از هیپرکلسیمی که بعد از تغذیه در نتیجه جذب کلسیم غذا به‌وجود می‌آید، جلوگیری می‌کند. کلسی‌تونین همچنین مینرالیزاسیون یا معدنی شدن استخوان از طریق کلسیم جذب‌شده در شیر نوزاد حیوانات را تحریک می‌کند. به‌علاوه کلسی‌تونین استخوان‌ها را در طول دوره‌های استرس (مثل حاملگی، شیردهی و

فیزیولوژی و چگونگی عمل کلسی‌تونین

درک نقش فیزیولوژیک کلسی‌تونین و کنترل سنتز و ترشح آن بدون در نظر گرفتن عمل پپتیدهای دیگر ژن کلسی‌تونین، یعنی کاتاکالین و پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین غیرممکن است. به‌همین منظور ابتدا به‌طور خلاصه به بررسی آن‌ها خواهیم پرداخت.

کاتاکالین

کاتاکالین، پپتید چسبیده به انتهای C پایانه پیش‌ساز آلفا کلسی‌تونین است و با نسبت مولی مساوی همراه کلسی‌تونین ترشح می‌شود. ابتدا تصور می‌شد که کاتاکالین اثری مشابه اثر حاد کلسی‌تونین در حیوانات آزمایشگاهی و در محیط کشت استخوان دارد. این پپتید باز جذب کلسیم استخوان توسط استئوکلاست‌ها را متوقف نمی‌کند و اثرهای حاد مشخصی در انسان ندارد. مشاهدات تجربی این تصور را تقویت می‌کنند که کاتاکالین دارای اثرهای زیستی در کشت استخوان است و این امکان وجود دارد که ترشح مولی یکسان آن با کلسی‌تونین نشان‌دهنده اثرهای فیزیولوژیک آن است که البته باید کشف شود. در عوض عده‌ای از محققان اثرهای مهم فیزیولوژیکی برای کاتاکالین قائل نمی‌شوند (۹).

پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین (CGRP)

این هورمون حداقل ۳ اثر مهم دارد:

● **اثر بر کلسیم پلاسمای:** پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین اثرهای مشابه کلسی‌تونین در رت دارد. ولی دوز آن ۲ تا ۳ برابر کلسی‌تونین انسان است. این پپتید کلسیم پلاسمای را کاهش می‌دهد و جذب کلسیم استخوان توسط استئوکلاست‌ها را متوقف می‌کند. پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین در خرگوش هم اثرهای مشابه کلسی‌تونین دارد، ولی قدرت آن به اندازه کلسی‌تونین انسان نیست. دوزهای بالای پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین در خرگوش اثرهایی مشابه پاراتورمون (در بالا بردن کلسیم پلاسمای) دارد (۹).

● **اثر بر سیستم قلبی عروقی:** پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین، قوی‌ترین گشادکننده رگی شناخته شده است و وقتی به انسان تزریق شود وازودیلاسیون عمومی و شدید ایجاد می‌کند. همچنین وقتی مستقیماً به سرخرگ کرونر تزریق شود، اثرهای شدیدی در جریان کرونری ایجاد می‌کند. اثرهای مشابه پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین در رگ‌های مغزی هم مشاهده شده است. آزادسازی موضعی پپتید وابسته به ژن کلسی‌تونین در مغز از نتایج زیان‌آور تنگ‌شدگی

اثر کلسی تونین بر کلسیم پلاسما، برخلاف هورمون پاراتورمون، وابسته به ویتامین D نیست. شواهد نشان می‌دهند که کلسی تونین دارای اثر مستقیم بر سوخت‌وساز فسفات است (۱۵).

تأثیر کلسی تونین بر کلیه

کلسی تونین باعث فسفاتوری می‌شود که در واقع اثر غیرمستقیم آن در برابر افزایش ترشح هورمون پاراتورمون است. هورمون اخیر در کاهش کلسیم خون به واسطه کلسی تونین ترشح می‌شود. بنابراین، در حیوانی که غده تیروئید آن را برداشته باشند یا از راه وریدی کلسیم را آهسته به خون حیوان تزریق کنند، اثر فسفاتوریک کلسی تونین مشاهده نمی‌شود (۱۵). کلسی تونین دفع کلسیم را از ارادر افزایش می‌دهد. این عمل را می‌توان با تجویز کلسی تونین به موش‌های سالم و موش‌هایی که پاراتیروئید آن‌ها را برداشته‌اند، مشاهده کرد. چنین به نظر می‌رسد که کلسی تونین دارای اثر بازدارندگی خاصی در جذب مجدد کلسیم توسط لوله‌های کلیوی است (۱۵). کلسی تونینی یا افزایش کلسی تونین در انسان، کلسی‌اوری موقتی ایجاد می‌کند و کلسیم سرم را به‌طور قابل ملاحظه‌ای پایین می‌آورد. چنانچه تجویز کلسی تونین ادامه پیدا کند، دفع کلسیم نقصان پیدا می‌کند؛ زیرا ظرفیت تصفیه تکاپوی دفع کلسیم اضافی را نمی‌کند (۱۵). به نظر می‌رسد اثر کلسی تونین بر کلیه با افزایش CAMP در یاخته‌هایی انجام می‌شود که تحت تأثیر پاراتورمون و هورمون ضدادراری هستند. همچنین به نظر می‌رسد مقادیر فیزیولوژیک کلسی تونین اثر چندانی بر اعمال کلیه ندارند، بلکه فقط مقادیر فارماکولوژیک کلسی تونین سبب افزایش دفع فسفر و به مقدار کمتر کلسیم می‌شوند (۱۸).

