ISSN:1606-9153

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

رشد آموزش

زیست شناسی ۱۰۹

فصلنامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی | برای معلمان، مدرسان و دانشجویان |
دورهٔ سی و دوم | شمارهٔ ۱ | پاییز ۱۳۹۷ | ۸۰ صفحه | ۲۶۰۰۰ ریال | پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵۰۴ |
www.roshdmag.ir

- به دنیای دیجیتال خوش آمدید
- ادراک حدّ نصابی باکتری‌ها
- رنگ‌آمیزی و مشاهدهٔ برش‌های گیاهی
- اثر ضدالتهابی گردوی ایرانی

بـه گونهٔ دیجیتال رشـد زیست‌شناسـی خوش‌آمدید.

mag.roshd.ir/zist

بسم الله الرحمن الرحیم

رشد آموزش
زیست شناسی ۱۰۹
فصلنامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی دورهٔ سی و دوم ▮ شمارهٔ ۱ ▮ پاییز ۱۳۹۷

به دنیای دیجیتال خوش آمدید سردبیر ۲
همکاری با ما به روش دیجیتال ۴
مواظب زیست‌رخنه‌گرها باشیم محمد کرام الدینی ۶
ادراک حدِ نصابی باکتری‌ها محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر ۹
اختلاف خلق از نام اوفتاد عرفان خسروی ۱۱
ساعت درونی ما؛ گفت‌وگو با مایکل یانگ دکتر مارک گزلان، ترجمه: مهرگان روزبه ۱۴
پروانه‌ها و زنبورهای وحشی ترجمه: محمدعلی ابوعلی ۲۵
حیات وحش عکس‌های شِما، احمد بحری ۳۴
دانشمندِ درون جانیس کک، ترجمه: محمد کرام‌الدینی ۳۸
چگونه زیست‌شناسی را آموزش دهیم مهرگان روزبه ۴۵
زمان مناسب برای تشریح فاطمه سادات نبی‌پور، میترا فربین ۴۸
نقدی بر فعالیت‌های تجربی در آزمایشگاه زیست‌شناسی مدارس رضا مقدسی ۵۳
بررسی وضعیت تربیت زیست‌محیطی در مدارس احمد اندوز ۵۷
ایجاد علاقه به درس زیست‌شناسی با برگزاری کارگاه برای دانش‌آموزان شهرستان درمیان فاطمه افشاری، زهرا زاهدی گل ۶۰
پزشکی بازساختی در مدارس کشور گفت‌وگو با دکتر پیمان کیهان‌ور ۶۴
رنگ‌آمیزی و مشاهدهٔ برش‌های گیاهی عزیز عذار ۶۷
استخراج DNA از سلول‌های موجود در بزاق دهان با روشی بسیار ساده زهره ترابی ۷۱
بررسی آلودگی باکتریایی میز دانش‌آموزان رویا اصانلو، فاطمه پازوکی و زهرا برزگر ۷۳
سومین کنفرانس زیست‌شناسی سامانه‌های ایران دکتر سیدعباس شجاع‌السادات ۷۶
پژوهش‌های معلمان ۷۸

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

مدیر مسئول: محمد ناصری
سردبیر: محمد کرام‌الدینی
مدیر داخلی: الهه علوی
هیئت تحریریه (به ترتیب الفبا):
دکتر عباس اخوان‌سپهی، سیّد علی آل‌محمد، دکترعلیرضا ساری، دکتر نظام جلیلیان، الهه علوی، دکترشهریارغریب‌زاده و دکتر حسین لاری یزدی
طراح گرافیک: زهره محمودی
نشانی دفتر مجله:
تهران، ایرانشهر شمالی، پلاک ۲۶۶
تلفن دفتر مجله: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، داخلی ۲۷۷
نمابر: ۰۲۱-۸۸۴۹۰۳۱۶
صندوق پستی مجله: ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
صندوق پستی امور مشترکین: ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱
تلفن امور مشترکین: ۰۲۱-۸۸۸۶۷۳۰۸
وبگاه:
www.roshdmag.ir
وبلاگ:
mag.roshd.ir/zist
پیام‌نگار:
zistshenasi@roshdmag.ir
karamadini@gmail.com
چاپ و توزیع: شرکت افست
شمارگان: ۳۴۰۰

فصلنامهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی در جهت ایجاد زمینهٔ مناسب برای تقویت مهارت‌ها و صلاحیت‌های حرفه‌ای معلمان، کمک به ارتقای دانش معلمان در زمینهٔ اصول و مبانی آموزش‌وپرورش؛ معرفی راهبردها، رویکردها و روش‌های آموزش زیست‌شناسی، کمک به ارتقای دانش معلمان نسبت به برنامهٔ درسی، ایجاد زمینهٔ مناسب برای هم‌اندیشی و تبادل‌نظر بین معلمان، کارشناسان و برنامه‌ریزان درسی برای بهبود یا رفع تنگناهای آموزشی، آشنا کردن معلمان با تازه‌ترین دستاوردهای علمی درزمینهٔ زیست‌شناسی، افزایش آگاهی‌های معلمان دربارهٔ رخدادهای علمی-آموزشی زیست‌شناسی در ایران و جهان و آشنایی بیشتر معلمان با مهم‌ترین مسائل موجود در زمینه‌های علمی-آموزشی منتشر می‌شود.

فصلنامهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی نوشته‌ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم‌وتربیت 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 تهیهٔ مقالات از راهنمای تألیف یا ترجمهٔ مقالات استفاده کنید. می‌توانید راهنمای تألیف یا ترجمهٔ مقالات برای فصلنامهٔ 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 از طریق وبگاه نشریه به نشانی mag.roshd.ir/zist ارسال کنید.
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 ارسالی 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 پیوستِ مقاله باشد.
پانوشت‌ها، پی‌نوشت‌ها و منابع باید کامل باشند. منابع باید شامل نام نویسنده، سال انتشار، نام اثر، نام مترجم، محل نشر، ناشر، و شمارهٔ صفحهٔ مورد استفاده باشد.
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 مبیّن 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 حسرت، گُل پاییزی ایران
Colchicum sp.

عکس از: مهندس حسن مقیمی

به‌دنیای دیجیتال خوش آمدید

شاید در نگاه نخست عبارت‌ها، جمله‌ها یا دستِ‌کم مضمون این نوشته به نظرتان تکراری بیاید؛ اما تکرار همیشه هم بد نیست؛ به‌ویژه وقتی موضوع نوینی در میان باشد که نیاز به روشنگری دارد. پس لطفاً صبور باشید و تا انتهای این سرمقاله با ما بمانید.

می‌گویند شخصی به‌نام هراکلیت در حدود ۲۵۰۰ سال پیش گفته است: «فقط تغییر دائمی است[۱]»؛ یعنی در این عالم هستی همه‌چیز درگذر و در تغییر است، به جز تغییر و تنها پدیده‌ای که ثابت و بدون تغییر می‌ماند، تغییر است. امروزه نیز دست‌درکاران آموزش معتقدند که یکی از مفاهیم کلی که باید به دانش‌آموزان آموزش داده شود، مفهوم تغییر است: تغییر در همه‌چیز، همه‌جا و همیشه.

صفحاتی که در پیشِ رو دارید نیز هم‌چون همهٔ چیزهای دیگر از مظاهر تغییرند. چند ده سال پیش، نشریهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی صورت و جایگاهی دیگر داشت: چاپ تک‌رنگ بر صفحاتی از جنس کاغذ کاهی؛ اما بسیار عزیز و پرکاربُرد. در آن روزگار رشد آموزش زیست‌شناسی یکی از معدود منابع دانش حرفه‌ای برای معلمان زیست‌شناسی بود. آن موقع هنوز شبکهٔ جهان‌گستر[۲] (اینترنت) جلوه‌گر نشده بود. در آن روزگار، دوره‌های جلد شدهٔ این نشریه در قفسه‌های کتابخانه‌ها از فرط مراجعه چرک و مستعمل می‌نمود.

در سوی دیگر، به‌ویژه در سال‌های اخیر، پیدایش و سپس رشد بسیار سریع فناوری‌های دیجیتال تغییرات بزرگی در زندگی روزمرهٔ ما ایجاد کرده‌اند. امروزه، مخاطبان ما در حال ترک کاغذ و روی‌آوردن به دنیای دیجیتال‌اند. کافی است اندکی به اطراف خود توجه کنیم؛ سرها را روی گوشی‌های تلفن یا تبلت‌ها افکنده می‌بینیم و انگشتان را در حال وب‌گردی، مطالعه یا در حال تبادل دائم پیام و پیامک مشاهده می‌کنیم. بی‌اغراق، در کوچه و خیابان، در مترو، تاکسی و اتوبوس، حتی در فروشگاه‌ها و ادارات و نیز در خانه‌ها و به‌ویژه در میهمانی‌ها افراد بسیاری می‌بینیم که در جهان بی‌پایان و بی‌کاغذِ دیجیتال سیر می‌کنند.

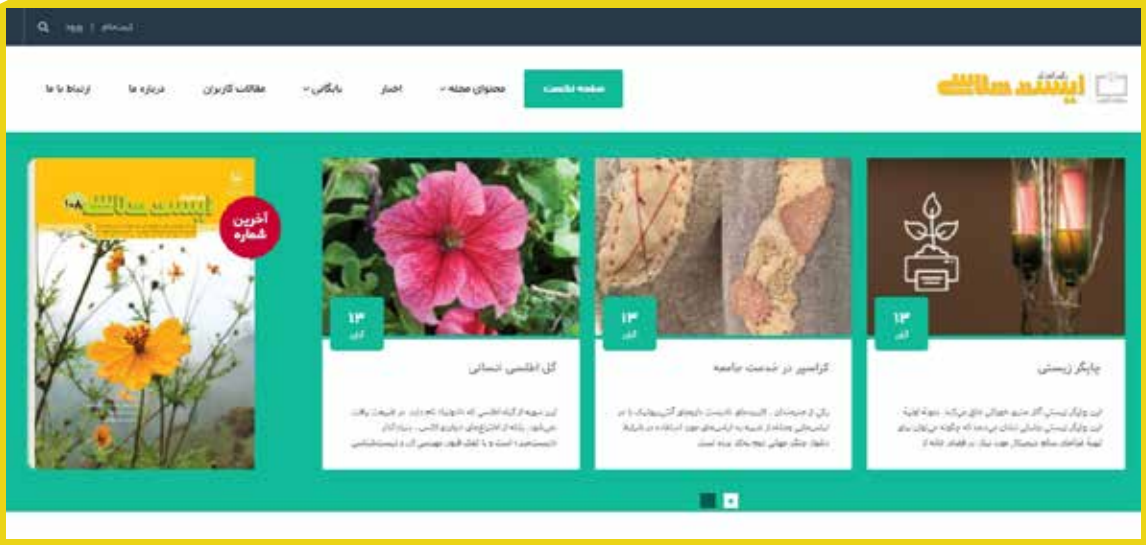
حرکت در مسیر دیجیتال

آری، امروزه روزگار دیگری است. دیگر لازم نیست معلم زیست‌شناسی چند ماه منتظر بماند تا نشریهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی از راه برسد و به پرسش‌های فوری و علمی او پاسخ دهد. اکنون اما، مخاطبانِ نشریهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی به منابعی فوری، عظیم و سهل‌الوصول از دانش در شبکهٔ جهان‌گستر دست یافته‌اند.

شبکهٔ جهان‌گستر تغییرات دیگری نیز پدید آورده است. چندی است قطاری در این شبکه به راه افتاده است: قطار دیجیتال شدن نشریات. نشریات چاپی یکی پس از دیگری واردِ دنیای دیجیتال می‌شوند. از سوی دیگر، افرادی که تعداد آن‌ها پیوسته رو به افزایش است، دیگر با نسخه‌های چاپی نشریات مورد علاقهٔ خود راضی نمی‌شوند، بلکه دوست دارند آن‌ها را به‌شکل دیجیتال در جیب بگذارند و در حال حرکت، در خودرو، در مترو، در سخنرانی یا در جلسه‌ای خسته‌کننده، در تاکسی یا در انتظار اتوبوس مطالعه کنند. امروزه، مخاطبانِ عصر جدید، بیش از همیشه دیجیتال‌گرا هستند. چندی است شماری از نشریات پرتیراژ و قدیمی جهان انتشار چاپی خود را متوقف کرده‌اند و به‌صورت دیجیتال منتشر می‌شوند. به علاوه، در سال‌های اخیر شمار نشریات فارسی‌زبان کشورمان که به‌صورت الکترونیک منتشر می‌شوند، بسیار افزایش و در مقابل، شمارگان چاپی آن‌ها کاهش بسیار یافته است. کاهش انتشار نشریات کاغذی و چاپی و تقویت نسخه‌های دیجیتال نشانه‌هایی از سرنوشت محتوم همهٔ مطبوعات جهان است[۳].

مزیت نشریات دیجیتال

در جهانی که وقت طلاست، بهره‌وری از زمان اهمیت بسیار دارد. نشریات دیجیتال به این بهره‌وری کمک می‌کنند؛ چون به راحتی قابل‌حمل‌اند؛ وزن و حجم فیزیکی ندارند و در دستگاه‌های جیبی جا می‌گیرند، ورق‌زدن و جست‌وجو در آن‌ها آسان‌تر



است. می‌توان مطالب آن‌ها را به‌آسانی به اشتراک گذاشت و مبادله کرد و به این ترتیب تعداد خوانندگان هر نوشته را افزایش داد. به دست آوردن نشریات دیجیتال بسیار آسان‌تر است؛ لازم نیست برای تهیهٔ آن‌ها به روزنامه‌فروشی‌ها مراجعه کنیم. مخارج توزیع آن‌ها نزدیک صفر است. از همه مهم‌تر، نشریات دیجیتال را می‌توان به‌صورت چندرسانه‌ای ارائه داد. مثلاً، کلیپ‌های صوتی یا ویدیویی شامل آموزش یا مصاحبه‌ها را می‌توان در این نشریات گنجاند. نشریات دیجیتال زیست‌محیطی و طرف‌دار محیط زیست هستند و برای چاپ، انتشار و توزیع آن‌ها کاغذ، مرکب و وسایل نقلیه مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. از همه مهم‌تر، نشریات دیجیتال تعامل بین مخاطبان را به حداکثر می‌رسانند.

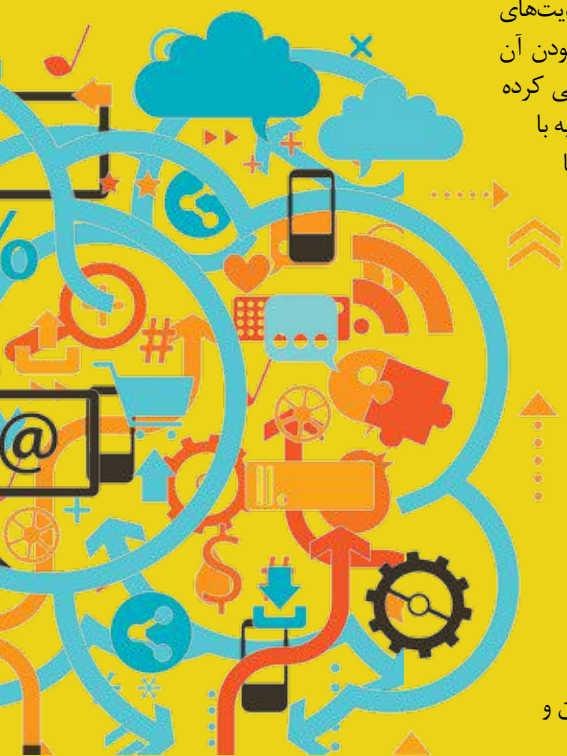
رشد دیجیتال

مجلات رشد نیز مدت‌هاست که پا به دنیای دیجیتال گذاشته‌اند و سال‌هاست که به‌صورت دیجیتال منتشر می‌شده‌اند. پرونده‌های به اصطلاح پی‌دی‌اف آن‌ها در مواقع مناسب پس از انتشارِ نسخه‌های چاپی، روی وب قرار می‌گرفته است، به‌گونه‌ای که همگان می‌توانسته‌اند از آن‌ها استفاده کنند؛ اما نسخهٔ پی‌دی‌اف کافی و پاسخگوی نیازهای امروزی مخاطبان نبوده است. لازم بود که این دیجیتال‌شدن گسترش یابد و متناسب با امکانات روز تکمیل‌تر شود. لازم بود مجلات رشد برای دیجیتال شدن از حداکثر توانِ وبِ جهان‌گستر استفاده کنند؛ یعنی به‌صورت چندرسانه‌ای منتشر شوند و در آن‌ها صدا، تصویر و ویدیو اَبَرمتن[4] را همراهی کنند.

ورود به دنیای دیجیتال

نشریهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی این افتخار را دارد که در چندرسانه‌ای‌کردن مجلات رشد سهمی اندک داشته و در این مورد پیشگام بوده است. لذا، مدتی است نسخهٔ چندرسانه‌ای نشریهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی پابه‌پای نسخهٔ چاپی روی شبکهٔ جهان‌گستر در دسترس است (https://mag.roshd.ir/zist). اگر به‌آن سر زده باشید، بی‌گمان متوجه چند تفاوت مهم گونهٔ دیجیتال با گونهٔ چاپی شده‌اید که مهم‌تر از همه دنیای بی‌مرز و بی‌انتهای دیجیتال است که محدودیت‌های گونهٔ چاپی را ندارد. دیگر، چندرسانه‌ای بودن آن است که آن را بسیار پرتوان‌تر از گونهٔ چاپی کرده است. اما، مهم‌تر از همه، تحول ارتباط نشریه با مخاطبان است. از این پس می‌توانید پیام‌ها و پرسش‌های خود را به‌طور مستقیم به ما بفرستید و پاسخ دریافت کنید. می‌توانید نوشته‌ها و مقالات خود را سریع‌تر به ما بفرستید و در هر لحظه وضعیت آن‌ها را مشاهده و پی‌گیری کنید. در این باره در صفحهٔ بعد، یعنی صفحهٔ بازتاب توضیح داده‌ایم.

گونهٔ دیجیتال نشریهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی برای شما تدارک دیده شده است. از آن بازدید کنید. نوشته‌های آن را بخوانید و با چند کلیک با ما بیشتر در ارتباط باشید. لطفاً به آن سربزنید، از مزایای آن بهره ببرید، خوبی‌های آن را به دیگران و معایب آن را به ما بگویید.



پی‌نوشت‌ها

1. only change is permanent - Heraclitus of Ephesus
2. www (World Wide Web)
3. http://www.irna.ir/fa/News/81960856/
4. Hypertext

همکـاری با ما به روش دیجیتـال

برای مشاهدهٔ گونهٔ دیجیتال نشریهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی به این نشانی بروید:

https://mag.roshd.ir/zist

صفحهٔ نخستِ این نشریه بخش‌های مختلف دارد:

◄ در بخش منو (بالای صفحه) این قسمت‌ها قابل مشاهده‌اند: «محتوای مجله»، «اخبار»، «بایگانی»، «مقالات کاربران»، «دربارهٔ ما» و «ارتباط با ما».

- در قسمت «محتوای مجله»، پیوندهایی برای ورود به بخش‌های مختلف مجله وجود دارد؛ مانند: «کندوکاو»، «یادداشت سردبیر»، «بازتاب»، «مرزهای نو»، «کوتاه و خواندنی»، «عکس‌های شما»، «پژوهش»، «تجربه»، «گفت‌وگو»، «پژوهش‌های دانش‌آموزان»، «پژوهش‌های معلمان»، «گزارش»، «فاوا (فناوری اطلاعات و ارتباطات)»، «نقد و نظر»، «تجربه‌های آموزشی»، «میراث مسلمانان»، «اخلاق زیستی»، «دیدگاه»، «یادداشت»، «تازه‌ها»، «محیط زیست» و «در کلاس درس». می‌توانید پس از کلیک روی هر کدام از این بخش‌ها وارد آن شوید و همهٔ مقاله‌هایی را که از شمارهٔ ۱۰۰ این نشریه به بعد در آن بخش منتشر شده است، بخوانید.