تأثیر کلسی تونین بر دستگاه گوارش

اثر کلسی تونین بر دستگاه گوارش دارای اهمیت چندانی نیست. مقادیر زیاد هورمون در حیوانات سبب کاهش جذب کلسیم و در انسان، سبب افزایش جذب کلسیم (احتمالاً از طریق ایجاد هیپوکلسمی و تحریک ترشح پاراتورمون) می‌شود. همچنین مقادیر زیاد هورمون سبب تأخیر در تخلیه معده، کاهش ترشح اسید معده و افزایش ترشحات رودای می‌شود (۱۸). کلسی تونین بر عبور سایر الکترولیت‌ها از لوله‌های معدی - رودای هم تأثیر می‌گذارد. مطالعات تجربی نشان می‌دهند که ورود کلسی تونین با دوز کم به روده موش، مانع افزایش جذب کلسیم که بر اثر ویتامین D تحریک شده است می‌شود. ولی با مقادیر زیاد، عبور کلسیم از روده

محرومیت طولانی کلسیمی) علیه از دست دادن کلسیم محافظت می‌کند (۱). تزریق زیرجلدی کلسی تونین در رت و میمون رزوس مانع جذب کلسیم غذا می‌شود. در انسان کاهش شدید وزن بدن ۲۴ تا ۳۶ ساعت بعد از یک تزریق زیرجلدی مشاهده می‌شود و تزریقات داخل بطنی آن در رت بازدارنده تغذیه است. این نتایج به این نکته اشاره می‌کنند که کلسی تونین اثرهای فیزیولوژیک مناسبی بر سیستم عصبی مرکزی دارد. علاوه بر این، تصور می‌شود کلسی تونین درون‌زا^{۲۴} در تنظیم تغذیه و اشتها، به‌ویژه در دوران کودکی، شیردهی، یا از دست دادن کلسیم، نقش مهمی داشته باشد. کلسی تونین در تنظیم متابولیسم ویتامین D به‌طور مستقیم مؤثر است و با اثر بر توپول‌های نزدیک کلیوی تولید ۱-۲۵ دی هیدروکسی ویتامین D را افزایش می‌دهد. این نقش فیزیولوژیک به‌ویژه در دوران حاملگی و رشد جنین خیلی مهم است (۱). منبع کلسی تونین در مهره‌داران غیر پستاندار، غده التیموبرانشیال است. بررسی‌های انجام شده روی سلول‌های این غده نشان داده است که سکرین، گلوکاگون و پنتاگاسترین ترشح کلسی تونین را تحریک می‌کنند (۱). اثر کاهش‌دهندگی کلسیم پلاسما (هیپوکلسمیک) نوعی اثر بازدارندگی کوتاه‌مدت کلسی تونین با اثر بر استئوکلاست‌هاست. توقف فعالیت استئوکلاستیک (حفر کردن استخوان) جریان کلسیم از استخوان به خون را کاهش می‌دهد و به این ترتیب باعث کاهش میزان کلسیم پلاسما می‌شود.

اثر حاد کلسی تونین بر فعالیت استئوکلاست‌ها با اثر مزمن آن همراه است. وقتی کلسی تونین به‌مدت طولانی به افراد دارای بیماری پازه^{۲۵} تجویز شود، مشاهده می‌شود که تعداد استئوکلاست‌ها در طی چندین ماه کاهش می‌یابد. آیا این یک اثر مستقیم کلسی تونین بر استئوکلاست‌هاست یا نتیجه غیرمستقیم بازداشتن فعالیت استئوکلاستی است؟ لازم است ذکر شود که بیماری پازه همراه با افزایش فعالیت استئوکلاستیک است. هورمون کلسی تونین اثرهای دیگری هم دارد: کلسی تونین دفع سدیم، کلسیم و فسفات را از طریق ارادر افزایش می‌دهد (۹).

آثار کلسی تونین

تجویز کلسی تونین به حیوانات تجربی موجب کاهش فوری کلسیم پلاسما، کلسیم غیر قابل عبور از صافی، کلسیم یونیزه و فسفات غیر آلی می‌شود. در آزمایشگاه فسفات بازدارندهای مؤثر در تحلیل رفتن استخوان است. نسبت فسفات به کلسیم در رژیم غذایی واکنش هیپوکلسمی را نسبت به کلسی تونین افزایش می‌دهد.

**تجویز
کلسی تونین به
حیوانات تجربی
موجب کاهش
فوری کلسیم
پلاسما، کلسیم
غیر قابل عبور از
صافی، کلسیم
یونیزه و فسفات
غیر آلی می‌شود**

**پتید وابسته به
ژن کلسی تونین،
قوی ترین
گشاد کننده
رگی شناخته
شده است و
وقتی به انسان
تزریق شود
وازدیلاسیون
عمومی و شدید
ایجاد می کند**

- 5-Nail
- 6-paget's disease
- 7-conformation
- 8-Katacalin
- 9- calcitonin gene-related peptide =CGRP
- 10- differential processing
- 11-splicing factor
- 12-mask polyadenylation site
- 13- connecting differential
- 14-CT-like peptid
- 15- co-secre
- 16-MCT
- 17-CO-storage
- 18-rMCT6-23
- 19-Adenosine a1 receptor
- 20-pertussis toxine
- 21- serpentine
- 22- neuromodulator
- 23- neuroactive
- 24-endogene
- 25-paget disease
- 26-howshipslacunae

*** منابع**

۱. منتظمی، کامبیز. هورمون ها. چاپ اول، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۸.
۲. رهبانی، محمد و نوری، محمد. بیوشیمی هورمون ها. چاپ اول، تبریز، انتشارات ذوقی، ۱۳۷۹.
۳. گایتون، آر. تور. فیزیولوژی پزشکی. ترجمه فرخ شادان، چاپ اول، تهران، چهر، ۱۳۸۰.
۴. عزیزی، فریدون. فیزیولوژی غده های مترشح داخلی. چاپ سوم، تهران، شهید بهشتی، ۱۳۷۹.
5. Mac E Hadley, (19), Endocrinology, PRENTICE HALL, 1997
6. Matsomoto, A., and Ishii, S., (1987), Atlas Of Endocrine Organs, Kodansha Ltd., Tokyo.
7. Bone, Q., et al., (1995), Biology Of Fishes, Champan and Hall Press, London.
8. Lagrier, K.F., et al., (1977), Ichthyology, Jones and Sons Press, NEW YORK.
9. Young, Z.J., (1981), The Life Of Invertebrates, clarendon Press, Lndon.
10. Thellhou-Lahille, F., and et al., (1993), influence of calcium and vitamin D deficient.... GEN. and COM. Endocrinol. 89, 195-205.
11. Weiss, L., Greep, R.O., (1977). Histology, mcgrow-hill book COM., USA.
12. C Opp, D.H., (1992), calsitonin: Discovery and Developm ent, Endocrinology, 131:1007-1008.
13. Degroot, L.J., (1989), Endocrinology, Vol. 2, second edition, W.B. Sanders Com. USA.
14. Rawn, J.D., (1989), Biochemistry, Towson state University, Carolina Biological Supply Com., USA.
15. Zink, A. and et al., (1995), Adenosine A1-receptors inhibit cAMP and ca Mediated CT secretion in cells. Horm. Metab. Res., 21(9):408-14.
16. Findlay, D.M., et al., (1980), CT1.25(OH)2D3 receptors in human breast cancer cell line. cancer res. 40(12):4764-7.
17. Martin, T.J., (1980) CT receptors in a clined human breast cancer cell line (MCF7). Biochem. Biophys. res. commun. 69(1):150-6.
18. ganong, W.F., (1993), reviw Of Medical Physiology , Sixteenth edition , Appleton and Lange, New York.

افزایش می یابد (۱۵). علاوه بر این مشاهده شده است که با تزریق داخل وریدی کلسی تونین ماهی آزاد به انسان، آب، سدیم، پتاسیم و کلر از دوازده به طور قابل ملاحظه ای ترشح می شوند (۱۵).