- در قسمت «اخبار»، برخی از آخرین خبرها و یافته‌های علوم زیستی و فناوری و نیز آموزش زیست‌شناسی را مشاهده می‌کنید.
- در قسمت «بایگانی» می‌توانید به شماره های قبلی مجله (از شمارهٔ ۱۰۰ به بعد) دسترس پیدا کنید و از مطالب قبلی نشریهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی بهره‌مند شوید. برای استفاده از شمارگان قبلی نیاز به خرید اشتراک مجله ندارید و می‌توانید به‌صورت رایگان به مطالعه و استفاده از آن‌ها بپردازید.

در صفحهٔ نخست، علاوه بر «منو»، بخش‌های دیگری هم وجود دارد: چند «خبر» کوتاه و «آخرین شماره» و در زیر آن‌ها: «آخرین مطالب»، «محبوب‌ترین مطالب»، «پربازدیدترین مطالب»، «پربحث‌ترین مطالب» و سپس در پایین‌ترین قسمت صفحه، «دربارهٔ ما»، «تماس با ما» و «پیوندها».

یکی از ویژگی‌های گونهٔ دیجیتال نشریهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی سهولت ارتباط شما با ما و آسانی ارسال مقالات و مشاهدهٔ وضعیت مقالات ارسالی است. با پر کردن فرمی که در بخش «ارتباط با ما» وجود دارد، می‌توانید به آسانی پیام‌های خود را به ما بفرستید. ما پس از مشاهدهٔ پیام شما پاسخ خواهیم داد.

از دیگر ویژگی‌های وبگاه، آن است که می‌توانید مقالات خود را برای ما ارسال و در هر لحظه وضعیت آن را پی‌گیری کنید. برای این کار، باید ابتدا ثبت‌نام کنید و وارد وبگاه شوید. این کار به آسانی انجام‌پذیر است. در هر صفحه از این نشریهٔ دیجیتال که باشید، می‌توانید ثبت‌نام کنید و وارد وبگاه شوید.

وقتی ثبت‌نام کردید و وارد شدید، چندین در به‌روی شما باز خواهد شد؛ از جمله خواهید توانست از طریق همین وبگاه با ما همکاری کنید.

اگر راه و چاه همکاری با ما را می‌دانید که هیچ، اما اگر می‌خواهید برای بار نخست نوشته‌ای آماده کنید و بفرستید، چند قسمت برای شما تدارک دیده شده است: «راهنمای نگارش مقاله برای رشد آموزش زیست‌شناسی»، «آموزش ارسال الکترونیک مقاله»، و «ارسال مقاله».

در قسمت «راهنمای نگارش مقاله برای رشد آموزش زیست‌شناسی» نوشته شده است: این مطلب برای کسانی نوشته شده است که دوست دارند با این نشریه همکاری کنند؛ اما راه و رسم کار را به‌درستی نمی‌دانند. در این بخش، قسمت‌های مختلفی وجود دارد: ویژگی‌های منحصربه‌فرد رشد آموزش زیست‌شناسی، جایگاه شما، جایگاه علم، لوازم نویسندگی=[قلم+کاغذ (یا رایانه)]+ موضوع، راه‌های ورود به دنیای روزنامه‌نگاران و نویسندگان علم، از کجا شروع کنیم، انتخاب قالب، زبان علم، نگارش فارسی، اصول کلی مقاله‌نویسی، انواع مقاله، انواع مقالات تحقیقی و چگونه مقاله بنویسیم.

در قسمت بعدی، یعنی آموزش ارسال الکترونیک، به‌طور مفصل راه و روش ارسال مقالات و پی‌گیری‌های بعدی همراه با تصاویر واضح و گویا شرح داده شده است. این قسمت سه بخش دارد: بخش اول، قبل از ارسال مقاله؛ بخش دوم، درج و ارسال مقاله و بخش سوم، بعد از ارسال مقاله.

این وبگاه برای ارائهٔ محتوا به شیوه‌ای جذاب‌تر، غنی‌تر، در دسترس‌تر، چندرسانه‌ای و به‌ویژه برای برقراری ارتباط مستقیم و آسان‌تر بین ما و شما طراحی شده است. پیشنهادات و نوشته‌های خود را به ما بفرستید و در بهبود نشریه مشارکت کنید.

مواظب زیست‌رخنه‌گرها باشیم

محمد کرام‌الدینی

کلیدواژه‌ها: زیست رخنه‌گر، ویرایش ژنوم، کریسپر.

زیست‌شناسان به‌تازگی پا به مرحلهٔ جدیدی از پیشرفت گذاشته‌اند؛ پیشرفتی سرشار از بیم و امید. اگرچه آنان مدت‌هاست موفق به کشف و تغییر ژنوم جانداران شده‌اند، اما به‌تازگی با به‌کار گرفتن فناوری‌های نوین ویرایش ژنوم و با پدید آمدنِ فناوریِ ویرایش ژنوم بحث‌های بسیاری در مجامع علمی- اجتماعی به راه انداخته‌اند. چندی است فناوری‌های ویرایش ژنوم، دست پژوهشگران را برای تغییر DNA آدمی نیز باز کرده است. قبلاً دربارهٔ تأثیر فناوری ویرایش ژن‌ها بر گونه‌های زنده مطالبی در این نشریه خوانده‌اید[1] و به علاوه، می‌دانید که تاکنون از فنون ویرایش ژنوم برای پیش‌گیری و درمان برخی بیماری‌های انسانی استفاده شده است. در این زمینه، پژوهش‌هایی در مورد بیماری‌های مختلفی از جمله اختلالات تک‌ژنی ، هموفیلی، فیبروز کیستی و کم‌خونی سلول داسی‌شکل انجام شده و نیز برای درمان و جلوگیری از بیماری‌های پیچیده‌ای مانند سرطان، بیماری‌های قلبی، بیماری‌های روانی و ویروسِ کاستی ایمنی انسانی (HIV) از این فنون استفاده شده است. در حال حاضر، بیشتر تحقیقاتی که در زمینهٔ ویرایش ژنوم انجام می‌شود، برای درک علل و عوامل برخی بیماری‌ها و با استفاده از سلول‌ها و مدل‌های جانوری انجام می‌شود. در همین حال، دانشمندان هنوز مطمئن نیستند که کاربردِ این نوع ویرایشِ ژنوم در انسان بی‌خطر و مؤثر باشد.

تاکنون حذف یا تغییر رمزهای بخش‌های خاص ژنوم‌ها به روش‌ها و با ابزارهای مختلفی انجام می‌گرفت؛ اما اخیراً یکی از این ابزارها که «کریسپر[2] کاس۹» (CRISPR-Cas۹) نام دارد، توانسته است پژوهشگران را سریع‌تر، ارزان‌تر، دقیق‌تر و کارامدتر به سرمنزل مقصود برساند. به‌همین علت این مولکول کوتاه، هیجان بسیاری در جوامع علمی ایجاد کرده است.

«کریسپر کاس۹» از یکی ازدستگاه‌های ویرایش طبیعی موجود در ژنوم باکتری‌ها گرفته شده است. باکتری‌ها تکه‌هایی از DNA ویروسی را می‌گیرند و از آن‌ها توالی‌هایی به‌نام«کریسپر» می‌سازند. توالی‌های «کریسپر» باکتری‌ها را توانا می‌کنند که توالی DNA ویروس‌های مهاجم را در حافظه داشته باشند. اگر این ویروس‌ها دوباره حمله کنند، باکتری‌ها با استفاده از این کریسپرها، DNAهای ویروسی را هدف قرار می‌دهند و از کار می‌اندازند. از ویژگی‌های مهم «کریسپر کاس۹» این است که در آزمایشگاه نیز مانند درون سلول باکتری کار می‌کند.

از سوی دیگر، امروزه ویرایش ژنوم بیشتر روی سلول‌های بدنی صورت می‌گیرد. این تغییرات تنها بر

بافت‌های خاصی از بدن تأثیر می‌گذارند و به نسل بعدی منتقل نمی‌شوند؛ اما اگر این ویرایش روی ژن‌های سلول‌های تخمک یا اسپرم صورت گیرد، تغییرات ممکن است به نسل‌های بعد منتقل شوند. نگرانی‌های اخلاقی از این است که افرادی از فناوری «کریسپر کاس۹» برای ویرایش و تغییر ژنوم سلول‌های جنسی یا جنین‌های انسانی استفاده کنند. اکنون پرسش عمومی این است که آیا استفاده از این فناوری برای افزایش و تقویت صفات انسانی طبیعی (مانند قد یا هوش) مجاز است؟ براساس نگرانی‌هایی که در این مورد وجود دارد، هم‌اکنون ویرایش ژنوم سلول‌های جنسی و جنین در بسیاری از کشورها غیرقانونی است.

حملهٔ زیست‌رخنه‌گرها به کدهای ژنوم انسان

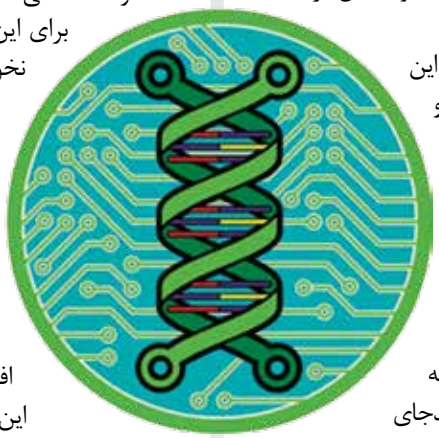
مهم‌تر از همهٔ آنچه گفتیم، ورود زیست‌رخنه‌گرها (زیست‌هکرها) به صحنه است. چندی است که زیست‌رخنه‌گرها در خارج از آزمایشگاه‌های تحقیقاتی، با کمک این فناوری ارزان و آسان، بخش‌هایی از ژنوم خود را دستکاری و ویرایش می‌کنند. مثلاً، حدود یک سال پیش، شخصی به‌نام «جوسیا زاینر[۳]» که بیوشیمی‌دان است و روزگاری یکی از کارکنان ناسا بوده است، در خارج از آزمایشگاه، به‌عنوان نخستین انسان برای ویرایش برخی از ژن‌های خود با «کریسپر» اقدام کرد. «زاینر» پس یک سخنرانی در مورد مهندسی ژنتیک انسانی که در یکی از شبکه‌های اجتماعی پخش می‌شد، در برابر چشم بینندگان یک آمپول و یک سرنگ برداشت و ماده‌ای به خود تزریق کرد. او قصد داشت با حذف ژن «میوستاتین» که رشد ماهیچه‌ها را محدود می‌کند، قدرت ماهیچه‌های خود را افزایش دهد. البته، ویرایش مشابهی در سال ۲۰۱۵ روی جنین سگ بیگل انجام شده بود؛ اما اکنون «زاینر» با تزریق «کریسپر» به‌خود تلاش کرد تا این ژن را خاموش کند.

البته، برخی معتقدند که این عملکرد «زاینر» احمقانه و کوته‌بینانه بوده است، چون ممکن است این کار عواقب ناخواسته‌ای، مانند آسیب به بافت‌ها، مرگ سلول‌ها یا تحریک دستگاه ایمنی و در نهایت پاسخ ایمنی حمله به ماهیچه‌ها را در پی داشته باشد. آنان هم‌چنین می‌گویند جای نگرانی نیست؛ چون بعید به نظر می‌رسد که فقط یک تزریق باعث تغییری پایدار شود؛ اما آنچه جای نگرانی دارد، آن است که این عمل «زاینر» نشان می‌دهد که امکان استفاده از فناوری ویرایش ژن برای افراد عادی در خارج از آزمایشگاه به‌صورتی که به «خودت انجام بده»[۴] معروف است، وجود دارد. اجماع عمومی بر این است که یک دورهٔ دو یا سه تزریق در هفته به‌مدت چند ماه برای مشاهدهٔ تغییر دائمی کافی است. ناگفته نماند که «زاینر» در اوکلند کالیفرنیا شرکتی به‌نام «اودین» دارد. او در این شرکت یک کیت برای فروش ارائه می‌کند و بدین طریق به دیگران اجازه می‌دهد تا راه او را ادامه دهند.

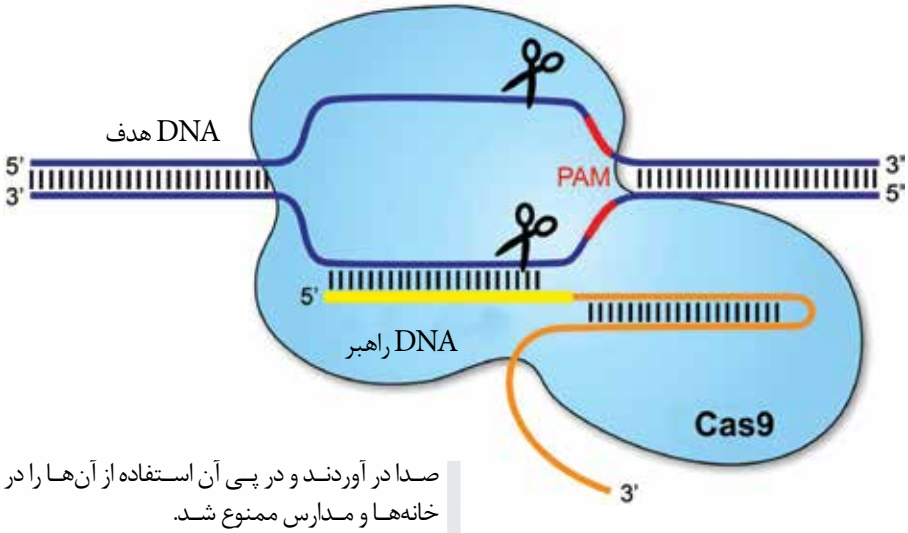
زیست‌شناسان معتقدند که این نوع عملکردِ «خودت انجام بده»، ممکن است دور از کنترل علم رسمی خطرناک به نظر برسد؛ اما زیست‌رخنه‌گرها نظر دیگری دارند و می‌گویند که تغییر ژنوم هر فرد در اختیار خود اوست. آنان می‌پرسند چرا به آسانی به افراد اجازه می‌دهیم که بدن خود را از طریق جراحی‌های زیبایی، خالکوبی و دیگر تغییرات افزونگی اصلاح کنند؛ اما کسی نباید ژنوم خود را تغییر دهد و اصلاح کند؟

حالا، به دنبال «زاینر»، افراد دیگری هم آماده می‌شوند تا با ژن‌های خود بازی کنند. زیست‌رخنه‌گر دیگری که ریچ لی نام دارد، کوررنگ است. او می‌گوید که می‌خواهد از کیتِ «زاینر» استفاده کند تا با کمک آن نه تنها کوررنگی خود را درمان کند، بلکه قوهٔ بینایی خود را نیز ارتقا دهد. او می‌خواهد با یک جهش ژنتیکی نادر به نام «تتراکروماسی» طیف فرابنفش را نیز مشاهده کند.

«دیویدایشی» یکی دیگر از زیست‌رخنه‌گرهاست که تلاش‌های قبلی او برای استفاده از «کریسپر» در سگ توسط ادارهٔ غذا و داروی آمریکا (FDA) متوقف شد و بی‌ثمر ماند. او حالا قصد دارد تا تودهٔ عضلانی خود را افزایش دهد. البته او برای این کار از «کریسپر» استفاده نخواهد کرد، بلکه می‌خواهد نسخه‌ای اضافی از ژنی را به سلول‌های خود تزریق کند. می‌دانیم در حالی که «میوستاتی» رشد ماهیچه‌ها را مهار می‌کند، « فو لیستا تین » جر م ماهیچه‌ها و متابولیسم را افزایش می‌دهد.



این زیست‌رخنه‌گرها اعتقاد



دارند که حق دسترسی و ویرایش ژن‌ها از حقوق اساسی هر انسان است. مثلاً، «ایشی» می‌گوید: «من معتقدم ژنوم هر فرد متعلق به خود اوست و فکر می‌کنم که افراد باید توانایی انتخاب نوع ژن‌هایی را که می‌خواهند، داشته باشند».

آیا باید شعار «بدنِ من، مالِ من» به حق ویرایش ژن‌ها نیز گسترش یابد؟ آیا تضمینی هست که اجازهٔ دسترسی به ژنوم و ویرایش آن و گسترش کاربرد «کریسپر» باعث پیدایش گروهی از «ابَرانسان‌ها» نخواهد شد که احساسات و توانایی‌هایی غیرعادی داشته باشند؟ آیا تفاوتی اخلاقی بین ویرایش ژن برای درمان بیماری‌ها و ویرایش ژن برای افزایش توانایی‌های انسان وجود ندارد؟ این پرسش‌ها چندی است که ذهن پژوهشگران، دانشمندان و اخلاق‌گرایان را به خود مشغول کرده‌اند.

پرسشی دشوار

عجیب است، چون کیت‌های «اودین» به لحاظ فنی دارو محسوب نمی‌شوند و ظاهراً «زاینر» نیز قصد ندارد روی کسی آزمایش‌های پزشکی انجام دهد، یا نمی‌خواهد دستگاه‌های پزشکی بفروشد و به‌علاوه، چون کار او هنوز در حد ویرایش خانگی ژنوم است، منع قانونی برای آن موجود نیست. در حال حاضر، در ایالات‌متحده و انگلستان آزمایش روی خود و کاربرد «کریسپر» نیز غیرقانونی نیست.

البته، این بی‌قانونی در همه‌جا صادق نیست. در آلمان، هر چیز که حتی کوچک‌ترین بویی از یوژنی بدهد، غیرقانونی است. کیت‌های مذکور در اوایل سال جاری زنگ‌های خطر را در باواریا به صدا در آوردند و در پی آن استفاده از آن‌ها را در خانه‌ها و مدارس ممنوع شد.

باید توجه داشت که اغلب زیست‌رخنه‌گرها قصد رخنه(هک)کردن ژنوم افراد دیگر را ندارند؛ بلکه مشتاق‌اند که به این طریق به دیگران کمک کنند و اطلاعات را به صورت شفاف به اشتراک بگذارند.

زیست‌رخنه‌گرها فکر می‌کنند که این کار ارزش ریسک کردن را دارد و هیچ دلیل اخلاقی وجود ندارد که از کار آن‌ها جلوگیری کند. آنان می‌گویند که درست نیست که ژنتیکِ انسان‌ها فقط حاصل شانس و اقبال باشد. این فناوری به انسان‌ها کمک می‌کند تا به ما حق انتخاب بدهد.

اکنون سؤال این است که چگونه باید اطمینان حاصل کنیم که ویرایش ژنوم ایمن و در دسترس مردمی است که ممکن است به طور کامل از خطرات «خودآزمونی» آگاه نباشند.

پی‌نوشت‌ها

۱. روزبه، مهرگان؛ هشدار! شاید ویرایش ژن‌گونه‌ها را برای همیشه تغییر دهد؛ رشد آموزش زیست‌شناسی؛ شمارهٔ ۱۰۲؛ بهار ۱۳۹۵.

۲. کریسپر (CRISPR) مخفف عبارت «Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats»، به معنی «تناوب‌هایِ کوتاهِ پالیندرومِ فاصله‌دارِ منظمِ خوشه‌ای» است.