تأثیر کلسی تونین بر استخوان

بر اساس شواهد، اثر عمده کلسی تونین توقف فرایند تحلیل استخوان است. مطالعات محیط زنده و نیز مطالعات آزمایشگاهی، با استفاده از کلسیم رادیواکتیو، به خوبی این اثر را نشان می دهد. استئوکلاست ها که سلول های چند هسته ای و از ترکیب چندین سلول تک هسته ای به وجود می آیند، نقش باز جذب و تحلیل استخوان را بر عهده دارند. این سلول ها در دیواره لاکونا های باز جذبی^{۳۶} قرار می گیرند و با ترشح آنزیم های پمپ پروتون ATP^{۳۷} از و کربنیک آنهیدراز باعث اسیدی شدن pH محیط می شوند. در این pH اسیدی فاز معدنی استخوان به خوبی حل می شود. در روند باز جذب ماتریکس استخوان که عمدتاً از کلاژن است، باز جذب می شود و آمینواسیدهای هیدروکسی پرولین و هیدروکسی لیزین که از تجزیه پپتیدهای کلاژن حاصل می شود، عمدتاً از طریق ادرار دفع می شوند (شاخص باز جذب کلاژن) (۹). از سوی دیگر، کلسی تونین از دفع ادراری هیدروکسی پرولین می کاهد. به علاوه در کشت بافت، هورمون مزبور مانع آزاد شدن هیدروکسی پرولین از استخوان می شود. مجموعه این اطلاعات نشان می دهند که کلسی تونین با اثر مستقیم خود مانع تحلیل رفتن استخوان می شود. همچنین، دریافته اند که کلسی تونین عمل تحلیل استخوان را که به وسیله پاراتورمون ایجاد شده است، متوقف می کند؛ لیکن پس از ۴۸ ساعت بافت نسبت به افزایش کلسی تونین واکنش نشان نمی دهد. علت آن را کاهش حساسیت استخوان نسبت به کلسی تونین می دانند که به پدیده فرار موسوم است. مکانیسم و اهمیت این پدیده روشن نیست (۱۵). کلسی تونین در کشت بافت استخوانی حیوان، تعداد استئوکلاست ها یا یاخته های تحلیل برنده استخوان را به سرعت کاهش می دهد. همچنین کلسی تونین از استئولیز استئولیتیک بر اثر پاراتورمون در افرادی که غده های تیروئید و پاراتیروئید آن ها را برداشته اند، جلوگیری به عمل می آورد.

*** پی نوشت ها**

- 1- copp
- 2- kumar
- 3-hirsch
- 4-pearse

دختران شاه ایرانی

محمد درویش

اگر نخستین جشن ملی انتخاب کتاب سال محیط‌زیست در ۲۵ آبان ۱۳۹۳ برگزار نمی‌شد، یادداشت پیش رو، شرح دلدادگی به این زیارویان بی‌رقیب سرزمین مادری است.

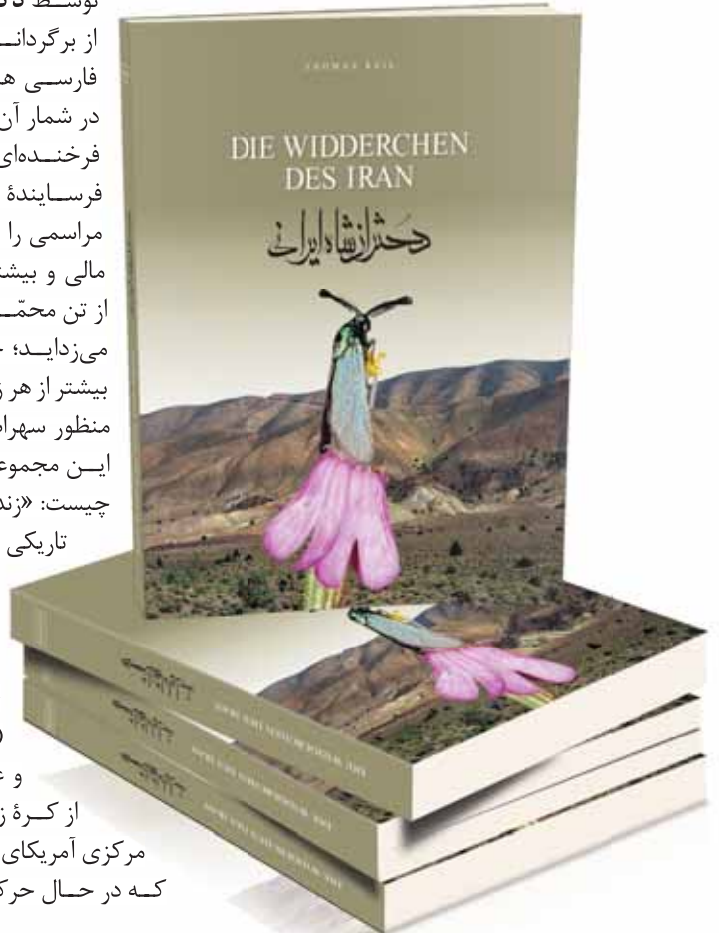
برگزاری نخستین جشنواره کتاب سال محیط‌زیست، فرصتی کم‌نظیر برای نگارنده بود تا با چند اثر متفاوت و چند انسان متفاوت‌تر آشنا شود. دختران شاه ایرانی، اثر حشره‌شناس برجسته آلمانی **توماس کابل**^۱ است که به صورتی هم‌زمان و در یک همکاری کم‌نظیر توسط **دکتر حسین رجایی** از برگردانی نغز و روان به زبان فارسی هم برخوردار شده است، در شمار آن رخدادهای رویدادهای فرخنده‌ای است که خستگی فرساینده ناشی از برگزاری چنین مراسمی را با کمترین حمایت‌های مالی و بیشترین نیش‌های ممکن! از تن محمد درویش و همکارانش می‌زداید؛ چرا که شاید اکنون بیشتر از هر زمان دیگری دریافته‌ایم منظور سهراب سپهری از آفریدن این مجموعه واژگان در کنار هم چیست: «زندگی، تجربه شب‌پره در تاریکی است...».

چند سال پیش فضانوردان ساکن در یکی از ایستگاه‌های خارج از قلمرو نیوار (اتمسفر)، نوری سیال و عجیب را در بخشی از کره زمین واقع در نواحی مرکزی آمریکای جنوبی تشخیص دادند که در حال حرکت بود. نخست گمان

بی‌گمان هر فردی با یک نظر متوجه می‌شود که کتاب «دختران شاه ایرانی»، تفاوتی محسوس و کیفیتی متمایز نسبت به اغلب هم‌تایان خود دارد. کافی است مجال و فرصت درخوری برای تأمل و تعمق در این شاهکار کم‌نظیر فراهم شود تا شما هم با نگارنده هم‌نظر شوید که رخداد انتشار دختران شاه ایرانی تا مدت‌ها چون برگی زرین در تاریخ انتشارات آثار فاخر علمی درباره ایران خواهد درخشید؛ رخداد دلپذیری که توفیق آشنایی با آن شاید برای صاحب این قلم مهیا نمی‌شد،

کردند شاید با نوعی سفینه فضایی با بشقاب‌پرنده گول‌آسا مواجه‌اند که تالو نور آن تا هزاران کیلومتر آن‌سوتر، در مقر ایستگاه فضایی‌شان منتشر شده است! در حالی که بررسی‌های دقیق‌تر نشان داد: آن بشقاب‌پرنده گول‌آسا و کهریابی، چیزی نیست جز مهاجرت دسته‌جمعی میلیاردها پروانه موسوم به مورفو که در جنگل‌های آمازون زندگی می‌کنند؛ شاهکاری بی‌بدیل از خلقت پروردگار که البته اگر این مجال فراهم شود تا پیش از تخریب زیست‌بوم مشترک‌مان، بر اثر آلودگی‌های نوع بشر، با دیگر آفریدگان خلقت هم مأنوس شویم، آنگاه شاید میزان شوریدگی، شگفتی و لذت ما از وجود میلیاردها زیستمند زیباروی دیگر در پیرامونمان چند صد برابر افزایش یابد. کافی است بدانیم که پروانه مورفو فقط یکی از مجموع ۵ میلیون گونه از حشرات است که ظاهراً در کره زمین حضور دارند و ما تاکنون فقط توانسته‌ایم ۲۰ درصد از آن‌ها را شناسایی و رده‌بندی کنیم. جالب آنکه تا چندی پیش در برخی از کشورهای آمریکای لاتین از همین پروانه‌های خانواده مورفو برای آفرینش رنگی متفاوت و جعل‌ناشدنی در اسکناس‌ها استفاده می‌کردند. چرا که رنگ بال آن‌ها، آبی صدفی متالیک است و زیر نور ماورای بنفش جلوه خاصی می‌یافت که مانع از جعل اسکناس می‌شد!

کافی است بدانیم که این موجودات کوچک و زیبا که در راسته پولک‌بالان از رده حشرات قرار می‌گیرند، آن قدر فواید پرشمارتر و مهم‌تری در چرخه حیات دارند که هرگز نوبت به جذابیت‌های بانکی‌شان نمی‌رسد! چرا که اگر بسیاری از پروانه‌ها، شب‌پره‌ها و شب‌پره‌های روزپرواز نبودند، پدیده زادآوری طبیعی گیاهان یا گرده‌افشانی با اختلالات جدی روبه‌رو می‌شد و علاوه بر آن، شمار بسیار زیادی از این حشرات، در دوره لاروی خود آفت‌هایی جدی و مخرب برای محصولات کشاورزی، درختان جنگلی و سایر گیاهان زینتی محسوب می‌شوند. عدم شناسایی مراحل