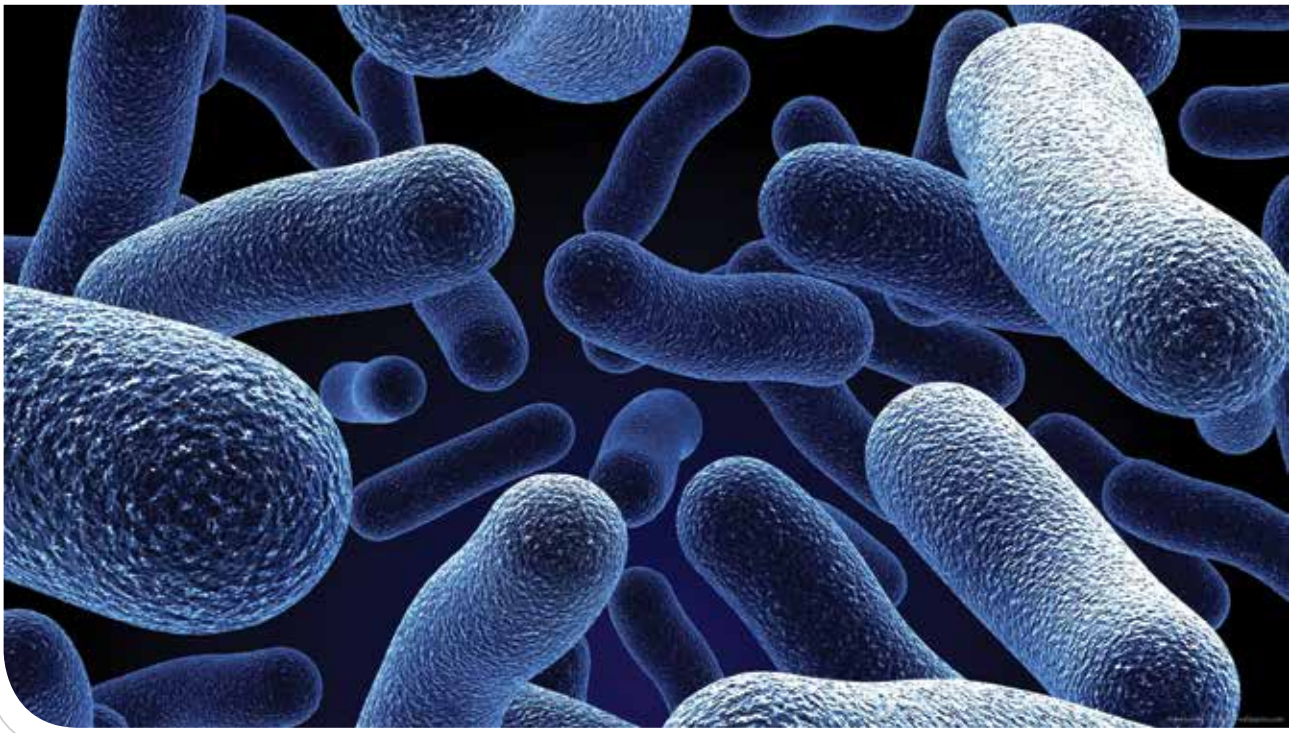
3. Josiah Zayner

٤. خودت انجام بده (Do it yourself یا DIY) اصطلاحی است به معنی تعمیر، اصلاح، ساختن یا انجام برخی کارهای فنی در خانه یا بیرون از خانه بدون کمک خواستن از متخصصان و استادکاران آن رشته.

5.The Odin
6. Biohacker
7. Rich Lee
8. Tetrachromacy
9. David Ishee
10. Myostatin
11. Follistatin

ادراک حدّ نصابی باکتری‌ها

محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر



کلیدواژه‌ها: رفتار جمعی باکتری‌ها، نظریهٔ ادراک حدّ نصابی، مولکول‌های تبلیغات‌چی.

اشاره

این مقاله براساس گفت‌وگویی که اخیراً مجلهٔ *دیسکاور* با زیست‌شناس نامی *بانی بسلر*[1] انجام داده است [۱]، در پی آن است که ضمن مروری بر زندگی او به تشریح نظریهٔ *ادراک حدّ نصابی* بپردازد. این نظریه، به‌طور خلاصه به بررسی رفتار جمعی باکتری‌ها در عملکردهای آن‌ها می‌پردازد.

سال‌ها پیش پس از خواندن کتابی[۲] از رفتار انسان‌مدارانهٔ ویروس‌ها در شگفت شدم. به‌خصوص عبارتی از آن کتاب به یادم مانده [نقل به مضمون] که ویروس‌های جنسی غریزهٔ جنسی مبتلایان به این بیماری‌ها را زیاد می‌کنند تا به این ترتیب آدم‌ها (ماشین‌ها) دستگاهی برای تکثیر آن‌ها باشند. اکنون که با *بانی بسلر* و کارهایش آشنا شده‌ام، دریافته‌ام که باکتری‌ها به مراتب هوشمندانه‌تر از ویروس‌ها رفتار می‌کنند و شاید چندان بیراه نگفته باشم که آن‌ها واقعاً خودآگاهی ویژه‌ای دارند که به مراتب انسان‌مدارانه‌تر است. در این مقاله می‌کوشم از خلال گفت‌وگویی که با *بانی بسلر* شده است به معرفی او و نظریهٔ *ادراک حدّ نصابی*[2] بپردازم. *بانی بسلر* زیست‌شناس مولکولی در سال ۱۹۶۲ در شیکاگو به دنیا آمد. او لیسانس خود را در بیوشیمی از دانشگاه کالیفرنیا در دیویس و PhD خود را از دانشگاه جان هاپکینز در زیست‌شناسی مولکولی گرفت و از سال ۱۹۹۴ استاد دانشگاه پرینستون است. *بسلر* می‌گوید: «باکتری‌ها بسیار پیچیده‌تر از آنی

باکتری‌ها می‌توانند تعداد خود را برای رسیدن به حد نصاب لازم برای انجام یک کنش ویژه ادراک کنند

هستند که ما می‌اندیشیم. آن‌ها زندگی جمعی دارند و از طریق زبان شیمیایی با هم صحبت می‌کنند که همین موجب تنظیم کنش‌های آن‌ها می‌شود، فرایندی که به *ادراک حدّ نصابی* مشهور است. از طریق این سامانهٔ ارتباطی شیمیایی، *باکتری‌ها می‌توانند تعداد خود را برای رسیدن به حدّ نصاب لازم برای انجام یک کنش ویژه ادراک کنند*. با رسیدن به آن حد نصاب، آن‌ها ضربهٔ نهایی را می‌زنند که این می‌تواند گاه با تولید نور همراه باشد و گاه با ایجاد یک سمّ کشنده، و این همان جنبهٔ خطرناک آن‌ها برای انسان است.

وقتی میلیون‌ها باکتری به‌طور همزمان مولکول‌های مهلکی ایجاد می‌کنند، نتیجه می‌تواند مرگبار باشد». پیش از *بانی بسلر* هیچ‌کس زبان باکتری‌ها را کشف رمز نکرده بود. *بسلر* در سال ۱۹۹۰ کشف کرد که باکتری‌ها می‌توانند با هم گفت‌وگو کنند، به طوری که با رسیدن به یک حدّ نصاب لازم تصمیم به انجام یک کنش را بگیرند. اکنون *بسلر* در آزمایشگاه خود در پرینستون در پی آن است که شاید بتواند جلوی این «پچ‌پچ» باکتری‌ها با یکدیگر را بگیرد که به گمان من در صورت موفقیت، بی‌گمان نوبل پزشکی را خواهد ربود ـ جایزه‌ای که مجموعهٔ افتخارات او تنها آن را کم دارد. اما او چندان امیدی ندارد که به این زودی‌ها موفق شود. «باکتری‌ها ۴ میلیارد سال سن دارند، در حالی که ما فقط ۲۰ سال است به این راز آن‌ها پی برده‌ایم». مسیری که *بسلر* تا رسیدن به این نقطه پیمود، از یک انتخاب نادرست آغاز شد. او در ابتدا می‌خواست دامپزشک شود. «دامپزشکی شغل خوبی است، ولی برای آدمی که مناسب این حرفه باشد. روزهایی را به یاد می‌آورم که با استخوان و ماهیچه و لخته‌های خون سروکار داشتم، چیزهایی که از آن‌ها بیزار بودم، و از آن بدتر باید خوک‌ها را هی می‌کردم و به چَرا می‌بردم. یک روز به خودم گفتم من از این کار بیزارم». در همین اثنا مادر *بسلر* بر اثر سرطان می‌میرد و این عامل دیگری می‌شود که او دانشی را بجوید که شاید به درمان مبتلایان به سرطان بینجامد. به سراغ استاد بیوشیمی‌ای به نام *فردریک تروی*[3] رفتم که روی سرطان کار می‌کرد و قبول کرد من به آزمایشگاه او بپیوندم. ولی او مرا سر پروژه‌ای در مورد باکتری‌ها گذاشت. البته من آن موقع مهارتی نداشتم و حتی نمی‌توانستم از پیپت استفاده کنم.

آن‌ها همهٔ کارهای یاخته‌های یوکاریوتی را انجام می‌دهند و همان‌طور که شما گلوکز می‌سوزانید، آن‌ها نیز این عمل را انجام می‌دهند

با این حال به خودم گفتم اگر سخت‌کوش باشم و خودم را به او نشان دهم، شاید مرا به پروژهٔ سرطانش منتقل کند» ولی اکنون او از آن گزینش سخت خرسند است، پروژه‌ای که او را عاشق باکتری‌ها کرد و دریافت که باکتری‌ها چگونه این‌قدر هوشمندانه رفتار می‌کنند. «*آن‌ها همهٔ کارهای یاخته‌های یوکاریتی را انجام می‌دهند و همان‌طور که شما گلوکز می‌سوزانید، آن‌ها نیز این عمل را انجام می‌دهند*». وقتی او به مدرسهٔ عالی جان هاپکینز رفت *سول روسمن*[4] استاد Ph.D او شد. پایان‌نامهٔ او در این زمینه بود که باکتری‌ها چگونه محیط اطراف خود را درک می‌کنند. در همان زمان او از پژوهانه‌ای باخبر شد که *ادارهٔ پژوهش‌های نیروی دریایی*[5] برای مطالعه روی چگونگی چسبیدن باکتری‌ها بر سطوح کشتی‌ها و زیردریایی‌ها ارائه کرده بود و از *روسمن* خواست که اجازه دهد که در نشستی شرکت کند که برای متقاضیان این پژوهانه گذاشته شده بود. یکی از سخنرانان *مایک سیلورمن*[6]، متخصص ژنتیک از *انستیتوی آگورون در لاجولا*[7] بود. سخنرانی او در این زمینه بود که چگونه سطح کشتی‌ها در شب می‌درخشند و اینکه ظاهراً باکتری‌ها برای ایجاد این درخشش با هم همکاری می‌کنند. او روی اینکه باکتری‌ها رفتار خودشان را «تنظیم می‌کنند» تأکید کرد. «این ایدهٔ حیرت‌آوری بود. من بلافاصله پس از پایان سخنرانی به بالای سن رفتم و از او خواهش کردم که دورهٔ پسادکترایم را با او بگذرانم». البته اکنون ما مثال‌های فراوانی از این دست داریم، *ولی تا آن موقع کسی متوجه این رفتار جمعی باکتری‌ها نشده بود.* پیش از این، میکروبیولوژیست‌ها باکتری‌ها را بسیار بَدَوی می‌پنداشتند و بر این باور بودند که آن‌ها قادر به هیچ رفتار ویژه‌ای نیستند. البته *وودی هستینگ*[8] از هاروارد در دههٔ ۷۰ با آزمایش هوشمندانه‌ای کشف کرده بود که اگر تعداد نوعی از باکتری‌های *بیولومینانس*[9] از مقدار معینی بیشتر شود، آن‌ها شروع به تابش با یکدیگر می‌کنند. به نظر او پای مولکولی در میان بود که تعداد باکتری‌های هم‌جنس را می‌شمارد.

ولی در آن زمان اکثراً این را یک خطای آزمایشگاهی پنداشتند و یا آن را محدود به گونه‌ای غریب از باکتری‌ها دانستند. بعداً *بسلر* فهمید باید پای مولکول دومی هم در کار باشد که آن را *تبلیغات‌چی*[10] نامید. «*تبلیغات‌چی* سایر گونه‌های باکتری‌های غیرهمجنس را تشخیص می‌دهد. اما ساختار شمیایی این مولکول دوم را نمی‌دانستم. ولی بالاخره ژنی را کشف کردم که آنزیم این مولکول دوم را می‌ساخت. اما موضوع فقط این نبود. موضوع مهم‌تر این بود که دریافتم فقط بیولومینانس‌ها نیستند که چنین مولکولی را دارند. من دریافتم تمام باکتری‌ها چنین مولکولی را دارند». *بسلر* سرانجام در سال ۲۰۰۲ این مولکول دوم را کشف کرد و فلوشیپ مشهور مک *آرتور*[11] را به همین واسطه به دست آورد. *بسلر* اکنون در آزمایشگاه نه‌چندان فاخرش در پرینستون در پی راهی برای جلوگیری از گفت‌وگوی باکتری‌ها است. او اکنون یک مولکول *ضدّنصابی*[12] برای نوع خاصی از عفونت‌ها را در آزمایشگاه خود تولید کرده است. اما همان‌طور که خود او می‌گوید معضل اصلی این است که *وقتی آدم بیماری باکتریایی می‌گیرد، و قبلش ادراک حدّنصابی رخ داده است.* آیا واقعاً می‌توان مولکولی ساخت که مانع از یک عفونت پیش رو باشد؟ این کاری است بسیار دشوار که ظاهراً *بسلر* می‌خواهد باقی عمرش را در پی کشف آن بگذارد.

پی‌نوشت‌ها

1. Bânie Bassler
2. quorum sensing
3. Fredric Troy
4. Saul Roseman
5. office of Naval Researchs
6. Mike Silverman
7. Agouron Institute at La Jolla
8. Woody Hasting
9. bioluminescence
10. flack
11. Mc Arthur
12. anti-quorum-sensing

منابع

1. Battling Infections By Silencing BacteriaL Chatter, Discover Magazin, May 21, 2014.

۲. کتاب ژن خودخواه (Selfis Gene) چاپ شده توسط oxford University Press

اختلاف خلق از نام اوفتاد

کاربرد نام‌های علمی و عامیانه جانداران در متن‌های فارسی

عرفان خسروی

اشاره

سنت‌های علمی از این جهت اهمیت دارند که کنار نهادن آن‌ها موجب هرج و مرج و آشفتگی می‌شود، هرچند محتوای این سنت‌ها نسبتی با حقیقت علمی نداشته باشد. علامت‌های ریاضی و فرمول‌های شیمی دو نمونه از سنت‌های علمی هستند. برای ما که به این سنت‌ها خو کرده‌ایم، تصورش هم سخت است زمانی ریاضی‌دان‌ها و شیمی‌دان‌هایی بوده‌اند که گزارش‌های خود را به شیوه‌ای متفاوت می‌نگاشتند. تقریبا می‌شود گفت تثبیت و رواج علامت‌ها و فرمول‌نویسی ریاضی و شیمی، ملازم شکل‌گیری بنیان‌های ریاضی، فیزیک و شیمی مدرن بوده و این سنت‌ها که وابسته به شیوه نگارش چپ به راست لاتین هستند، به قدری اهمیت یافتند که حتی در زبان‌هایی مثل فارسی نیز، که جهت نگارش در آن‌ها راست به چپ است، همچنان رایج است. در دنیای زیست‌شناسی نیز سنت‌های علمی مشابهی به‌خصوص در حوزه نام‌گذاری و رده‌بندی جانداران وجود دارد. شیوه نام‌گذاری، ثبت و نگارش جهان‌شمول نام‌های جانداران نوآوری کارل لینه است که برای پیش‌گیری از آشفتگی و درهم‌ریختگی نام‌های بومی و محلی مطرح کرد و هنوز هم مهم‌ترین و زنده‌ترین میراث او برای زیست‌شناسی به شمار می‌رود. با این‌حال پیروی از سنت نگارش لاتین نام‌های جانداران، در متن‌های فارسی چندان معمول و جاافتاده نیست، زیرا اگر قرار بود تنها از نام‌های علمی لاتین استفاده شود، متن فارسی با عبارات پی‌درپی لاتین تقطیع و تضییع می‌شد. این نوشته می‌کوشد راه‌هایی برای نگارش متن‌های علمی-ترویجی پیش نهد که هم هوادار کیفیت نگارش فارسی باشد، هم ضامن سلامت و دقت علمی.

کلیدواژه‌ها: نام علمی، رده‌بندی، ادبیات علمی، نام عامیانه، نام لاتین.

نام علمی یعنی چه؟

طبق سنت نام‌گذاری لینه‌ای، هر جانداری عضو یک گونه (یا دورگه‌ای از دو گونه) است؛ هر گونه زیرمجموعه یک جنس یا سرده است؛ هر جنس یا سرده عضو یک خانواده یا تیره است و به این ترتیب هر خانواده عضو گروهی بزرگ‌تر و فراگیر است و نهایتا همه این گروه‌ها در یک مجموعه بزرگ و جهان‌شمول به نام «جانداران» رده‌بندی می‌شوند. هرکدام از این گونه‌ها، سرده‌ها، خانواده‌ها و گروه‌های کوچک و بزرگ دیگر که بخشی از نظام رده‌بندی جانداران زمین را تشکیل می‌دهند، با نامی علمی شناخته می‌شود.

باید توجه کرد که نام‌های علمی تنها متناظر گروه‌هایی از جانداران هستند که زمانی در متنی پژوهشی به عنوان یک گروه طبیعی رده‌بندی شده باشند؛ بنابراین گروه‌بندی‌های عامیانه از قبیل حیوانات آبزی، حیوانات شاخ‌دار و حیوانات خون‌سرد، نام علمی ندارند، چون هیچ‌گاه در متن‌های پژوهشی، کسی موجودات آبزی یا حیوانات شاخ‌دار را در کنار یکدیگر به عنوان گروهی «طبیعی» رده‌بندی نکرده است. در زیست‌شناسی مدرن معیار «طبیعی‌بودن» رده‌بندی، خویشاوندی تکاملی است.

نام‌های علمی از چه قواعدی پی‌روی می‌کنند؟

همان‌طور که گفته شد، مهم‌ترین قاعده درباره نام‌های علمی وابستگی آن‌ها به ادبیات پژوهشی دنیای زیست‌شناسی است. همه این قواعد در دستورنامه‌های جامعی برای نام‌های جانورشناختی، گیاه‌شناختی و میکروب‌شناختی گردآوری و به‌روز می‌شوند. هر نام علمی مبتنی بر متنی پژوهشی است که طی آن، دسته‌ای از جانداران به عنوان گروهی طبیعی رده‌بندی شده و آن نام علمی به ایشان اطلاق شده‌است. از این رو، گاهی پس از نام‌های علمی، ارجاعی به نام نویسندگان و سال انتشار آن متن پژوهشی نیز قید می‌شود. البته در متن‌های علمی-ترویجی که برای مخاطب عام نوشته می‌شود، چنین الزامی وجود ندارد، بلکه این شرایط در متن‌های تخصصی دیده می‌شود، زیرا ممکن است پژوهشگران مختلف یک گروه را با معیارهای متفاوتی رده‌بندی کرده‌باشند و مقصود آن‌ها از یک نام واحد، کمی متفاوت باشد.

نام علمی به خط لاتین نگاشته می‌شود، ولی لزومی ندارد حتما برگرفته از زبان لاتین

باشد. بسیاری از نام‌های علمی اصلا لاتین نیستند، بلکه برگرفته از واژه‌هایی یونانی‌اند که به جای الفبای یونانی، با الفبای لاتین نگاشته شده‌اند . نام‌های علمی می‌توانند از هر زبان دیگر مثل فارسی ، چینی، مغولی یا حتی از واژه‌های ساختگی گرفته‌شده باشند، اما مهم است که حتما با املاء لاتین نگاشته شوند. چون در نگارش لاتین مرسوم است که نام‌های خاص با حرف بزرگ آغاز شوند، نام علمی نیز حتما با حرف بزرگ آغاز می‌شود. نام علمی شاخه‌ها، رده‌ها، راسته‌ها، خانواده‌ها، سرده و گونه‌ها از این قاعده مهم پیروی می‌کنند. آخرین نکته کلی که خوب است درباره نگارش نام‌های علمی بدانیم این است که نام‌های علمی را هرگز نباید میان علامت نقل قول یا «دوقلاب» قرار داد؛ زیرا این علامت مختص نام‌های علمی منسوخ است، یعنی نام‌هایی که ناظر به «گروه‌هایی غیرطبیعی»از جانداران شمرده‌شدند.

نام دو بخشی گونه‌ها

نام علمی سرده‌ها و گونه‌ها، لزوما باید به صورت کژنویس یا ایتالیک نوشته شود . نام گونه‌ها در حقیقت ترکیبی از نام سرده و صفت گونه‌ای است که از پی نام سرده می‌آید و برخلاف نام سرده، لزوما با حرف کوچک نوشته می‌شود؛ زیرا صفت گونه‌ای به تنهایی نام علمی محسوب نمی‌شود . بنابراین باید توجه کرد که در نگارش نام علمی گونه‌ها، حتما نام سرده (با حرف آغازین بزرگ) و پس از یک فاصله، صفت گونه‌ای (با حروف کوچک) نوشته شود. البته اگر در متنی علمی یک بار نام کامل گونه‌ای ذکر شده‌باشد، می‌توان در دفعه‌های بعدی، نام گونه را به صورت خلاصه به کار برد .

نام‌های عامیانه

ریچارد فاینمن خاطره جالبی دارد که می‌توانید آن را در قالب قطعه فیلم کوتاهی از زبان خودش بشنوید . وقتی که فاینمن بچه بود، پدرش باسترکی را به او نشان داد و نام این پرنده را در چند زبان مختلف به او گفت، ولی تأکید کرد اگر نام این پرنده را در همه زبان‌ها بدانی، باز هم هیچ چیزی درباره خودش نمی‌دانی. فاینمن این خاطره را تعریف می‌کند تا نشان دهد میان دانستن و شناختن تفاوت زیادی وجود دارد. موضوع علم زیست‌شناسی هم شناختن جانداران است و نام‌گذاری جانداران ابزاری است برای کمک به شناخت آن‌ها. بنابراین باید از آن به شیوه‌ای کارآمد استفاده کنیم.

مشخص است که حتی اگر کاربرد نام‌های علمی لاتین در متن فارسی بی‌اشکال تلقی شود، متنی انباشته از نام‌های لاتین، چندان خوشخوان و دوستانه تلقی نخواهد شد. تنها راه حل کردن چنین مشکلی، به‌خصوص در متن‌های ترویجی، استفاده از نام‌های عامیانه به جای نام‌های علمی است. نام عامیانه یک جاندار، می‌تواند نام بومی و محلی آن باشد، یا حتی از خود نام علمی ساخته شده باشد. هیچ کدام از قوانین سخت مرتبط با کاربرد نام‌های علمی درباره نام‌های عامیانه مصداق ندارند. در حقیقت می‌شود گفت تنها سه قانون طلایی درباره کاربرد نام‌های عامیانه در متن‌های زیست‌شناسی اهمیت دارد:

۱. نام‌های عامیانه نباید با نام علمی اشتباه گرفته‌شوند!

۲. نام‌های عامیانه باید طوری تعریف شوند که مشخص باشد دقیقا به چه موجودی اختصاص دارند!

۳. نام‌های عامیانه نباید غلط‌انداز باشند یا صفتی تنها باشند که برای موجودات زیادی مصداق دارد!

اغلب گونه‌ها و سرده‌ها، نام‌های عامیانه در حوزه جغرافیایی محل زیست خود دارند؛ ولی مشکل این‌جاست که نام‌گذاری‌های محلی دقت کافی برای تفکیک گونه‌های مختلف جانداران ندارند. مثلا در زبان فارسی، نام‌های اختصاصی عامیانه برای نامیدن هرکدام از سوسمارها، حشره‌ها و حتی پرندگان ایران وجود ندارد. از نظر مردم عامی، انواع سوسمارهای مختلفی که در ایران زندگی می‌کنند، آن‌قدر کمرنگ و بی‌اهمیت بوده‌اند که برای نامیدن طیف وسیعی از آن‌ها عباراتی کلی مثل مارمولک، سوسمار یا کلپاسه به کار برده‌اند. تنها برخی از این موجودات مثل بزمجه، به خاطر ترسی که مردم بابت زندگی و سلامت دام‌های خود داشته‌اند، نامی اختصاصی یافته است. در چنین مواردی می‌توان از نام‌های ساختگی فارسی یا ترجمه یا حتی آوانویسی نام‌های عامیانه زبان‌های دیگر استفاده کرد؛ هرچند باید توجه کرد که حتی در متن‌های غیرتخصصی و نیمه‌تخصصی نیز باید مطابقت این نام‌های فارسی با نام علمی لاتین مورد توجه قرار بگیرد

درمورد گروه‌های بزرگ‌تر از سرده، معمولا کارها ساده‌تر است. نام‌های محلی و بومی متناسب با این گروه‌ها، معمولا به گروه مشخصی از جانداران اشاره دارند. مثلا وقتی در فارسی می‌گوییم پستانداران، پرندگان، اسب‌ها، جغدها و کیسه‌داران، تقریبا مشخص است که این نام‌ها مترادف کدام نام‌های علمی هستند. گاهی اوقات هم برخی نام‌های عامیانه معنایی به این روشنی ندارند. مثلا وقتی از چهارپایان صحبت می‌کنیم، مشخص نیست منظورمان حیواناتی است که چهار تا پا دارند، یا منظورمان پستانداران چهارپای اهلی و وحشی است، یا منظورمان گروهی از مهره‌داران است که نیای مشترک آن‌ها وقتی از آب به خشکی مهاجرت کرد، چهارتا پا داشته، هرچند همه زادگان امروزی این نیای مشترک، لزوما چهارتا پا ندارند. در چنین مواردی می‌توانیم مقصودمان را از آغاز مشخص کنیم. مثلا بگوییم مقصود ما از عبارت «چهارپایان»، گروهی از مهره‌داران است که گرچه همه آن‌ها لزوما چهارتا پا ندارند، ولی از نیای مشترک ماهی‌مانندی تکامل یافته‌اند که وقتی از آب به خشکی مهاجرت می‌کرده، چهارتا پا داشته است. یک راه دیگر برای مشخص‌کردن چنین گروه‌هایی، ساختن نام عامیانه جدیدی برای آن‌هاست تا با نام‌های وسیع‌المعنای دیگر خلط نشود.

این قبیل نام‌های عامیانه مختص زبان فارسی نیستند. حتی متن‌های تخصصی انگلیسی‌زبان نیز پر از این نام‌های عامیانه‌اند که از خود نام‌های علمی ساخته می‌شوند. می‌دانیم نام علمی گروه‌های بزرگ‌تر از جنس یا سرده، لزوما به صورت جمع لاتین ساخته می‌شوند . برای درست‌کردن نام عامیانه از روی نام علمی کافی است صورت مفرد نام علمی را با علامت جمع متعارف در زبان انگلیسی یا فارسی جمع ببندیم .مثلا در مورد خاص نام چهارپایان، می‌توانیم از

نام ساختگی تتراپودها استفاده کنیم. وقتی متنی علمی به زبان انگلیسی می‌خوانیم، یکی از راه‌های تشخیص نام‌های علمی از نام‌های عامیانه، همین است که نام‌های عامیانه هرچند شبیه نام‌های علمی باشند، اما هرگز با حروف بزرگ آغاز نمی‌شوند؛ مگر در آغاز جمله‌ها یا عباراتی مثل عنوان مقاله که نوعا با حروف بزرگ نگاشته می‌شوند.

مارمولک‌ستمگر، تیراناسور یا تیرانوسورِس؟

ترجمه نام‌های علمی یا آوانویسی آن‌ها یکی از ساده‌ترین شیوه‌ها برای ساخت نامی عامیانه است، ولی نباید فراموش کنیم که این نام عامیانه نباید با نام‌های علمی اشتباه شود، باید مشخص باشد به چه موجودی اشاره دارد، غلط‌انداز و بی‌ربط به ماهیت موجود موردنظر نباشد و مصداق کلی‌گویی هم نباشد. برای مثال اگر بخواهیم نام دایناسوری مثل تیرانوسورِس را به فارسی ترجمه کنیم، می‌شود «مارمولک ستمگر» یا «سوسمار مستبد». جز این که چنین نامی اصلا خوش‌آهنگ نیست، بلکه روشن‌گر و گویا هم نیست. اگر هم به جای تیرانوسورِس یا تیرانوسوروس که به‌ترتیب آوانگاری تلفظ انگلیسی و لاتین آن هستند، فرضا بنویسیم «تیرانوسور» که صورت تغییریافته‌ای از تلفظ فرانسه این نام، یعنی /tiranozor/ است ، باز مشکل دیگری خواهیم داشت؛ زیرا تیرانوسور عنوانی کلی و صورت مفرد نامی عامیانه برای نامیدن تک‌تک اعضاء خانواده تیرانوسوریدها و ابرخانواده تیرانوسورها نیز هست. مثلا عنوان مقاله‌ای که درباره «قدیمی‌ترین تیرانوسور شناخته‌شده از کرتاسه پایینی تایلند» نگاشته شده، هیچ‌ربطی به تیرانوسورِس ندارد، بلکه مربوط به گونه‌ای دیگر به نام سیاموتیرانوس است که در زمان کشف، خویشاوند تیرانوسورها تلقی شده‌بود. به‌این‌ترتیب واژه‌هایی مثل تیرانوسور، پیشاپیش برای نامیدن مفاهیمی دیگر (در این مورد هر یک از اعضاء ابرخانواده تیرانوسورها) اختصاص یافته‌اند و کاربرد این صورت‌های خلاصه‌شده به جای نام کامل، موجب بدفهمی و خلط مفاهیم خواهد شد.

انجمن شیمی ایران برای نگارش نام عنصرها به زبان فارسی خط و ربط مشخصی دارد. مثلا نام عنصرهایی که به پس‌وند «ـیُم» ختم می‌شوند، نباید به صورت «ـیوم» نگاشته شوند تا با کاتیون‌هایی مثل آمونیوم اشتباه نشوند. بی‌شک شیمی‌دان‌های فارسی‌زبان بهتر از هرکس دیگری می‌دانند که اگر چنین مقرراتی برای نگارش شیمی به زبان فارسی نادیده گرفته شود، چه مشکلاتی دامنگیر آموزش و ترویج شیمی خواهد شد. خوب است که زیست‌شناسان فارسی‌زبان نیز در چنین مواردی هم‌اندیشی کنند، نظر دهند، نقد کنند و سازوکاری برای پرهیز از هرج‌ومرج در نگارش نام‌های موجودات زنده تعیین کنند تا وضع آشفته کنونی در نشریات علمی عامه‌پسند و صفحات تارنماهای علمی، به‌خصوص ویکی‌پدیای فارسی نیز به مرور سامان پذیرد.

نگاه کنید به: خسروی، عرفان (زمستان ۱۳۹۲)، آیا پرندگان خزنده‌اند؟ نگاهی مقایسه‌ای به توسعه و تحول دانش رده‌بندی، رشد آموزش زیست‌شناسی، دوره ۲۹، شماره ۲، صص: ۱۶-۶

البته نباید از نظر دور داشت که اگر زمانی در متنی پژوهشی، گروهی از موجودات در کنار یکدیگر رده‌بندی شده‌اند، واضح آن رده‌بندی لزوما باور به طبیعی‌بودن رده‌بندی خود داشته، هرچند امروز بدانیم آن رده‌بندی اشتباه و غیرطبیعی بوده، باز هم آن نام علمی برای آن رده‌بندی غیرمعتبر محفوظ است، گرچه ناظر به دسته‌ای غیرطبیعی از جانداران خواهد بود. برای مثال نمی‌توان این قبیل نام‌های علمی ناظر به گروه‌های منسوخ را برای گروهی متفاوت جانداران برگزید. این موضوع نشان می‌دهد ثبت‌شدن نام‌ها در تاریخ ادبیات زیست‌شناسی، مهم‌تر از اعتبار علمی رده‌بندی‌هاست.

شیوه‌نامه بین‌المللی نام‌گذاری جانوری یا ICZN، شیوه‌نامه بین‌المللی نام‌گذاری جلبک‌ها، قارچ‌ها و گیاهان یا ICN، شیوه‌نامه بین‌المللی نام‌گذاری پروکاریوت‌ها یا ICNP و شیوه‌نامه بین‌المللی نام‌گذاری ویروس‌ها یا ICTV برخی از این شیوه‌نامه‌ها هستند.

مثلا:

Tyrannosauridae, Osborn, 1905

Osborn, Henry F. (1905),Tyrannosaurus and other Cretaceous carnivorous dinosaurs,Bulletin of the American Museum of Natural History,vol. 21, no. 3, pp: 259–265

زبان یونانی پیش از لاتین زبان علم بوده و واژه‌های زیادی از یونانی به لاتین رفته‌اند. اغلب عبارت‌های لاتین (نه انگلیسی!) که حاوی حرف‌های z، y، k و ترکیب‌های ps، pt، ch، th، rh و ph باشند، ریشه یونانی دارند. مثلا نام علمی Eukarya/ Eukaryota برگرفته از دو ریشه یونانی «□□» به معنی «خوب» و «□□□□□» به معنی هسته است.

مثلا Simurghia نام تروسوری از خانواده Nyctosauridae است که ٦٦ میلیون سال پیش در شمال آفریقا می‌زیست و نام آن برگرفته از سیمرغ، پرنده اسطوره‌ای ایرانی‌هاست.

مثلا زمانی تصور می‌شد حشره‌ها و هزارپایان خویشاوند نزدیک یکدیگرند و بنا به داشتن صفاتی از قبیل دستگاه دفع مالپیگی، دستگاه تنفس نائی، نداشتن آب‌شش‌های ضمیمه پاها و تشکیل آرواره به‌هم‌پیوسته از قطعات دهانی، آن‌ها را در گروه واحدی قرار می‌دادند. نام این گروه را امروزه درون «دوقلاب»، به صورت "Uniramia" می‌نویسند، زیرا فهمیده‌ایم حشره‌ها و هزارپایان گروه خواهری هم نیستند و این صفات مشابه، به صورت همگرا در آن‌ها تکامل یافته است. بنابراین گروهی که حشره‌ها و هزارپایان را به عنوان گروه‌های خواهری دربربگیرد، واقعی نیست و نام این گروه نیز، منسوخ شمرده می‌شود.

یا اگر بافتار کلی متن (مثلا در قسمت شرح تصویر) کژنویس است، نام علمی سرده و گونه، باید خلاف بافتار متن، به صورت غیرکژنویس نگاشته شود.

برای مثال Homo sapiens تنها صورت صحیح نگارش نام علمی انسان است و صورت‌های دیگر از قبیل homo sapiens، homo Sapiens، Homo Sapiens کاملا غلط هستند.

در برخی متن‌های عامیانه زیست‌شناسی معمول است که نام‌های مشهور برخی جانداران از قبیل Escherichia coli یا Caenorhabditis elegans به صورت مخفف E. coli و C. elegans نوشته می‌شوند. این کار تنها در صورتی صحیح است که در این قبیل متن‌ها، نام کامل برای نخستین بار ذکر شود و از دفعه دوم به بعد خلاصه‌نویسی انجام شود. گاهی هم صفت گونه‌ای به تنهایی قید می‌شود، مثلا در مورد گونه انسان، به جای نام کامل گونه Homo sapiens تنها از صفت گونه‌ای آن یعنی sapiens نام برده می‌شود که اگر در مقام نام علمی ذکر شود، نادرست خواهد بود.

goo.gl/YHBtrH

Feynman, R.,(1988), "What Do You Care What Other People Think?": Further Adventures of a Curious Character, W.W.Norton

goo.gl/iyvXV4

Vernacular names

برای مثال صاریغ نام فارسی پستاندار کیسه‌داری بومی آمریکاست. این نام از فارسی‌کردن واموژه‌ای غیرفارسی ساخته شده و در فارسی هم جاافتاده است.

مثلا Dinosauria نامی علمی است؛ در عین حال، این نام از نظر قواعد دستورزبان لاتین، اسم جمع به شمار می‌رود و صورت مفرد آن dinosaur است.

مثلا عبارت‌هایی مثل dinosaurs، دایناسورها، pterosaurs و تروسورها، از جمع‌بستن صورت مفرد نام‌های علمی با علامت جمع انگلیسی یا فارسی ساخته شدند و نام عامیانه محسوب می‌شوند.

تتراپودها یا tetrapods، ساخته‌شده از صورت مفرد نام علمی Tetrapoda به همراه علامت جمع فارسی یا انگلیسی.

Tyrannosaurus

فرانسه‌زبان‌ها معمولا در تلفظ نام‌های علمی، وند پایانی آن را که درحقیقت نشانه تصریفی زبان لاتین است، حذف می‌کنند و البته این شیوه را برای همه نام‌های علمی به کار می‌برند. مثلا Megatherium را مگاتر، Archaeopteryx را آرکاپتر و Brachiosaurus را براشیوزور می‌گویند.

Tyrannosauridae or tyrannosaurids

Tyrannosauria or tyrannosaurs

Buffetaut, E., Suteethorn, V. & Tong, H, (1996), The earliest known tyrannosaur from the Lower Cretaceous of Thailand,nature,vol. 381, pp: 689–691

Siamotyrannus

ساعت درونی ما

گفت‌وگو با مایکل یانگ برندهٔ جایزهٔ نوبل پزشکی یا فیزیولوژی ۲۰۱۷

گفت‌وگوکننده: دکتر مارک گزلان
ترجمه: مهرگان روزبه

اشاره

جایزهٔ نوبل سال گذشته به‌طور مشترک به سه تن از دانشمندان کشف سازوکارهای مولکول‌های تنظیم‌کنندهٔ ریتم‌های روزانهٔ جانداران اهدا شد. این سه تن جفری هال[۱]، مایکل رزباش[۲] و مایکل یانگ[۳] بودند.

دکتر مایکل دبلیو یانگ زیست‌شناس، ژنتیک‌دان، محقق، استاد و نایب‌رئیس امور دانشگاهی در دانشگاهی در شهر نیویورک است. او بیشتر زندگی خود را وقف بررسی کنش‌ها و واکنش‌های میان ژن‌ها و پروتئین‌ها و نوسانات مولکولی دخیل در ساعت‌ها و ریتم‌های زیستی کرده است. او عضو آکادمی ملی علوم و یکی از اعضای آکادمی میکروبیولوژی نیز هست و علاوه‌بر جایزهٔ نوبل، برندهٔ جوایز بسیاری مانند جایزهٔ علوم پزشکی شاو[۴]، جایزهٔ بین‌المللی بنیاد گاردنر[۵] در سال ۲۰۱۲ در کانادا، جایزهٔ زیست‌شناسی یا بیوشیمی ماسری گراس[۶] و جایزه بنیاد پیتر و پاتریشیا گرابر در علوم عصبی[۷] سال ۲۰۰۹ نیز بوده است.

دکتر یانگ در میان دستاوردهای علمی پرشمارِ خود، ژن‌هایی را شناسایی کرده است که بر تنظیم خواب مگس سرکه اثر می‌گذارند و نورون‌های ویژه‌ای را کشف کرده است که خواب آن‌ها را عمیق‌تر می‌کند [۱].

مصاحبه‌کننده دکتر مارک گزلان[۸]، روزنامه‌نگار پزشکی است و با او دربارهٔ زندگی علمی، کار و شخصیت دکتر یانگ مصاحبه کرده است.

کلیدواژه‌ها: مایکل یانگ، ساعت‌های زیستی.

یادتان هست کی و چگونه برای اولین بار به علم و زیست‌شناسی علاقه پیدا کردید؟

من در میامی بزرگ شدم. آب و هوای آنجا بسیار گرم و استوایی است. ما بچه‌ها به حیاط‌خلوت خانه‌های همهٔ همسایه‌ها دسترس داشتیم و در آنجا به دنبال پرندگان، سوسمارها و مارها و چیزهایی از این قبیل بودیم. میامی شهری توریستی و پر از پارک است. جنگل طوطی‌ها، جنگل میمون‌ها و یک مارخانه در آنجا وجود داشت. گرچه همهٔ این‌ها مالک خصوصی داشتند، اما چشمی هم به جهانگردی داشتند. پارک موسوم به‌جنگل طوطی‌ها نزدیک خانهٔ ما بود. حدود ۵۰ تا ۱۰۰ هکتار زمین داشت و پارکی باز بود. پرندگان آن عجیب و غریب و آزاد بودند. قفسی در آنجا نبود.

آیا حیوانات از این پارک‌های خصوصی فرار می‌کردند تا وارد منطقهٔ شما شوند؟

بله. آن حیاط‌خلوت‌ها در واقع جنگل من بود. حیوانات همیشه فرار می‌کردند. در بسیاری از موارد، من به حیاط‌خلوت می‌رفتم و پرنده‌های عجیب از جنگل طوطی‌ها را در آنجا می‌دیدم.