منتشر کرده است. این کتاب نفیس و ارزشمند که در آن اختصاصاً به شرح و معرفی ۶۷ گونه از زیگنیده‌های ایرانی می‌پردازد، پژوهشی ممتاز و بی‌رقیب است که به گفتهٔ حسین رجایی در گفت‌وگو با نگارنده، تاکنون برای هیچ گروهی از موجودات زندهٔ ساکن ایران زمین سابقه نداشته است. نگارنده علاوه بر انتشار تصاویری دست‌اول از تمام مراحل زندگی همهٔ گونه‌ها، عکس‌هایی منحصر به فرد از گیاهان میزبان و نیز زیستگاه‌های آن‌ها را نیز منتشر کرده است. ولی چیزی که این کتاب را حتی از همتایانش در اروپا و آمریکا نیز ممتاز ساخته، نقاشی‌های تمام‌رنگی تمام گونه‌های و نیز تنوع درون هر گونه، به سبک کتب کلاسیک تاکسونومی است. این نقاشی‌های آبرنگ توسط نقاش سرشناس آلمانی، خانم آنیا اسپیندلر و با دقتی توصیف‌نشده‌ای

**تا چندی پیش در
برخی از کشورهای
آمریکای لاتین از
همین پروانه‌های
خانوادهٔ مورفو برای
آفرینش رنگی متفاوت
و جعل‌ناشدنی در
اسکناس‌ها استفاده
می‌کردند**

لاروی و علایق غذایی این حشرات اغلب ما را به بی‌راهه می‌برد، زیرا ما با شیوه‌های مبارزهٔ ناصحیح تنها محیط‌زیست، خاک، آب‌وهوا را با مواد شیمیایی مختلف آلوده می‌کنیم.

برآورد می‌شود که فلات ایران زیستگاه افزون بر ۲۰ هزار گونه از انواع و اقسام حشرات است که از این منظر، وطن عزیز ما موقعیتی ممتاز و استثنایی در جهان دارد. موقعیتی که سبب شده تا از دیرباز حشره‌شناسان نامدار زیادی، از اروپا و آمریکا، ایران را بهشت حشره‌شناسی بنامند و بارها این سرزمین اسرارآمیز را وجب‌به‌وجب برای کشف و معرفی گونه‌های جدید حشرات و پروانه‌های زیبارویش درنوردند. یکی از این حشره‌شناسان هم توماس کایل آلمانی است که در کمتر از دو دههٔ اخیر بیش از چهل بار به ایران سفر کرده و به قول خودش، ایران وطن دوم اوست. او که علاقه خاصش در حوزهٔ پروانه‌شناسی به پروانه‌های روزپروازی موسوم به زیگنیده‌ها منحصر می‌شود، اخیراً حاصل یافته‌های منحصر به فردش در مورد ریخت‌شناسی، مراحل تکوین این حشرات (از تخم تا حشرهٔ بالغ)، رژیم غذایی، رفتارشناسی، بوم‌شناسی، تاکسونومی و نیز نحوه پراکنش همهٔ اعضای ایرانی شناخته‌شدهٔ این خانواده را با کمک یک هم‌وطن حشره‌شناس به نام دکتر حسین رجایی، همزمان به دو زبان فارسی و آلمانی



آن بشقاب پرندۀ غول آسا و کهربایی، چیزی نیست جز مهاجرت دسته جمعی میلیاردها پروانه موسوم به مورفو که در جنگل های آمازون زندگی می کنند

کشیده شده اند و با چاپی برجسته منتشر شده اند. از سویی نقشه های پراکنش که با وسواسی خاص آماده شده اند، قلمرو پراکنش تک تک گونه ها را با یک نگاه به خواننده نشان می دهند. نکته حائز اهمیت دیگر این کتاب انتشار دوزبانه آن به آلمانی و فارسی است. رجایی، مترجم این کتاب در پیشگفتار مترجم درباره ترجمه آن چنین نوشته: «وقتی او (مؤلف کتاب) از بخشی از نتایج آن همه سفر به ایران پرده برداشت و آنچه را تا آن زمان نگاشته بود نشان داد، کاری به غایت بی نظیر، و بی کم و کاست عالی دیدم. در کنار اطلاعات مفید برای هر گونه، با عکس های بی همتا و شگفت انگیزی تمام آنچه را در باب تک تک گونه ها و مراحل تکوینشان نگاشته بود، به تصویر کشیده بود و درست وقتی چشمانم از دیدن چنین مجموعه ای برق می زد، طرح های هنرمندانه خانم آنیا اسپیندلر را به من نشان داد تا اشک شوقم را ببیند. همین ها کافی بود تا سؤالی پر از حسرت بر دلم سنگینی کند که: اگر این کتاب فقط به زبان آلمانی منتشر شود، مردم سرزمین من چگونه باید آن را بخوانند؟ سؤالی که قبل از آنکه از سوی من پرسیده شود، از سوی او با پیشنهاد همکاری برای ترجمه کتاب به زبان فارسی پاسخ داده شد و این گونه بود که این افتخار را یافتیم تا مجموعه از اطلاعات ارزشمند و دست اول را درباره یکی از جذاب ترین گروه های

بال پولک داران ایران به زبان فارسی ترجمه کنیم».