آیا کتاب نقشی در شیفتگی شما به

زیست‌شناسی داشت؟

فکر می‌کنم ۱۱ یا ۱۲ ساله بودم که والدینم کتابی درباره داروین، تکامل و برخی اسرار زیست‌شناسی به‌من دادند. در این کتاب مطالبی دربارهٔ ساعت‌های زیستی برای تنظیم حرکات گل‌ها و نیز کمک به پرندگان و حشرات برای جهت‌یابی وجود داشت؛ اما مسلماً دربارهٔ سازوکار این ساعت‌ها در این کتاب چیزی نوشته نشده بود!

آیا والدین شما تشـــویق می‌کردند که به‌علوم و زیست‌شناسی علاقه‌مند شوید؟

بله، تشویق می‌کردند. من همیشه به آن‌ها می‌گفتم که کتاب‌هایی برایم بخرند که مربوط به طبیعت باشند. خیلی وقت‌ها کتاب‌هایی می‌خریدند که پر بودند از عکس‌های حیوانات وحشی؛ اما به خاطر دارم که یک بار کتابی بزرگ در یک کتاب‌فروشی دیدم که رویش نوشته شده بود «عجایب زندگی روی زمین». این اثر را تایم لایف منتشر کرده بود و پر بود از تصاویر رنگارنگ از تنوع جانداران دریایی و خشکی‌زی.

موضوع اصلی کتاب، داروین و نظریهٔ تکامل بود و اینکه چگونه همهٔ این جانداران تولید مثل می‌کنند. یک بخش آن هم دربارهٔ وراثت و ژنتیک و یک بخش دیگر آن دربارهٔ زیست‌شناسی مولکولی بود.

فکر می‌کنم ۱۱ ساله بودم که برای اولین بار در این کتاب با DNA آشنا شدم. هنوز این کتاب را دارم. به‌نظرم تاریخ انتشار آن حدود سال ۱۹۶۲ باشد، شاید هم سال ۱۹۶۳. مدل‌ها، تصاویر و توضیحاتی از DNA داشت. حتی مقداری هم دربارهٔ هیبرید کردن DNA نوشته بود.

چند صفحه هم داشت در مورد آزمایش‌های مارمور و داتی دربارهٔ دناتوراسیون DNA[۹]. به یاد دارم که مجذوب این فصل و آزمایش‌های مربوط به جدا کردن دو رشتهٔ DNA و تشکیل مجدد رشتهٔ مکمل آن شدم. البته، سال‌ها بعد، با نویسندهٔ کتاب، جولیوس مارمور[۱۰] ملاقات کردم. او همکار همسرم شد و من فرصت داشتم که این کتاب را به او نشان دهم.

آیا پدر و مادرتان وســـایلی علمی مانند میکروسکوپ برای شما می‌خریدند؟

بلـه، می‌خریدنـد؛ میکروسـکوپ همـراه با چند اسـلاید آمـاده مثـل سـلول‌های پیـاز و ماننـد این‌هـا که با آن‌ها می‌توانسـتم سـاختار سـلول‌ها را مشـاهده کنـم. البتـه، مـن خیلـی زود شـروع بـه تهیـهٔ اسـلایدهایی برای مشـاهدهٔ سـلول‌های خونـی کـردم. به‌یـاد دارم چقدر از اینکه توانسـته بودم سـلول‌های خون خودم را ببینم، شـگفت‌زده شـدم. یک کیف تشـریح هم داشـتم که ابزارهای لازم بـرای تشـریح قورباغه‌هـای مرده را داشـت.

یـک مجموعهٔ شـیمی هـم داشـتم. می‌توانسـتم به‌راحتـی گاز هیـدروژن را از واکنش‌هـا به‌دسـت بیـاورم و با کبریت انفجارهای کوچک ایجاد کنم. به خاطـر دارم که به پـدرم التماس می‌کـردم مقداری پتاسـیم کلراید بـرای من بیاورد، چون می‌خواسـتم از پتاسـیم کلرایـد اکسـیژن آزاد کنـم. ایـن جـور مـواد در مجموعه‌های شـیمی، یا در فروشـگاه‌های سـرگرمی کـه مـواد شـیمیایی می‌فروشـند یافـت نمی‌شـوند؛ چـون می‌تواننـد انفجـار ایجـاد کننـد. پـدرم بالاخـره یـک بطری پتاسـیم کلرایـد از یکی از همکارانـش در شـرکت گرفت و برایـم آورد و من شـروع بـه اسـتفاده از آن کردم.

انفجـاری کـه مـن ایجـاد کـردم، کـف سـفالی اتـاق را تحریـب کرد. یادم نیسـت چـه ترکیباتی با هـم مخلـوط کـردم؛ اما یادم هسـت چیزی شـروع بـه حبـاب زدن کـرد و گلوله‌هایـی آتشـین از مایع به کف سـفالی پرتـاب کـرد. مـادرم از آزمایش‌های اولیـهٔ مـن به‌کلـی ناامید شـد. از آن به بعـد مجبور شـدم ادامـهٔ آزمایش‌هایـم را در گاراژ انجـام دهم.

آیا به‌ساختن چیزها هم علاقه‌مند بودید؟

وقتی ۱۱ یا ۱۲ سالم بود، به ماشین علاقه داشتم. یک بار یک اسکلت دوچرخه از یک فروشگاه دست دوم فروشی دوچرخه در نزدیکی خانه‌مان خریدم و یک موتور گازوییلی یک ماشین چمن‌زنی روی آن سوار کردم.

شما در سال ۱۹۷۱ از دانشگاه تگزاس در آستین فارغ‌التحصیل شده‌اید؟

بلـه، درسـت اسـت. سـال آخـر کارشناسـی یـک دورهٔ ژنتیک گذراندم. در آنجا دوره‌های تاکسـونومی و فیلوژنـی هـم وجـود داشـت؛ امـا بیشـتر دوره‌هـا توصیفـی بودنـد، تنهـا ژنتیـک بـود کـه می‌شـد عمقـی آن را مطالعـه کـرد و از سـازوکار مولکول‌ها سـر در آورد. مـن از «بـرک جـود[۱۱]» که از اسـتادان جانورشناسـی مـن بـود، خواسـتم کـه یـک پـروژهٔ تابسـتانی انجـام دهـم. دانشـگاه تگـزاس دوره‌های آموزشـی تابسـتانی داشـت کـه می‌توانسـتم در

آن‌ها اسم بنویسم و تحت نظر یکی از اعضای هیئت‌علمی کار کنم.

پروژهٔ تحقیقاتی تابستانی

تحقیق شما با «برک جود» چگونه انجام شد؟

پروژهٔ تحقیقاتی تابستانی من بسیار جالب‌تر از آن بود که تصورش را می‌کردم. من سؤالات تحقیق را مطرح می‌کردم و کار را به‌جلو می‌بردم. احساس می‌کردم که به طور فعال در تحقیقاتِ جدید درگیر شده‌ام، تحقیقی که واقعاً پویا و در حرکت بود و فقط تکرار چیزهایی که در کتاب‌های درسی وجود داشت، نبود. در واقع، «برک جود» به من اجازه می‌داد سؤالات جدیدی بپرسم. من خیلی علاقه‌مند شده بودم و او و دانشجویان پسادکتری او مرا تشویق می‌کردند که کار را ادامه دهم. من در طول آن تابستان با این پروژه خوش گذراندم. در آن زمان در پی ایجاد نوعی جهش برای تعیین جایگاه یک گروه از ژن‌ها بودم.

چه شد تصمیم گرفتید روی زمینهٔ ژنتیک مولکولی و ساعت زیستی مگس سرکه تمرکز کنید؟

البته، کمی بعد روی ساعت‌های زیستی متمرکز شدم؛ اما قطعاً در همان تابستان بود که تصمیم گرفتم برای بررسی مشکلات موجود در ژنتیک مگس سرکه روی این حشره کار کنم. چیزی که توجه مرا جلب کرد، وجود مقدار حیرت‌انگیزی DNA در کروموزوم‌های یوکاریوتی بود؛ بسیار بیشتر از آنچه در باکتری‌ها وجود دارد. سپس چیستی و چگونگی «ساختار ژن‌های یوکاریوتی» توجه مرا به خود جلب کرد. در پی آن بودم ژن‌های یوکاریوتی چه تفاوت‌هایی با ژن‌های باکتریایی دارند؟

شما در سال ۱۹۷۵ برای گذراندن دورهٔ پسادکتری در زمینهٔ زیست‌شناسی مولکولی به استنفورد رفتید، درست است؟

درست است. من در سال ۱۹۷۱ برنامه دکترای خود را در دانشگاه تگزاس آغاز کردم و در سال ۱۹۷۵ فارغ‌التحصیل شدم. در ماه اوت همان سال، به استنفورد نقل‌مکان کردم تا به عنوان پسادکتری در آنجا کار کنم. هیچ کدام از تحقیقاتی که در تگزاس انجام داده بودم، در زمینهٔ زیست‌شناسی مولکولی نبود. همهٔ آن‌ها در زمینهٔ ژنتیک کلاسیک بودند. من توانسته بودم با این آزمایش‌های ژنتیک کلاسیک بدون لمس حتی یک مولکول و فقط با انجام آمیزش مگس‌های سرکه با یکدیگر و تعیین نقشهٔ ژنتیک کروموزوم‌ها، اطلاعات زیادی در مورد ژن پریود[۱۲] به‌دست آورم.

هنگام گذراندن دورهٔ پسادکتری‌ام فقط در یک آزمایشگاه کار می‌کردم. در آنجا هم با کس دیگری در این باره حتی صحبت نمی‌کردم؛ زیرا مطمئن بودم که تنها راه برای به‌دست آوردن اطلاعات معنی‌دار در این زمینه، کاربرد روش‌های جدیدی است که باید در استنفورد ایجاد می‌کردم. من به مدت ۲ سال آنجا مشغول بودم. در این مدت روی اولین DNA کلون‌شده مگس سرکه که از کتابخانهٔ ژنی آن بیرون کشیده بودم، کار می‌کردم.

بعد، در ژانویه ۱۹۷۸ به اینجا آمدید؟

دقیقاً. دو سال بعد متوجه شدم که می‌توانم برخی از تکنیک‌های ژنتیک قدیم و ژنتیک کلاسیک را که در تگزاس کار کرده بودم با دانش زیست‌شناسی مولکولیِ استنفورد ترکیب کنم و ژن‌های خاصی را در مناطق مورد مطالعهٔ کروموزوم ایکس بررسی کنم.

... و تصمیم گرفتید روی ژن پریود کار کنید؟

در واقع، ما روی دو ژن کار می‌کردیم، یکی ژن پریود (per) و دیگری ژن notch. متوجه شدم که راه‌هایی برای پیدا کردن جایگاه ژن پریود با استفاده بازآرایی کروموزوم‌ها وجود دارد. ما استخراج هر دو

این ژن‌ها را شروع کردیم؛ اما در نهایت نسبت به ریتم شبانه‌روزی بیشتر کنجکاو شدم و بیشتر نیروی خود را روی آن گذاشتم. من در سال ۱۹۸۱ تصمیم گرفتم تا در واقع جایگاه ژن پریود را شناسایی کنم.

بین zeste و white

چگونه به per که سال‌ها بعد تبدیل به اولین ژن CLOCK در مگس سرکه شد، علاقمند شـــدید[۲]؟ آیا همه این موارد از زمانی آغاز شدند که شما گزارش دادید با توجه به اثرهای آن‌هـــا روی ریتم‌های خروج از تخم، جهش در جایگاه per با نقطه‌های انفصال چند بازآرایی کروموزومی مرتبط است؟

علاقه من به ژن پریود در سال ۱۹۷۲ به پایان رسید و این درست بعد از انتشار گزارش ران کونوپکا[۱۳] و سیمور بنزار[۱۴] و جزو مجموعهٔ مقالات آکادمی ملی علوم (PNAS[۱۵]) بود [۳]. جایگاه‌های اولیهٔ کروموزومی که آن‌ها در این مقاله تعیین کرده بودند، پیشنهاد می‌کردند که ژن تنظیم‌کنندهٔ این ریتم‌های زیستی ممکن نزدیک جایگاهی باشد که من تلاش می‌کردم از جهش و عملکرد جهش‌ها اشباع کنم؛ یعنی بین دو ژن به نام‌های white و zeste. من سعی می‌کردم بفهمم که آیا ممکن است ژن دیگری در آن فاصله وجود داشته که از دست رفته باشد، چون نمی‌توانند جهش یابند و باعث میرایی جنینی شوند.

شما باید نسبت به کارهای «کونوپکا» و «بنزار» کنجکاو می‌بودید؛ چون جهش‌هایی پیدا کرده بودند که بر رفتار مگس ســـرکه تأثیر می‌گذارند.

من دنبال این بودم بدانم که آیا آن‌ها از این منطقه که من روی آن کار می‌کنم نقشه‌برداری کرده‌اند، آیا این‌ها ژن‌های تغییریافته‌ای هستند که من قبلاً آن‌ها را می‌شناختم یا اینکه آیا چیز کاملاً جدیدی هستند. بنابراین، از «کونوپکا» و «بنزار» خواستم که جهش‌یافته‌ها را بفرستند. کونوپکا استقبال کرد و فرستاد. من متوجه شدم که می‌توانم با استفاده از مجموعه‌ای از کمبودها و مضاعف‌شدگی‌های جزئی کروموزومی آن منطقه را شناسایی کنم. متوجه شدم که می‌توانم با استفاده از این توالی کروموزومی بازآرایی‌شده، ژن per را که در واقع جایی بین جایگاه‌های zeste و white قرار دارد، پیدا کنم.

... و بالاخره موفق شـــدید دقیق‌تر از ژن پریود نقشه‌برداری کنید.

بله. من یک جابه‌جایی کروموزومی پیدا کردم که از نوک کروموزوم ایکس به کروموزوم شمارهٔ چهار رفته و با این کار، یک جهش ایجاد کرده بود: به بیان دیگر، وقتی آن جابه‌جایی را یافتم و آن را به‌عنوان هتروزیگوت جهش ریتمی که «کونوپکا» استخراج کرده بود، امتحان کردم، متوجه شدم که مگس‌هایی را که رفتار عادی شبانه‌روزی داشتند، معیوب کرده‌ام.

با این کار موقعیت دقیق‌تر ژن per را تعیین کردید.

دقیقا. من ژن پریود را در فاصلهٔ بین دو ژن شناخته‌شدهٔ قبلی نقشه‌برداری کرده‌ام و بنابراین، چند جهش مرگبار در ژن‌های مجاور را امتحان کردم. هیچ یک از آن‌ها با جهش ژن پریود برهمکنش ندارند. این خیلی مهم بود، چون نشان می‌داد که ژن پریود نمی‌تواند فنوتیپ مرگبار تولید کند. بنابراین، من جهشی در یک نقطهٔ انفصال داشتم.

«رون کونوپکا» سه جهش داشت: جهش‌های per^{s} ، per^{-} و per^{l} . جهش per^{-} باعث بی‌نظمی فعالیت‌های جنبشی و خروج از تخم می‌شود. جهش Per^{l} ریتمی است؛ اما دورهٔ ریتم‌های فعالیت‌های جنبشی و ریتم‌های خروج از تخم ۲۹ ساعت طول می‌کشد و جهش‌یافته‌های per^{s} دوره‌های کوتاه‌مدت ۱۹ ساعتی دارند [۳].

همهٔ این جهش‌ها فنوتیپ رفتاری نشان می‌دهند؟

قطعاً؛ انگار این ژن به این رفتار اختصاص داده شده است. این یافته تصور مرا به‌کلی تغییر داد. با استفاده از نقص‌های هم‌پوشان که در هر نقطهٔ انفصال از هر یک از بازآرایی‌های کروموزومی وجود دارد، یک فنوتیپ بی‌نظمی را به‌دست آوردیم. این اثبات می‌کند که از دست دادن این ژن بی‌نظمی ایجاد می‌کند.

همچنین، یک جابه‌جایی خاص و دو نقص به ما این امکان را داد که بدانیم کدام منطقه از DNA باید جایگاه پریود باشد. بنابراین، فاصلهٔ بین این دو نقطهٔ انفصال در کروموزوم، به نام‌های TEM و JC۴۳، شامل جایگاه per است [۲].

بنابراین ممکن است per با هر یک از چندین واحد رونویسی آن منطقهٔ ناقص DNA مرتبط باشد.

بله، دقیقاً. کمک واقعی، انتقال JC۴۳ بود، چرا که به جای حذف بخشی از منطقه، بخش چپ کل منطقه را گرفته و به کروموزوم چهارم پیوسته است و چیزی که ما متوجه شدیم، این بود که clock در این مگس‌ها فعال است. این انتقال، ریتم‌های رفتاری بسیار طولانی داشت. این نشان داد که هنوز مقداری کارکرد برای ژن پریود باقی مانده و وجود دارد.

شکستگی در جابه‌جایی باید از روش عملکرد ژن پریود تأثیر گرفته باشد. پس وقتی به دنبال تغییر در روشی که در آن واحدهای رونویسی در آن ناحیه رفتار می‌کنند، متوجه شدیم که با این جابه‌جایی در انتهای ۳′ یکی از ژن‌ها با این ترانسلوکاسیون در انتهای واحد رونویسی از بین رفته‌است. یک رونویسی ۷۰۰۰ جفت باز هم وجود دارد که JC۴۳ در یک انتهای آن جدا شده است [۲].

این مقاله‌ای بود که در آوریل ۱۹۸۴ همراه با دانشجوی پسادکتری خودمنتشر کردید [۲]؟

دکتر یانگ: درست است. پیش‌بینی شده بود که per هنوز می‌تواند تولید شود، اما کنترل آن می‌تواند با توجه به تغییر در توالی‌های نزدیک به یک انتهای RNA پیام‌رسان تغییر یابد. بنابراین، این اولین جهش پریود بود که به‌صورت فیزیکی نقشه‌برداری شد و معلوم شد که بر یکی از محصولات جایگاه per تأثیر می‌گذارد [۲].

دستگاهی به‌اندازهٔ یک جعبه کفش

ممکن است در مورد روند غربال‌گری خود که شامل آنالیز زمان خروج از تخم بود؛ اما بعدها آنالیز فعالیت‌های جنبشی مگس‌ها را نیز دربرگرفت، توضیح دهید؟

در سال ۱۹۸۴، ما باید مگس‌ها را که از شفیره خارج می‌شدند، به‌صورت دستی جمع‌آوری می‌کردیم. در جمعیت مگس‌های سر که خروج نوع وحشی از تخم با ریتم شبانه‌روزی انجام می‌شود. آن‌ها صبح زود خارج می‌شوند و بنابراین، جهش‌یافته‌های ژن پریود این کار را اشتباهی انجام می‌دهند. این یکی از یافته‌های ما بود که برای دنبال کردن حشرات جهش‌یافته به کار می‌بردیم.

تحقیق دیگری که انجام دادیم، دیدبانی همزمان پنج مگس بود. در اینجا توانستیم وسیله‌ای بسازیم که یک لولهٔ کوچک شیشه‌ای شبیه یک پیپت حدوداً ۳ اینچی در آن قرار داشته باشد. در یک طرف آن پیپت شیشه‌ای، یک دیود تولیدکنندهٔ نور وجود داشت که نور قرمز تولید می‌کرد. در طرف دیگر پیپت یک ترانزیستور نوری وجود داشت. اگر یک مگس متحرک طول ۵×۵۰ سانتی‌متری پیپت شیشه‌ای شفاف را طی می‌کرد و پرتو را قطع می‌کرد، یک تکانهٔ الکتریکی تولید می‌کرد.

چگونه حرکات را ثبت می‌کردید؟

سیم دستگاه به یک ماشین بزرگ متصل بود؛ این ماشین که یک کاغذ چارت تولید می‌کرد. طی ۲۴ ساعت، چند فوت کاغذ را با پنج خط قرمز از پنج خودکار موازی داشتیم. با این دستگاه می‌توانستیم پنج مگس را در یک زمان کنترل کنیم. وقتی که یک تکانهٔ الکتریکی وارد دستگاه می‌شد، قلم حرکت می‌کرد.

ما هم مگس‌های شاهد داشتیم و هم مگس‌های آزمایشی. ما مگس‌های بی‌ریتم در اختیار داشتیم. در پایان سال ۱۹۸۴، چیزی که ما داشتیم، مگس‌هایی بود که واحد رونویسی به‌آن‌ها تزریق شده بود و چیزی که می‌دیدیم، می‌بایست ژن پریود از جابه‌جایی JC۴۳ باشد.

تصور می‌کنم هـــر روز صبح نگاهی به نوارهای ثبت‌شده می‌کردید.

بله! هر روز صبح، کاغذهایی را که شب کف اتاق ریخته می‌شد، جمع می‌کردیم و به خطوط جوهر قرمز نگاه می‌کردیم تا جاهایی را در آن‌ها قلم‌ها حرکت کرده بودند و جایی را که قلم‌ها بی‌حرکت بودند، مشاهده کنیم. زمانی که مگس‌ها به اطراف حرکت می‌کردند، قلم‌ها تکان خورده بودند و خطوط مستقیم مربوط به زمانی بودند که مگس‌ها آرام بودند و استراحت می‌کردند. سپس کاغذ را برش می‌دادیم و در فواصل ۲۴ ساعته قرار روی هم قرار می‌دادیم تا بتوانیم ببینیم که چه الگوهای رفتاری برای هر مگس وجود دارد.

مگس‌های وحشی ۱۲ ساعت فعال و ۱۲ ساعت غیرفعال هستند. بارها و بارها این الگو را روی این اسناد مشاهده کردیم. مگس‌های شاهد که بی‌ریتم بودند، هیچ کدام از این موارد را نشان نمی‌دهند؛ آن‌ها فقط به شکل غیرعادی فعال می‌شوند و به شکل غیرعادی استراحت می‌کنند. در مقابل، مگس‌هایی که DNA کلون‌شده را از ژن پریود دریافت کرده بودند، الگوهای خود را برگردانده بودند، بنابراین، آن‌ها به‌طور متناوب روزها فعال و شب‌ها غیرفعال بودند.

اندازهٔ این دستگاه چقدر بود؟

تقریباً به‌اندازهٔ یک جعبهٔ کفش. همهٔ این کارها با مگس‌های درون یک انکوباتور تاریک انجام می‌شد؛ مگس‌ها نمی‌توانستند نور را ببینند و در نتیجه نمی‌توانستند چرخه‌های نور و دما را تجربه کنند. محیط‌زیست آن‌ها پایدار نگه‌داشته می‌شد. بنابراین، می‌دانستیم آنچه اندازه‌گیری می‌کنیم، توانایی درونی مگس‌های سرکه بود و علاوه بر آن، می‌توانستیم از این DNA کلون‌شده برای انتقال توانایی‌های درون‌زاد از یک مگس به مگس دیگر استفاده کنیم.

این وسیله در اوایل دههٔ ۱۹۸۰ مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۸۴ دو مقاله دربارهٔ آن منتشر کردیم، که مقالهٔ اصلی در نیچر منتشر شد [۴].

ریتم جنبشی مگس‌های سرکه‌ای که در تاریکی ممتد متولد می‌شوند و رشد می‌کنند، مانند بزرگسالان است. درست است؟

بله، درست است. این را در واقع در مقاله‌ای که در فوریه ۱۹۹۲ در PNAS منتشر کردیم، توضیح دادیم [۵]. متوجه شدیم که مگس‌هایی که هرگز نور را در زندگی خود ندیده‌اند، ریتم‌هایی جنبشی درست شبیه مگس‌های وحشی نشان می‌دهند. فقط نمی‌توانیم فاز نوسان ریتم‌ها را پیش‌بینی کنیم، مگر آنکه بی‌ریتمی جمعیت را به‌دست آوریم؛ اما این به‌خاطر ریتم‌های فردی است که با هم متفاوت‌اند [۵].

یافتن مولکول ساعت‌ساز

ده سال پس از جداسازی ژن per در مارس ۱۹۹۴، تیم شـــما دو مقالهٔ برجسته در ساینس منتشر کرد [۶ و ۷]. شما در این مقاله کشف یک مگس جهش‌یافته در ژن پریود را به نام TIM را روی کروموزوم شمارهٔ ۲ گزارش دادید.

در این دو مقالهٔ اول در سال ۱۹۹۴، نشان دادیم که چرخهٔ ژن per در مگس‌های جهش‌یافته در ژن timeless متوقف می‌شود. به عبارت دیگر، جهش در ژن timeless باعث بی‌ریتمی رفتاری و مولکولی می‌شود. همچنین نشان دادیم که تعداد زیادی TIM باعث ناپدید شدن per می‌شود. Per دیگر ساخته نمی‌شود، حتی اگر RNA پریود وجود داشته باشد. بنابراین، معلوم شد که عملکرد ژن timeless به نحوی با ژن پریود جفت است [۷].

پس شما سطح بالایی از پروتئین PER را در این الل جدید timeless را نشان دادید.

بله. این هم رضایت‌بخش بود؛ چون وقتی به دنبال ژن دیگری بودیم که بر ریتم شبانه‌روزی تأثیر داشته باشد، به جای پیدا کردن مسیر جدید، به همان سازوکاری که per درگیر بود، برگشتیم. به همان ساعت برگشتیم، به طوری که ژن‌های پریود و timeless برای اجرای ریتم شبانه‌روزی همکاری می‌کردند [۷].

شما یک سال بعد، در سال ۱۹۹۵ نشان دادید که ریتم‌هـــای مولکولی per و TIM با جهش در این جایگاه‌هـــا و ایجاد تغییرات مربوط در چرخه‌های تولید شده در هر دو جایگاه به هم وابسته‌اند [۸، ۹ و ۱۰].

درست است. در سال ۱۹۹۵ سه مقاله دیگر داشتیم که نشان می‌دادند جهش per می‌تواند باعث ایجاد بی‌ریتمی در چرخه‌های ملکولی timeless شود [۸، ۹ و ۱۰]. قبلاً نشان داده بودیم که جهش در ژن timeless باعث ایجاد بی‌ریتمی مولکولی در پریود می‌شود [۷].

سه دهه بعد

چیزی که تحقیقات دربارهٔ ریتم شبانه‌روزی از دیدگاه زیست‌شناســـی سیســـتم‌ها به ما می‌گویند، این است که یک نوسان‌ساز مولکولی در نورون‌های کلیدی مغز روشن می‌شود و تعداد زیادی از مولکول‌ها را در بافت‌های متعدد رهبری می‌کند تا ریتم‌های رفتاری آشکار ایجاد کنند؟

این نشان می‌دهد که موجودات زنده برای زیستن در مسیر زمان تعریف شده‌اند. هر ساعت از روز، بسیاری از بافت‌ها فعالیت خود را تغییر می‌دهند و همه تحت چتر تنظیمی ساعت‌های شبانه‌روزی قرار دارند.

تحقیقات جدیدی که توسط پی‌یر شامبون[۱۶] در فرانسه صورت گرفته است، برای من جالب است. این پژوهشگران نقش باکتری‌های هم‌سفره را در هم‌ایستایی سلولیِ سلول‌های پوششی روده مشاهده می‌کردند. کار آن‌ها در ماه مه ۲۰۱۳ در نشریهٔ «سلول» منتشر شد [۱۳].

مشخص می‌شود که ساعت‌هایی شبانه‌روزی وجود دارند که تحت نفوذ مجموعهٔ میکروب‌های روده روشن می‌شوند. این ساعت‌ها در جانداران عاری از میکروب کار نمی‌کنند. برای من، این نشان می‌دهد که وقتی میکروب‌ها وجود دارند، سلول‌های پوششی روده برای مقابله با وضعیت محیطی جدید فراخوانده می‌شوند. برای مقابله با این محیط جدید میکروبی، باید ژن‌هایی را روشن کنیم؛ ابتدا یک برنامهٔ شبانه‌روزی را که می‌گوید زمانی که این ژن‌ها روشن شوند، به‌کار بیندازیم [۱۳].

شاید برخی از عملکردهای تخصصی نیاز به هماهنگی بسیاری از ژن‌ها داشته باشند که نه تنها باید با هم کار کنند، بلکه باید در عین حال تحت کنترل موقتی هم باشند. مهم است که به‌صورت آنلاین در یک توالی معین قرار دارند، یا با هم، یا A بعد از B، بعد از C و به صورت آنلاین عمل می‌کنند. بنابراین، ترتیب زمانی بیان ژن‌ها هنگام فعالیت سلول، ریشه در تنظیم ژن دارد و روشی که سامانه‌های زنده انجام می‌دهند، ساعت شبانه‌روزی است. ارتباط هم‌زیستی بین روده و میکروب‌های روده نه تنها شامل نشانه‌های خارجی باکتریایی است که با گیرنده‌های سلول‌های پوششی برهمکنش دارند، بلکه نیاز به یکپارچگی ساعت شبانه‌روزی دارد که پنجره‌ای موقتی باز می‌کند و طی آن سیگنال‌های اجزای باکتریایی می‌توانند توسط گیرنده‌های سلول پوششی ایجاد شوند.

بیش از ۳۰ سال از آغاز کار شما در ساعت‌های زیستی گذشته‌است. امروزه، تأثیر کار شما باعث شگفتی‌تان می‌شود؟ در بسیاری از زمینه‌های مختلف گسترش یافته است: اختلالات خواب، سرطان، ایمنی، سوخت‌وساز.

بله همین‌طور است. وقتی برای اولین‌بار به این مسئله علاقه‌مند شدم، به‌نظرم یک مشکل رفتاری بود. مطالعات پستانداران داشتیم که نشان می‌دهند ما یک منطقه کوچک در مغز، هستهٔ فوق کیاسمایی هیپوتالاموس را شناسایی کرده‌ایم که ریتم‌های فعالیت‌های جنبشی را کنترل می‌کند. من فکر می‌کنم که بسیاری می‌توانند ادعا کنند که همهٔ عملکردهای ساعت شبانه‌روزی در آن منطقهٔ کوچک در مغز و نه در هیچ جای دیگر بدن هستند و این همان ساعت اصلی است.

ما شروع به مشاهدهٔ این موضوع کرده‌ایم که همه چیز می‌تواند با جداسازی ژن پریود پیچیده‌تر شود، چون ما مکان‌هایی برای بیان خارج از مغز، درست از ابتدا پیدا کردیم. در واقع، per RNA در سراسر این مکان یافت شده است و کاملاً گیج‌کننده است. البته، حالا ما می‌دانیم که در اکثر این موارد، بیان per را داشته باشیم که مرتبط با فعالیت ساعت مستقل است.

تمرکز این‌ها در مغز غافل‌گیرانه بود. در دههٔ ۱۹۷۰، هسته‌های فوق کیاسمایی به مدت چندین سال، هسته‌های مرکزی در نظر گرفته می‌شدند. بعد از آن همه چیز به‌هم خورد. در سال ۱۹۹۷ جف هال[۱۷] و استیو کی[۱۸] مقاله‌ای در مجلهٔ ساینس منتشر کردند که نشان می‌داد ساعت‌های شبانه‌روزی در سراسر

بدن مگس سرکه وجود دارند [۱۴]. کمی بعد از آن، در سال ۱۹۹۸، اوئلی شیبلر[19] در ژنو نشان داد که فیبروبلاست‌های کشت داده‌شدهٔ رَت ساعت‌های خود را دارند. نوسانات روزانه با طول متوسط ۲۲/۵ ساعت در سلول‌های این جونده ثبت شدند [۱۵]. سپس ساعت‌های کبد، لوزالمعده، ریه و ماهیچه‌ها گزارش شد. این ساعت‌ها گاه با همکاری می‌کنند و گاه با هم در تضادند.

کدام بخش از کار روی ژنتیک و زیست‌شناسی مولکولی ریتم‌های زیستی مگس سرکه می‌تواند مرتبط با پزشکی انسانی باشد؟

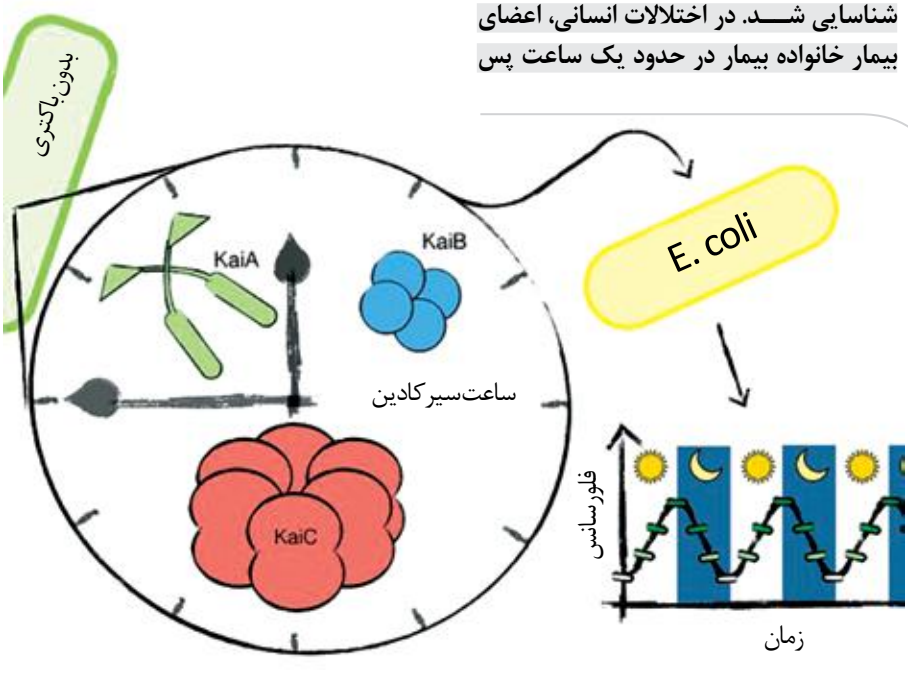
ما با کشت سلول‌های انسانی کار می‌کنیم، با بیماران و سلول‌های کاشته‌شده کار می‌کنیم تا به اختلالات خواب نگاه کنیم. کاملاً واضح است که چیزهای زیادی در مورد اختلالات خواب و وراثت از این نوع مطالعات به‌دست می‌آید.

در واقع، دو نوع اختلال خواب شبانه‌روزی مشخص وجود دارد: سندروم فاز خواب پیشرفته و سندرم فاز خواب به تأخیر افتاده. سندرم فاز خواب پیشرفتهٔ خانوادگی با یک جهش ژنی در کروموزوم ۲ در یکی از اجداد پیوند خورده است. ژن تغییر یافته پریود۲ است که در ابتدا در مطالعات ریتم شبانه‌روزی مگس سرکه شناسایی شد. در اختلالات انسانی، اعضای بیمار خانواده بیمار در حدود یک ساعت پس از غروب آفتاب به خواب می‌روند در ساعت ۴ صبح بیدار می‌شوند.

درست است. اما حوزهٔ پژوهش دربارهٔ ساعت به سرعت به قسمت‌های بسیار متفاوتی از زیست‌شناسی انسان یا پستانداران منتشر شده است. انواعی از چیزهایی که من قابل‌توجه می‌یابم، آزمایش‌هایی است که در آن برخی از این ژن‌ها غیرفعال شده‌اند. ما پی‌آمدهای متابولیک برخی از این‌ها را پیدا می‌کنیم.

برخی از موش‌های مدل که ریتم شبانه‌روزی آن‌ها از لحاظ ژنتیکی مهندسی شده‌اند، چاق هستند و علایم یک سندرم متابولیک را نشان می‌دهند. فقدان عملکرد ساعت‌های درون‌زاد در کبد ممکن است هیپوگلیسمی ایجاد کند. برخی از ساعت‌های موجود در سلول‌های جزایر لوزالمعدهٔ موش‌های از پای درآمده، در تحمل گلوکز مشکل دارند و انولین کمتری ترشح می‌کنند. مطالعات این جهش‌یافته‌ها نشان می‌دهد که پاسخ انسولین به گلوکز در آن‌ها کاهش یافته است و این نشان می‌دهد که ساعت پانکراس می‌تواند عامل اصلی حساسیت انسولین طبیعی و حفاظت در برابر دیابت باشد.

جالب است که در واکنش به زخم‌ها، تنظیم شبانه‌روزی در فرایند بهبود پوست وجود دارد. تحقیقات اخیر حاکی از آن است که از دست دادن یک بخش پروتئینی از پروتئین شبانه‌روزی per منجر به ترمیم معیوب جراحت موش‌ها می‌شود. همچنین نشان داده شده است که موش‌های فاقد ژن Per۱،



Per۲، Cry۱ و Cry۲ رشد تومورهای خود به خودی و شعاعی را افزایش می‌دهند. بنابراین، مجموعه وسیعی از آسیب به ساعت‌ها وجود دارد که در حال حاضر شاهد آن هستیم. در پستانداران مشاهده می‌کنیم که ریتم شبانه‌روزی چیزی بسیار بیشتر از یک رفتار عادی است.

ریتم شـــبانه‌روزی چه اهمیتی برای درک سرطان دارد؟

هنوز مشخص نیست که چرا تغییرات ریتم شبانه‌روزی بر فراوانی سرطان تأثیر می‌گذارند. سرطان در ارتباط با کار شیفتی بوده است. همان‌طور که گفتم، در موش‌ها، این همراه با از دست دادن ژن‌های ساعت است. این امکان وجود دارد که عناصری حفاظتی از ریتم شبانه‌روزی در رابطه با سازوکارهای پاسخ به آسیب DNA وجود داشته باشد. چیزی که ما در برخی از این موارد شاهد آن هستیم، یک خطای پاسخ به DNA است که در فرودست نبودِ ریتم شبانه‌روزی وجود دارد. من فکر می‌کنم در آینده در مورد مسیرهای سرطان در موش‌های جهش‌یافته که نرخ بالاتری از تشکیل تومور را دارند، بیشتر درخواهیم یافت.

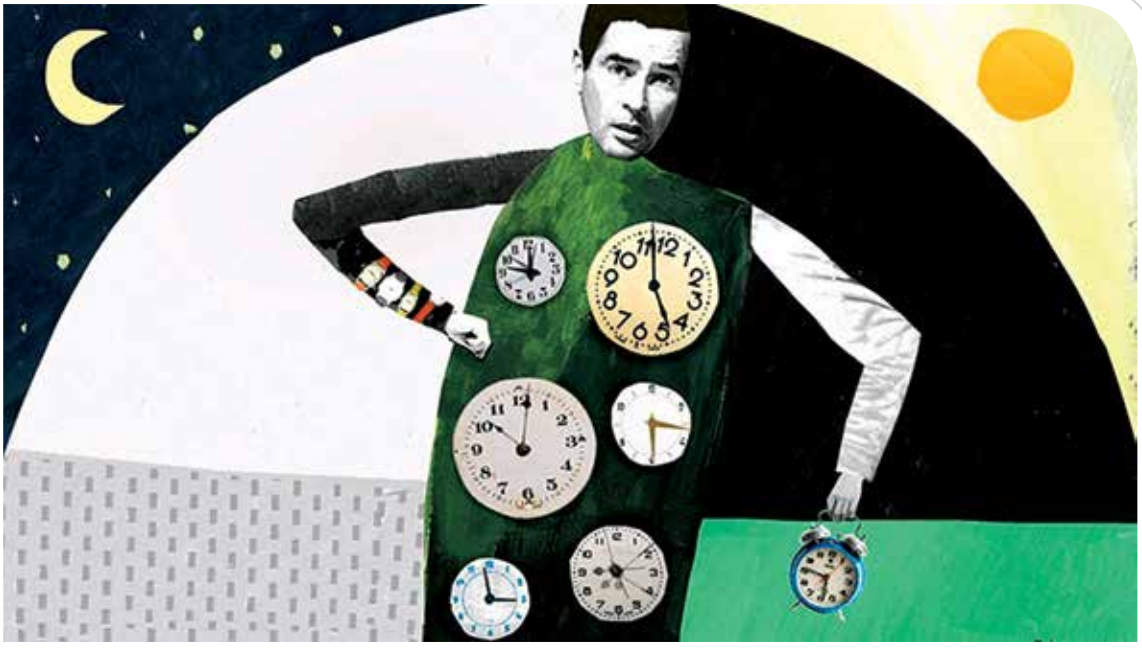
بازگشت به آینده

آیا ممکن است یک دیدگاه تاریخی کوتاه از اولین مشاهدات ساعت‌های شبانه‌روزی ارائه دهید؟

آندروستنز[۲۰] منشی اسکندر در قرن چهارم پیش از میلاد، یکی از اولین کسانی بود که مشاهدات خود را از ساعت‌های شبانه‌روزی ثبت کرد. هم‌چنین ژان ژاک[۲۱] ستاره‌شناس فرانسوی مشاهده کرد گل‌های آفتاب‌گردان صبح باز و نزدیک غروب بسته می‌شوند، حتی در غیاب یک چرخه نوری ـ تاریکی. او می‌خواست بداند محیط تا چه حد بر فعالیت‌های گیاهان تأثیر می‌گذارد و دریافت وقتی این گیاهان را به زیرزمین می‌برد، فعالیت‌های باز و بسته شدن گل‌های خود را به مدت چند روز همچنان ادامه می‌دادند. در سال ۱۷۲۹، دورتوس دمارین[۲۲] سازوکاری ذاتی کشف کرد که به گیاهان اجازه می‌داد تا پیش‌بینی کنند که چه موقع انتظار دارند خورشید سر بزند و چه موقع غروب کند.