اما چرا دختران شاه

می دانم که بسیاری از خوانندگان کنجکاو این سطور در پی کشف دلایل نام گذاری این کتاب با عنوان: «دختران شاه ایرانی» هستند. موضوعی که کشف آن برای نگارنده هم بسیار جذاب بود. این اسم در واقع اسم فارسی این بال پولک داران فریبا در افغانستان است. سال ها پیش، زمانی که پروفیسور «کلاوس نومان» (رئیس فقیه موزه تحقیقات جانورشناسی الکساندر کونیگ بن در آلمان و البته یکی از سرشناس ترین زیگنیدشناسان زمان خود) در یکی از سفرهای تحقیقاتی خود در افغانستان، اسم فارسی این حشره را از بومیان سؤال می کند، چنان از برازندگی این اسم برای این زیبارویان به وجد می آید که پس از بازگشت به آلمان آن را برای همکارانش تعریف می کند و از آن پس این اسم به عنوان نام فارسی این حشره ها در بین زیگنیدشناسان رسمیت می یابد... نامی که اکنون «توماس کایل» هم به احترام ایرانیان بر پیشانی کتاب ارزشمندش حک کرده است.

همان طور که ملاحظه می کنید، به رغم آنکه نیم قرن پیش، سهراب سپهری از

«تجربه شب پره در تاریکی» سخن گفته بود، انگار هستند شب پره هایی که زندگی را در روز هم تجربه می کنند! شمار گونه های شناخته شده گروهی که به طور سنتی شب پره خوانده می شوند در عالم به حدود ۲۰۰ هزار می رسد. حشراتی که ظاهراً مهم ترین تفاوتشان با پروانه ها یا روز پرک ها، همان طور که از نامشان آشکار است، فعالیت شبانه شان است. البته محققان اخیراً نشان داده اند که واژه های شب پره و روز پره به درستی گروه های تاکسونومیک طبیعی را در راسته بال پولک داران معرفی نمی کنند. اکنون مشخص شده است که گروه قابل توجهی از شب پره ها انحصاراً روز فعال هستند.

از جمله این شب پره های روز پرواز می توان به دختران شاه اشاره کرد که «توماس کایل» اکنون در مجموعه نفیس اش، قصه گونه های ایرانی شان را به تفکیک و با ذکر جزئیات دقیق زیستگاهی و خواش های بوم شناختی شان شرح می دهد زیبارویانی که اغلب آن ها اندمیک (انحصاری) ایران هستند و متأسفانه اگر دیر بجنبیم، ممکن است در اثر شتاب جریان های نابخردانه مخرب در سرزمین مادری، شرایط زیستگاهی شان چنان از وضعیت مطلوب دور شود که دیگر قادر به پذیرایی نه از دختران شاه و نه شمار زیادی از پری





با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های دانش‌آموزی

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

رشد کودک (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایه اول دوره آموزش ابتدایی)

رشد نوجوان (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 هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

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 هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

♦ رشد آموزش ابتدایی ♦ رشد تکنولوژی آموزشی

♦ رشد مدرسه فردا ♦ رشد مدیریت مدرسه ♦ رشد معلم

مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی تخصصی

(به صورت فصل‌نامه و چهار شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

- ♦ رشد برهان آموزش متوسطه اول (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره متوسطه اول)
- ♦ رشد برهان آموزش متوسطه دوم (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره متوسطه دوم)
- ♦ رشد آموزش قرآن ♦ رشد آموزش 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 زبان ♦ رشد آموزش ریاضی ♦ رشد آموزش فیزیک ♦ رشد آموزش شیمی ♦ رشد آموزش زیست‌شناسی ♦ رشد آموزش زمین‌شناسی ♦ رشد آموزش فنی و حرفه‌ای و کار دانش ♦ رشد آموزش پیش دبستانی

مجله‌های رشد عمومی و تخصصی، برای معلمان، مدیران، مربیان، مشاوران و کارکنان اجرایی مدارس، دانش‌جویان مراکز تربیت معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شود.

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

♦ تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸ - ۲۱

رویای دیگر در ایران نباشیم. دخترانی که تصویر یکی از آن‌ها - همان‌طور که ملاحظه می‌کنید - زینت‌بخش روی جلد این کتاب در منطقه گور سفید در ۴۰ کیلومتری شمال غربی سمنان است و در زیر آن از قول صائب تبریزی نوشته:

ترا داده‌ست زیبایی قماش

که در هر جامه‌ای زینده باشی

رفتار و شیوه آشکار شوریدگی «توماس کایل» در رویارویی با مواهب طبیعی ایران‌زمین، آشکارا آدمی را به یاد جمله حکیمانه آلبرت شوایتزر می‌اندازد که می‌گوید: «کسی که به طبیعت می‌پردازد، گرفتار شگفتی‌های حیات خواهد شد». همان حسی که می‌دانم سهراب سپهری هم با یاخته یاخته وجودش درک کرد؛ و گر نه چه دلیلی داشت تا برایمان بنویسد: «می‌دانم، سبزه‌ای را بکنم، خواهم مرد...». «توماس کایل»، در آخرین برگ از کتاب ۶۱ صفحه‌ای نفیس خود تصویری هم از گلزاری زیبا در ارتفاعات شاهکوه گلستان منتشر کرده که به اتفاق همسرش کریستینه - که در کار انتشار این کتاب دوشادوش توماس تلاش کرده است - به دوربین لبخند می‌زنند و این بیت از حضرت حافظ را آورده است:

گر بهار عمر باشد باز بر تخت چمن

چتر گل در سرکشی ای مرغ خوش‌خوان غم‌خور

گمان نبرم حرف دیگری باقی‌مانده باشد، جز آنکه انگار «توماس کایل» در طول سفرهای متعددش به سرزمین عزیز ما، نه تنها شیفته دختران شاه ایرانی که شیفته تمدن و ادبیات و فرهنگ ناب این بوم و بر مقدس و رفتار مردم صلح‌دوستش هم شده است! نه؟

باشد که ما هم قدر گوهری را که در آن زیست می‌کنیم بیشتر بدانیم. آمین.

* پی‌نوشت

1. Thomas keil

بررسی اثر سولفات منیزیم بر ساختار
و فراساختار مریستم رأس ریشه گیاه
گندم معمولی یا گندم نان
Triticum aestivum L.

با استفاده از میکروسکوپ‌های نوری و الکترونی گذاره (TEM)

بہر خ دو بختی

دییور زیست‌شناسی، منطقه ۳ تهران

چکیدہ

گندم گیاهی تک‌لپه از خانواده poaceae است که در تغذیه انسان، دام و طیور نقش بنیادی دارد. منیزیم از عناصر لازم برای رشد و نمو، سنتز کلروفیل و بنابراین مؤثر در فتوسنتز و عملکرد گیاهان است.

در این پژوهش نقش غلظت‌های متفاوت سولفات منیزیم بر گیاه گندم (*L. Triticum aestivum*) و تغییرات ساختاری و فزاساختاری دانه‌رست‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

بررسی ساختار تشریحی مریستم رویشی ریشه با استفاده از تثبیت نمونه‌ها در فیکساتور FAA گذراندن مراحل آماده‌سازی برای قالب‌گیری در پارافین، برش‌گیری با دستگاه میکروتوم، رنگ‌آمیزی برش‌ها با هماتوکسیلین-اوتوژین، مشاهده برش‌ها با میکروسکوپ نوری انجام و از نمونه‌های مناسب عکس تهیه شد. در بررسی‌های انجام شده مشاهده شد که تیمارهای سولفات منیزیم تغییراتی را در ساختار مریستم ایجاد کردند. به‌طور کلی تیمارها سبب فعال شدن منطقه خاموش در مریستم ریشه می‌شوند و سلول‌های کلاهک در مقایسه با شاهد ریزترند و فشردگی بیشتری دارند. بررسی فراساختاری سلول‌های مریستمی با T.E.M نشان داد که هسته سلول کمتر دستخوش تغییرات ساختاری شده و بیشترین تغییرات در دیواره سلولی و افزایش ناهمگن ضخامت دیواره و چین‌خوردگی زیاد آن و متعاقب آن، فراوانی پلاسمودسم و فراوانی لیزوزم بر اثر تیمار پدیدار شد.



برگ اشتراک مجله‌های رشد

نحوه اشتراک:

شما می‌توانید پس از واریز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت، شعبه سه‌راه آزمایش کد ۳۹۵، در وجه شرکت افست از دو روش زیر، مشترک محله شوید:

۱. مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشانی: www.roshdmag.com

ir و تکمیل برگه اشتراک به همراه ثبت مشخصات فیش واریزی.
۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شده اشتراک با پست سفارشی (کیی فیش را نزد خود نگه دارید).

◆ نام مجلات درخواستی:

◆ نام و نام خانوادگی: _____

◆ تاریخ تولد: _____

◆ تلفن: _____

◆ نشانی کامل پستی: _____

استان: _____

شهرستان: _____

خیابان: _____

پلاک: _____

شمارهٔ پستی: _____

شمارهٔ فیش بانکی: _____

مبلغ پرداختی: _____

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

امضا:

- نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
- وبگاه مجلات رشد: www.roshdmag.ir
- اشتراک مجله: ۱۴-۷۷۳۳۹۷۱۳/۷۷۳۳۵۱۱/۷۷۳۳۶۶۵۶-۷۷۳۳۶۶۵۶-۰۲۱

- ♦ هزینه اشتراک یکساله مجلات عمومی (هشت شماره): ۳۰۰/۰۰۰ ریال
♦ هزینه اشتراک یکساله مجلات تخصصی (چهار شماره): ۲۰۰/۰۰۰ ریال