مردم همیشه مجذوب زندگی شخصی برندگان جایزه نوبل هســـتند. آیا می‌توانید کمی دربارهٔ زندگی همسرتان که او نیز دانشمند و برندهٔ جایزهٔ نوبل است، به ما بگویید؟

در آستین، در دانشگاه تگزاس، زمانی که ما هر دو دانشجوی دورهٔ کارشناسی بودیم، همدیگر را ملاقات کردیم. او و من با هم یک مسیر ژنتیک را انتخاب کرده بودیم. او خیلی باهوش بود. یک سال بعد، مشاورِ من مشاورِ او هم شد. او باعث شد من با همسر آینده‌ام



بیشترِ آشنا شوم.

بعداً هر دوی ما به استنفورد رفتیم. او در بخش ژنتیک بود و من در بخش بیوشیمی. ما در یک طبقه بودیم، اما در گوشهٔ متفاوت.

بعد تصمیم گرفتیم بیاییم به نیویورک. من در اینجا مشغول شدم و دو سال بعد او به عنوان دانشجوی پسادکتری به اینجا آمد. در حال حاضر، او رئیس برنامهٔ دکترای علوم زیستی در همهٔ دانشگاه‌های شهر نیویورک است. به علاوه، دربارهٔ ژنتیکِ ایمنی تحقیق می‌کند. بنابراین، ما هنوز صحبت‌های زیادی در مورد ژنتیک و زیست‌شناسی با هم داریم.

فرزند هم دارید؟

دو تا دختر داریم که اکنون حدود ۳۰ ساله هستند. آن‌ها در خانه‌ای بزرگ شده‌اند که در تمام مدت پر از علوم بوده است. من قبلا مگس‌های سرکه‌ای با جهش‌های مختلف به خانه می‌آوردم. صبح‌ها که می‌خواستم بروم، می‌گفتم: «بسیار خوب، من می‌خواهم شب برای شما مگس سرکه بیاورم». یکی از آن‌ها می‌گفت: «اوه، من یک مگس چشم‌قرمز می‌خواهم» یا «من یک چشم‌سفید می‌خواهم»، یا «چشم‌زرد می‌خواهم»؛ چیزهایی مثل این. بنابراین من به درخواست آن‌ها توجه می‌کردم و چیزهایی از مجموعه‌مان می‌آوردم.

ممکن است کمی دربارهٔ سرگرمی‌های خود به ما بگویید؟

ما زمان زیادی را در نیومکزیکو سپری کردیم. در یکی از دره‌های کوه‌های راکی که به نیو مکزیکو سرازیر می‌شوند، جایی داشتیم. در شمال غربی سانتافه.

اغلب اوقات ما به‌پیاده‌روی و جمع‌آوری فسیل می‌رویم. ساختار زمین‌شناختی آنجا واقعاً تماشایی است. لایه‌های آن در زمان‌هایی طولانی ته‌نشین شده‌اند. می‌توانیم در آنجا در دوره‌های بسیار متفاوتی قدم بزنیم؛ در پایین یکی از دره‌های باریک، صخره‌ها حدود ۲۵۰ میلیون سال قدمت دارند و مربوط به پرمین هستند. مجموعه‌هایی از فسیل‌هایی که در آنجا پیدا می‌شوند، بسیار ابتدایی و بیشتر هم فسیل‌های گیاهی هستند. وقتی از دیواره این دره عبور می‌کنید، به مناطقی برخورد می‌کنید که متعلق به تریاس هستند و حدود ۲۰۰ تا ۲۲۰ میلیون سال قدمت دارند و پر از استخوان‌های دوزیستان هستند. نقشه‌های زمین‌شناختی و عمر سنگ‌های آنجا از سوی سازمان زمین‌شناسیِ نیومکزیکو تولید شده‌اند، بنابراین همیشه دقیقاً تاریخ تکاملی هر نقطه را می‌دانیم.

آیا در اوایل دههٔ ۱۹۸۰، هرگز تصور می‌کردید که سی سال آینده را صرف کار روی ریتم‌های رفتاری شبانه‌روزی خواهید کرد؟ علاقهٔ خود را نسبت به این موضوع چطور توضیح می‌دهید؟ آیا چیز دیگری غیر از کنجکاوی خالص ذهنی شما وجود دارد و شما چگونه به این موضوع علاقه‌مند مانده‌اید؟

این سؤال خوبی است. شما می‌دانید که چه اتفاقی افتاد. در اصل یک مشکل کوچک به‌نظر می‌رسید. در آن زمان امیدوار بودیم که سریعاً پاسخ را بیابیم، شواهدی پیدا کنیم که ژن پریود باعث بی‌نظمی می‌شود؛ اما کار مدت زیادی طول کشید.

در ابتدای دههٔ ۱۹۹۰، ما چندین ژن به‌دست آوردیم که ویژگی‌های بسیار جالبی داشتند. وقتی وارد این قضیه شدیم، انواع سؤالات و تعداد رویکردها افزایش یافت. باید در زمینه‌های متنوع، از ژنتیک گرفته تا زیست‌شناسی مولکولی و تا زیست‌شناسی سلولی و بیوشیمی کار می‌کردیم. همیشه کارهای زیادی برای انجام‌دادن وجود داشته و چیزهای جدید سر راه‌مان سبز می‌شوند. زیر هر سنگی که جابه‌جا می‌کنیم، سؤالات جدیدی پیدا می‌شود.

در طول مدتی که روی ریتم‌های شبانه‌روزی کار می‌کردیم، روی چیزهای دیگر هم کار می‌کردیم. مدتی روی عناصر جهنده در ژن Notch هنگام نمو اولیه کار کردیم؛ اما در پاسخ به سؤالات‌مان دربارهٔ CLOCK جواب‌هایی که دریافت کردیم به جای انقباض، به رشد اشاره داشتند. فکر می‌کنم این چیزی است که باعث شد من هر چه بیشتر و بیشتر برای حل مشکل ساعت‌های شبانه‌روزی و دور از موضوعات دیگری که به نظر می‌رسد با سرعتی باورنکردنی رشد می‌کنند، در آزمایشگاه تلاش کنم.

به نظر خودتان استعداد اصلی و ویژگی‌های شخصیتی‌تان به عنوان یک دانشمند چیست؟

مداومت و پافشاری کار خوبی است.

می‌دانید، دفعات زیادی وجود دارد که ما راه جلو پای‌مان را ندیده‌ایم؛ ولی به پیشروی ادامه داده‌ایم و به سرنخ‌هایی رسیده‌ایم.

من همیشه به سیر تکاملی علاقه داشته‌ام: تنوع جانداران و انواع مختلف سازگاری آن‌ها در گونه‌ها، سرده‌ها و راسته‌های مختلف. بنابراین، این‌ها همه رمزهایی هستند که در حال کشف‌شدن‌اند و مرا علاقه‌مند نگه می‌دارند.

من متوجه‌شده‌ام که به بسیاری از حوزه‌های زیست‌شناسی علاقه دارم. این به من کمک کرده‌است تا به نتایج جدید برسم و توجه داشته باشم که نتایج جدید را می‌توان از جهات مختلف تحت مشاهده قرار داد.

فکر نمی‌کنم که قبلاً همه از ریتم‌های شبانه‌روزی مطلع بودند، مثلاً وقتی که من دانشجوی کارشناسی‌ارشد بودم. فکر می‌کنم این موضوع کمک زیادی به‌من کرد. در کودکی در معرض بسیاری از پدیده‌های زیستی عمومی بودم، به گونه‌ای آماده بودم که چنین مشکلاتی را تحمل کنم.

چه توصیه‌ای برای دانشمندان جوانی دارید که می‌خواهند کار شما را ادامه دهند؟

باید چیزهایی را که به آن‌ها علاقه‌مندند، دنبال کنند و خیلی سریع به چیزهایی که کاملاً عملی به نظر می‌رسند، کشیده نشوند. من فکر می‌کنم در حال حاضر گرایشی به این سمت وجود دارد. چیزهای عملی و ایمن وجود دارد که دانشمندان می‌توانند انجام دهند و چیزهایی هم وجود دارند که لزوماً پرخطر نیستند، بلکه ذاتاً توان بیشتری برای هیجان‌بخشی دارند. فکر می‌کنم توصیهٔ من این است که به خودتان این فرصت را بدهید که چیزی جدید و واقعاً هیجان‌انگیز پیدا کنید.

پی‌نوشت‌ها

1. Jeffrey C. Hall 2. Michael Rosbash
3. Michael W. Young
4. Shaw Prize in Life Science and Medicine
5.Canada Gairdner Foundation International Award
6. Louisa Gross Horwitz Prize for Biology or Biochemistry
7. Neuroscience Prize of the Peter and Patricia Gruber Foundation 8. Marc Gozlan
9. Marmur and Doty on denaturation of DNA
10. Julius Marmur 11. Burke Judd
12. Period gene 13. Ron Konopka
14. Seymour Benzer
15. National Academy of Sciences
16. Pierre Chambon 17. Jeff Hall
18. Steve Kay 19. Ueli Schibler
20. Androsthenes 21. Jean-Jacques d'Ortous
22. d'Ortous de Marain

مراجع

1. Axelrod S, Saez L, Young MW. Studying circadian rhythm and sleep using genetic screens in Drosophila. Methods Enzymol. 2015;551:3-27.
2. Bargiello TA, Young MW. Molecular genetics of a biological clock in Drosophila. Proc Natl Acad Sci U S A. 1984;81:2142-2146.
3. Konopka RJ, Benzer S. Clock mutants of Drosophila melanogaster. Proc Natl Acad Sci U S A. 1971;68:2112-2116.
4. Bargiello TA, Jackson FR, Young MW. Restoration of circadian behavioural rhythms by gene transfer in Drosophila. Nature. 1984;312:752-754.
5. Sehgal A, Price J, Young MW. Ontogeny of a biological clock in Drosophila melanogaster. Proc Natl Acad Sci U S A. 1992;89:1423-1427.
6. Sehgal A, Price JL, Man B, Young MW. Loss of circadian behavioral rhythms and per RNA oscillations in the Drosophila mutant timeless. Science. 1994;263:1603-1606.
7. Vosshall LB, Price JL, Sehgal A, Saez L, Young MW. Block in nuclear localization of period protein by a second clock mutation, timeless. Science. 1994;263:1606-1609.
8. Gekakis N, Saez L, Delahaye-Brown AM, et al. Isolation of timeless by PER protein interaction: defective interaction between timeless protein and long-period mutant PERL. Science. 1995;270:811-815.
9. Myers MP, Wager-Smith K, Wesley CS, Young MW, Sehgal A. Positional cloning and sequence analysis of the Drosophila clock gene, timeless. Science. 1995;270:805-808.
10. Sehgal A, Rothenfluh-Hilfiker A, Hunter-Ensor M, Chen Y, Myers MP, Young MW. Rhythmic expression of timeless: a basis for promoting circadian cycles in period gene autoregulation. Science. 1995;270:808-810.
11. Myers MP, Wager-Smith K, Rothenfluh-Hilfiker A, Young MW. Light-induced degradation of TIMELESS and entrainment of the Drosophila circadian clock. Science. 1996;271:1736-1740.
12. Price JL, Blau J, Rothenfluh A, Abodeely M, Kloss B, Young MW. Double-time is a novel Drosophila clock gene that regulates PERIOD protein accumulation. Cell. 1998;94:83-95.
13. Mukherji A, Kobiita A, Ye T, Chambon P. Homeostasis in intestinal epithelium is orchestrated by the circadian clock and microbiota cues transduced by TLRs. Cell. 2013;153:812-827.
14. Plautz JD, Kaneko M, Hall JC, Kay SA. Independent photoreceptive circadian clocks throughout Drosophila. JSTOR. 1997;278:1632-1635.
15. Balsalobre A, Damiola F, Schibler U. A serum shock induces gene expression in mammalian tissue culture cells. Cell. 1998;93:929-937.

پروانه‌ها و زنبورهای وحشی

ترجمه: محمدعلی ابوعلی

توسعهٔ «دانش محتوای آموزشی» معلمان زیست‌شناسی از طریق علم شهروندی

علم شهروندی موضوعی جدید، اما با سرعت در حال رشد و کسب اهمیت هرچه بیشتر در زمینهٔ آموزش علوم است. این مقاله به توسعهٔ «دانش محتوای آموزشی[1]» معلمان زیست‌شناسی از طریق علم شهروندی می‌پردازد. تعدادی از این معلمان در یک پروژهٔ علوم شهروندی شرکت کردند و به مشاهدهٔ زنبورهای وحشی و شناسایی پروانه‌ها پرداختند. در این مقاله، چگونگی آموزش این روش‌های زیست‌شناختی به دانش‌آموزان مورد بحث قرار می‌گیرد. در این پروژه که دو سال طول کشید، با چهار معلم مصاحبه کردیم و «دانش محتوای آموزشی» را به شکل «نمایش محتوای آموزشی[2]» و «مجموعهٔ تجارب آموزشی حرفه‌ای[3]» به ثبت رساندیم. این نتایج می‌توانند به پروژه‌های علمی شهروندی در آینده کمک کنند تا فعالیت‌های خود را با برنامهٔ درسی مدارس مرتبط کنند. اگرچه یکی از اهداف این پروژه در دسترس قرار دادن طبیعت علم به معلمان و دانش‌آموزان در مسیر پروژه بود، معلمان این جنبه را در نظر نگرفتند. این مقاله دلایل احتمالی آن را مورد بحث قرار می‌دهد و راهبردهای مختلفی برای بهبود علم شهروندی در زمینهٔ یادگیری زیست‌شناسی مدارس پیشنهاد می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: نمایش محتوای آموزشی، مجموعهٔ تجارب آموزشی حرفه‌ای، علم شهروندی، معلمان زیست‌شناسی، مشاهده، شناسایی گونه‌ها.

۱.مقدمه

«طبیعت در حیاط‌خلوت، علم شهروندی برای مدارس» پروژه‌ای دوساله در خصوص علوم شهروندی بود که از اکتبر ۲۰۱٤، با همکاری دانشمندان حفاظت در دانشگاه منابع طبیعی و علوم زیستی وین[۴] و ۱٦ مدرسه در اتریش برگزار شد. هدف مستند کردن تنوع زیستی در گستره‌ای از باغ‌های شهری و روستایی، به منظور بررسی رابطهٔ متقابل بین مدیریت باغ و حضور گروه‌های خاصی از جانوران بود. دانش‌آموزانِ شرکت‌کننده در این پروژه با صاحبان باغ‌ها مصاحبه و مجموعهٔ کوچکی از گونه‌های پروانه‌ها و نیز رفتار جست‌وجوی غذا در زنبور وحشی را مشاهده کردند(Winter et al, ۲۰۱٦). آنان از روش‌های مختلف و ابزار ارائه‌شده از سوی دانشمندان برای بررسی‌های باغ استفاده کردند. به نظر فیلیپس و همکاران (۲۰۱۴)، این پروژه را می‌توان به‌عنوان یک پروژهٔ علمی شهروندی مؤثر در نظر گرفت، چون در آن موضوع تحقیق و سؤالات، فرضیه و روش جمع‌آوری داده‌ها از سوی دانشمندان ارائه شده بود و شهروندان فقط در جمع‌آوری داده‌ها مشارکت داشته‌اند. آنالیز این کار نیز به‌عهدهٔ دانشمندان بود. دانش‌آموزان شرکت‌کننده نیز فرصت بیشتری برای یادگیری ارزش تنوع زیستی و باغ‌ها به‌عنوان زیستگاه‌های حیات وحش انتخابی در «طبیعتِ حیاط‌خلوت» داشتند (Panhuber ۲۰۱٦, ٤۷ f). علاوه بر این، معلمان در کارگاه‌ها شرکت کردند و روی طبیعت علم (NoS, cf. Lederman ۲۰۰۷)، به‌ویژه در مورد طبیعت زیست‌شناسی تمرکز کردند (NoB, cf. Kloser ۲۰۱۲).در این پروژه که بر اساس رویکردهای کاوشگری اداره می‌شد، در ارتقای مفاهیم طبیعت علم به دانش‌آموزان ناتوان به

نظر رسید (Abd-El-Khalick ۲۰۱۲; Lederman ۲۰۰۷). بنابراین، معلمان علوم کارگاه‌های فکری با تمرکز بر طبیعت علم و طبیعت زیست‌شناسی (یعنی تمایز بین مشاهده و استنتاج (Lederman ۲۰۰۷) و مشکلات شناسایی تنوع درون‌گونه‌ای) برگزار کردند (Bardy-Durchhalter, Scheuch, and Radits ۲۰۱۳).

در این پژوهش آموزشی، تمرکز بر معلمانی بود که قرار بود به عنوان میانجی بین دانشمندان و دانش‌آموزان عمل کنند (همان). انتظار می‌رفت معلمان در جمع‌آوری داده‌ها به دانش‌آموزان انگیزه بدهند و از آن‌ها حمایت کنند. آن‌ها همچنین باید برنامهٔ درسی ملی و اهداف آموزشی را نیز در نظر می‌گرفتند. علاوه بر این، اهداف شخصی و رویکردهای حرفه‌ای برای شرکت در این پروژه بر نحوهٔ عمل معلمان به وظیفه خود به عنوان میانجی مؤثر بود.

ما بر دو فعالیت به‌عنوان روش‌های علمی به‌کار گرفته‌شده در تحقیقات زیست‌شناختی که در فرآیند جمع‌آوری داده‌ها در طول پروژه اهمیت داشتند (Eberbach and Crowley ۲۰۰۹; Mayr ۱۹۸۲, ۲۸–۳۲)، تمرکز کردیم. این دو فعالیت مشاهدهٔ مدت‌زمان پرواز زنبورهای وحشی برای جست‌وجوی غذا و شناسایی پروانه‌ها بود (Bromme et al. ۲۰۰٤; Mayr ۱۹٦۹).

۲. علم شهروندی و دانش معلمان

داوطلبان شرکت‌کننده در این پروژهٔ علمی شهروندی، این فرصت را داشتند تا درک بهتری از مفاهیم اکولوژیک به دست آورند و دانش خود را در مورد گونه‌ها افزایش دهند (Bela et al. ۲۰۱٦; Kelemen-Finan and Dedova ۲۰۱٤). این نوع علم شهروندی بر محیط زیست محلی تمرکز می‌کند و باعث یادگیری خودکار در محیط بیرون از مدرسه می‌شود و می‌تواند به نگرش بهتر به حفاظت از طبیعت و پژوهش‌های علمی منجر شود (Collins ۲۰۱٤). این امر باعث نمی‌شود که دانش‌آموزان به‌طور خودکار در زمان فراغت خود عمل کنند، بلکه می‌تواند در دراز مدت بر نگرش دانش‌آموزان در جهت ارزش‌گذاری به تنوع زیستی و سودهای طبیعت کمک کند. فراهم کردن یادگیری در فضای باز خارج از مدرسه، در ساعات مدرسه برای دستیابی به اهداف آموزش محیطی بسیار مهم است.

۲-۱ مشاهدهٔ جانداران، شناسایی گونه‌ها

دانش‌آموزان و معلمان مشاهدات علمی خود را (Eberbach and Crowley ۲۰۰۹) برای ثبت رفتار زنبور و شناسایی گونه‌های مختلف هدف در این پروژه (Bromme et al. ۲۰۰٤)، انجام دادند. هر دو این فعالیت‌ها چالش‌هایی برای شرکت‌کنندگان در پی داشت.

مشاهده، اساس بسیاری از فعالیت‌های علمی است، به همین دلیل، باید در علوم مدارس در نظر گرفته شود (Osborne) Lederman ۲۰۰۷ et al. ۲۰۰۳). ابرباک و کراولی (۲۰۰۹)[5] مانع اصلی درک دانش‌آموزان از روشِ علمیِ مشاهده را مقایسهٔ مشاهدات علمی و مشاهداتِ روزمره دانسته‌اند. دانشمندان از یک سو دانش تخصصی و نگاه موضوع‌محور را در مشاهدات در خصوص مفاهیم نظری خود به‌کار می‌برند، بر فرضیهٔ خود و همبستگی‌ای که بعداً می‌توانند تفسیر کنند، تمرکز دارند؛ اما در سوی دیگر، دانش‌آموزان اغلب به‌صورت شانسی در مشاهدات خود هدایت می‌شوند، عجولانه نتیجه‌گیری می‌کنند و به ندرت بین مشاهدات و استنباط تمایز قائل می‌شوند (Lederman ۲۰۰۷). دانش روزمره برای مشاهدات آن‌ها اساسی است و بنابراین اغلب بسیار شخصی است.

چالش دوم برای دانش‌آموزان شناسایی گونه‌ها بود. شناسایی گونه‌ها در مدارس به دلایل مختلف، مانند غنای گونه‌ای بسیار زیادِ مکان‌های مطالعه به ندرت انجام می‌شود (Randler and Bogner ۲۰۰٦). مشکل دیگر، شباهت بین گونه‌های مختلف و نیز تنوع درون گونه‌ای بود (Bardy-Durchhalter, Scheuch, and Radits ۲۰۱۳). افراد غیرمتخصص بدون دانش در مورد ویژگی‌های مرتبط، هنگام نام‌گذاری صحیح گونه‌ها و تصمیم‌گیری قابل اعتماد مشکل دارند. معلمانِ اتریش نیز برای انجام فعالیت‌های شناسایی در مدارس به همین دلایل تردید دارند (Kelemen-Finan and Dedova ۲۰۱٤). به علت این یافته‌ها، تنها مجموعهٔ کوچکی از گونه‌های هدف برای این پروژه انتخاب شدند. برای رفع موانع فوق‌الذکر، دانشمندان و مربیان علوم، معلمان و دانش‌آموزان را همراهی می‌کردند. برنامهٔ درسی علوم اتریش از دانش‌آموزان می‌خواهد که سواد علمی کسب کنند و مفاهیم بنیادین علمی و چگونگی کسب دانش علمی را درک کنند. حمایت از دانش‌آموزان در این مشاهدات، از وظایف معلمان است. بنابراین، ما دانش حرفه‌ای معلمان را به‌عنوان «دانش محتوای آموزشی» در نظر گرفتیم (Shulman ۱۹۸٦).

۲-۲. «دانش محتوای آموزشی» در اینجا یعنی دانش حرفه‌ای زیست‌شناختیِ معلمان زیست‌شناسی

«دانش محتوایِ آموزشی» توسط شولمن (Shulman ۱۹۸٦) در اواسط دههٔ هشتاد میلادی وارد ادبیات پژوهش‌های آموزشی شد. «دانش محتوایِ آموزشی» به دانشی تخصصی اشاره دارد که مثلاً معلم زیست‌شناسی را از دانشمندان و پژوهشگران زیست‌شناس متمایز می‌کند، ارتباط نزدیکی با دانش محتوای درس دارد و براساس آن ساخته می‌شود؛ اما شامل دانش و مهارت‌های دیگری مانند اهداف آموزشی موضوع مربوطه، برنامهٔ درسی، طرز فکر و پیش‌دانسته‌های دانش‌آموزان، چگونگی ارزشیابی یادگیری و ارزش‌گذاری نیز می‌شود (Magnusson, Krajcik, and Borko ۱۹۹۹). یکی از این موارد به‌ویژه از سوی لوگران، بری و مولهال (Loughran, Berry, and Mulhall (۲۰۱۲ مورد تأکید قرار گرفته است: «دانش محتوای آموزشی» اغلب دانشی است که بر اثر تجارب تدریس توسعه می‌یابد و رشد می‌کند.

۳. اهداف و سؤالات تحقیق

هدف این مطالعه، به تصویر کشیدن توسعهٔ دانش محتوای آموزشی معلمان هنگام کار با دانش‌آموزان برای شناسایی گونه‌ها و مدیریت انتقال مشاهدات روزمره به مشاهدات علمی است. دوم، می‌خواستیم در مورد نحوهٔ رویارویی معلمان با تنش بین برآورده کردن انتظارات دانشمندان و رسیدن به اهداف آموزشی در حین مشارکت در پروژه‌های علمی شهروندی، بیشتر بدانیم. بنابراین، سؤال تحقیق این بود: کدام دانش محتوای آموزشی‌ای در مفهوم‌سازی «نمایش محتوای آموزشی» و «مجموعهٔ تجارب آموزشی حرفه‌ای» پس از شرکت در یک پروژهٔ علمی شهروند که شامل مشاهده زنبورهای وحشی و شناسایی پروانه‌ها می‌شود، قابل مشاهده است؟

۴. روش

در این مطالعهٔ کیفی، داده‌ها از طریق مصاحبه‌های هدایت‌شده با معلمانی که در پروژهٔ «طبیعت در

حیاط‌خلوت شما» به مدت دو سال شرکت داشتند، جمع‌آوری شد. ما فقط آموزگاران را از مدارس متوسطه برتر انتخاب کردیم تا سابقهٔ تحصیلی معلم را همگن نگاه داریم. چهار نفر از هفت نفری که بالقوه می‌توانستند در این پژوهش شرکت کنند، در مصاحبه شرکت کردند. خلاصه‌ای از مصاحبه‌های انجام‌شده در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. مرور کلی مصاحبه‌ها

	مصاحبهٔ ۱ (I1)	مصاحبهٔ ۲ (I2)	مصاحبهٔ ۳ (I3)	مصاحبهٔ ٤ (I٤)
جنسیت	زن	مرد	زن	مرد
تجربهٔ آموزشی بر اساس شنیدر و پلاسمن (۲۰۱۱)	تجربهٔ زیاد در تدریس علوم	تجربهٔ کم در آموزش علوم*	تجربهٔ زیاد در تدریس علوم	تجربهٔ زیاد تدریس علوم
پایه‌های شرکت‌کننده	۱۰ و ۱۲	۱۰، ۱۱ و ۱۲	٦ و ۱۰	۱۱
سرفصل «نمایش محتوای آموزشی»	زنبور وحشی	زنبور وحشی، پروانه	زنبور وحشی، پروانه	پروانه

* با تجربهٔ بیشتر در تدریس علوم در دانشگاه

ما تصمیم گرفتیم از مدل دانش محتوای آموزشی که از سوی Loughran، بری، و Mulhall (۲۰۱۲) پیشنهاد شده، استفاده کنیم. در این مدل معلمان ابتدا ایده یک موضوع علمی را تعریف و سپس درخواست می‌کنند تا شرکت‌کنندگان مطابق سؤالات ارائه‌شده در «نمایش محتوای آموزشی» توضیح دهند. این آنالیز تقریباً مشابه آنالیز چارچوب ریچی (Ritchie, Spencer, and O'Connor ۲۰۰۳) بوده است که در آن چارچوب مفهومی توسط مقوله‌های «نمایش محتوای آموزشی» تعیین می‌شوند. برای آنالیز داده‌های مصاحبه‌ها براساس آنالیز محتوای کیفی (Mayring ۲۰۰۷)، نخست آن‌ها را نوشتیم و سپس با کمک نرم‌افزار atlas.ti۷ کدگذاری کردیم (Mayring ۲۰۰۷).

۵. نتایج

نتایج در دو جدول زیر خلاصه شده‌اند. جدول ۲ مشاهدات زنبور وحشی و جدول ۳ شناسایی پروانه‌ها را نشان می‌دهد. دو ستون «نمایش محتوای آموزشی» نتایج هر چهار مصاحبهٔ با معلمان را خلاصه می‌کنند، اما تنها بخشی از «نمایش محتوای آموزشی» اصلی هستند. «نمایش محتوای آموزشی» اصلی را می‌توان در مقالهٔ Panhuber (۳۱ - ٤٦، به‌زبان آلمانی) مشاهده یا از نویسندگان درخواست کرد. در بخش ۵.۳ و ۵.٤، «مجموعهٔ تجارب آموزشی حرفه‌ای» منتخب را معرفی کرده‌ایم. این «مجموعهٔ تجارب آموزشی حرفه‌ای» بسیاری از دانش محتوای آموزشی شخصی معلمان را نشان می‌دهند. اولین «مجموعهٔ تجارب آموزشی حرفه‌ای» موضوعات مورد مشاهده و شناسایی را نشان می‌دهد و دیگری با آموزش ارزش تنوع زیستی به‌عنوان یک هدف آموزشی سر و کار دارد.

جدول ۲. ایده: «مشاهدهٔ زنبورهای وحشی»

سؤال مربوط به «ایده»	مشاهدهٔ رفتار جست‌وجوی غذا و لانه‌سازی در زنبورهای وحشی
انتظار دارید دانش‌آموزان چه چیزهایی دربارهٔ این ایده بیاموزند؟	• **مشاهده و درک رفتار زنبورهای وحشی:** انتخاب محل‌های لانه‌سازی توسط گونه‌های مختلف براساس گونه و عوامل نازیستی، ساختن سلول‌های لانه‌ها، جست‌وجوی دانه‌های گرده، خروج از تخم. • کدام نوع زنبور در زنبورخانه لانه می‌سازد، معمولاً کجا لانه می‌سازد؟ • رشد و نمو و دگردیسی • چگونه می‌توان صبورانه و با دقت مشاهده کرد؟
دانستن آن برای دانش‌آموزان چه اهمیتی دارد؟	• مشاهدهٔ رفتار لانه‌سازی یکی از راه‌های تقویت جاذبهٔ این جانور است. • دانش‌آموزان با حفاظت از طبیعت ارتباط برقرار می‌کنند: برخی ساختارها مانند چوب مرده برای افزایش یا حفظ تنوع زیستی زنبور وحشی مورد نیازند.

دشواری‌ها/محدودیت‌های آموزش این ایده کدام بودند؟	• به علت دورهٔ کوتاه (و زودهنگام) فعالیت‌های تولیدمثلی زنبور وحشـــی، دانش‌آموزان نتوانستند رفتار جست‌وجوی غذا برای دانهٔ گرده را مشاهده کنند. • زنبورخانه‌ها گاه از سوی زنبورها انتخاب نمی‌شوند یا از سوی قارچ‌ها و انگل‌ها آلوده شده بودند. • ترس از نیش زنبور و حساسیت نسبت به زنبور. • کم‌صبری و حواس‌پرتی هنگام فعالیت مشاهده. • دشواری شمارش خانه‌های لانه.
دانش مربوط به تفکر دانش‌آموزان که بر آموزش شما از این ایده مؤثر بود، کدام بود؟	• برخی دانش‌آموزان کندو را می‌شناختند، اما نمی‌دانستند که زنبورهای وحشی هم کندو می‌سازند. • باید ترس از زنبور باید به علاقه نسبت به آن‌ها تبدیل شود. تمرکز بر زنبور وحشی باعث توجه و جلب علائق به آن‌ها می‌شود. • دشواری در نظر گرفتن حالت زندگی نهفتهٔ لاروها، دانش آن‌ها نسبت به زنبور عسل که در صورت وجود علف در زمستان عسل انبار می‌کند.
عوامل دیگر مؤثر بر آموزش شما از این ایده کدام بودند؟	• هوای بد هنگام مشاهده و کمبود وقت در درس زیست‌شناسی اثر منفی دارد. • برای مشاهدهٔ قابل اعتماد، باید به توانایی‌های دانش‌آموزان اطمینان داشته باشیم؛ اما هر از چند گاهی باید کنترل شوند. • مشاهدهٔ زنبورخانه انگیزش می‌دهد. • به دانش‌آموزان کمک می‌کند مشاهدات شخصی خود را تئوریزه کنند.
روند آموزش (و به‌ویژه علل استفاده از آن) چگونه بود؟	• **آمادگی:** اطلاعات زمینه‌ای مهم (مانند رفتار لانه‌سازی و رشد و نمو) را بدهید؛ تصویر نشان دهید، آنچه انتظار دارید از مشاهدات دریافت کنیم، شرح دهید. خانه‌های زنبورها را نشان دهید و توضیح دهید چگونه فرم ورود اطلاعات را پر کنند. همراه با دانش‌آموزان به مشاهده بپردازید. • **مشاهده و تفکر:** دانش‌آموزان اکنون می‌توانند خود رفتار لانه‌سازی را مشاهده و ثبت کنند. بگذارید دانش‌آموزان مشاهدات خود را برای یکدیگر توضیح دهند. در کلاس دربارهٔ تفکر دانش‌آموزان و مسائل آن‌ها را توضیح دهید.
راه‌های خاص تعیین درک دانش‌آموزان یا اشتباه در خصوص این ایده کدام بودند؟	• نگاه کردن به فرم ورود اطلاعات؛ برای درک با دانش‌آموزان صحبت کنیم. • کنترل دانش‌آموزان را هنگام مشاهده.

جدول ۳. ایده: «شناسایی پروانه‌ها»

پرسش ایده	شناسایی پروانه‌ها و دانش دربارهٔ تنوع محلی پروانه‌ها
انتظار دارید دانش‌آموزان دربارهٔ این مفهوم چه بیاموزند؟	• چگونه پروانه‌های هدف را شناسایی کنیم. • اطلاعات زمینه‌ای دربارهٔ گونه‌های هدف (مانند توزیع در زیستگاه‌های دیگر). • کدام گونه‌ها به فراوانی در مجاورت مدرسه حضور دارد. • شاخک‌های پروانه‌های شب‌پرواز با پروانه‌های روزپرواز چه تفاوت‌هایی دارند. • مبانی گونه‌زایی و مفهوم گونه.
چرا لازم است دانش‌آموزان این موارد را بدانند؟	• برای تقویت علاقه به پروانه‌ها و مشاهدهٔ طبیعت • دانش مربوط به تنوع زیستی و توانایی شناسایی پروانه‌هایی که به فراوانی یافت می‌شوند، باید بخشی از آموزش باشد.

دشواری‌ها/محدودیت‌های مرتبط با آموزش این ایده کدام بودند؟	• شناسایی پروانه‌های بسیار وقت‌گیر است. • دانش‌آموزانی که وقت زیادی برای مشاهده صرف می‌کنند، فقط چند گونه را مشاهده می‌کنند. • مشاهده بستگی به هوای خوب دارد. • حتی پس از آموزش خوب، امکان اشتباه بین گونه‌ها وجود دارد.
دانش دربارهٔ تفکر دانش‌آموزان که بر آموزش شما از این ایده مؤثر است، کدام بود؟	• به‌ویژه دانش‌آموزان کم سن و سال‌تر تصور می‌کنند همهٔ پروانه‌ها به یک گونه تعلق دارند. • بچه‌ها تحت تأثیر چند گونه پروانه که شناسایی می‌کنند، قرار می‌گیرند. • دانش‌آموزان پیشرفته‌تر رویکردهای جهانی‌تر و بالاتری را ترجیح می‌دهند، مانند فقط یک گونه را بررسی نمی‌کنند، بلکه اصول کلی را در نظر می‌گیرند.
چه عوامل دیگری بر آموزش ایده مؤثر بود؟	• دانش دربارهٔ گونه‌های مختلف اهمیت دارد، اما چون در برنامهٔ درسی ذکر نشده، به‌ندرت در مدرسه آموزش داده می‌شود. • مواد آموزشی به‌طور اختصاصی به‌طور روشن و واضح برای افزایش دانش معلمان و دانش‌آموزان دربارهٔ رده‌بندی پروانه‌ها طراحی شد. فعالیت‌های «تصاویر خوشه‌ای» و «شناسایی پروانه‌ها» دانش لازم را به آنان داده است.
روند آموزش (و به‌ویژه دلایل استفاده از آن)؟	• **آماده‌سازی:** استفاده از انجام شناسایی گونه‌های هدف (عکس‌ها، بازی کارتی دربارهٔ گونه‌ها، افزونه‌های مربوط به پروانه‌ها) در کلاس درس؛ دانش‌آموزان یکدیگر را آزمون کردند؛ بازی حدس‌زدنی: این کدام پروانه است؛ صحبت دربارهٔ ویژگی‌های هر گونه؛ گونه‌های خوشه‌ای به علت مشابهت. • **تهیه‌شده توسط تیم پروژه:** خارج از کلاس، دانش‌آموزان گرفتن و شناسایی پروانه‌ها را همراه با دانشمندان انجام دادند. • **شناسایی و تفکر:** دانش‌آموزان گونه‌های هدف را در گروه‌های کوچک بر اساس فرم ثبت اطلاعات مشاهده و شناسایی کردند. دانش‌آموزان ویژگی‌ها را مورد بحث قرار دادند
راه‌های اختصاصی محقق کردن درک دانش‌آموزان یا اشتباه در خصوص این ایده کدام‌اند؟	• دانش‌آموزان به‌درستی تصاویر را با گونه‌ها مطابقت دادند. • دانش‌آموزان به علت ماهیت پروژه (لذت بردن از فعالیت‌های عملی عنصری کلیدی بود) به صورت رسمی آزمایش نمی‌کردند، بلکه محتوا هنگام ورود داده‌ها به پایگاه داده‌ها، به صورت شفاهی مورد بحث قرار می‌گرفت.

۵.۱ مشاهدهٔ زنبورهای وحشی

برای اینکه خواننده «نمایش محتوای آموزشی» اصلی را تجربه کند، این پنج ایده به‌طور خلاصه ارائه شدند:

- روش زندگی زنبورهای عسل و زنبورهای وحشی متفاوت است.
- زنبورهای وحشی، برای تغذیه لاروها دانهٔ گرده جمع‌آوری می‌کنند.
- زنبورهای وحشی گرده‌افشانان مهمی هستند.
- می‌توان با ایجاد ساختارهایی برای تخم‌گذاری زنبورهای وحشی در باغ‌ها از آن‌ها حمایت کرد.

مشاهدهٔ رفتار لانه‌سازی و جست‌وجوی غذای زنبورهای وحشی با زنبورخانه‌ها

نخستین دومورد برای فعال کردن پیش‌دانسته‌ها دربارهٔ زنبورهای عسل و تشخیص تفاوت‌ها و شباهت‌های بین زنبورهای وحشی اهمیت داشتند. دانش دربارهٔ رشد و تخم‌گذاری زنبورهای وحشی برای درک رفتار جست‌وجوی غذا مورد نیاز بود. دو ایده در ارتباط با اهمیت زنبورهای وحشی و شیوه‌های حمایت از آن‌ها و آخرین آن‌ها به فعالیت‌های اصلی پروژه توسط دانش‌آموزان مربوط بود که در جدول ۲ نشان داده شده است.

۵.۲ شناسایی پروانه‌ها

در دومین «نمایش محتوای آموزشی» این شش ایده از سوی معلمان طراحی شد:

- چرخهٔ زندگی پروانه‌ها
- ریخت‌شناسی حشرات با استفاده از نمونه‌های پروانه

- از نوزاد کرمی شکل تا حشرهٔ بالغ
- بوم‌شناسی پروانه‌ها
- تهدیدهای محلی نسبت به تنوع پروانه‌ها
- شناسایی پروانه‌ها و دانش در مورد تنوع پروانه محلی.

سه مورد اول با برنامهٔ درسی دولت اتریش بسیار مرتبط هستند. دوتای بعدی در ارتباط با آموزش محیط‌زیست و موضوعات حفاظت هستند و آخرین بخش (جدول ۳) فعالیت‌های اصلی پروژه را تشکیل می‌دهد.

در هر دو «نمایش محتوای آموزشی» معلمان گزارش داده‌اند که کار کردن با دانش‌آموزان در زمینهٔ نظری اهمیت بسیار دارد. تنها پس از آن می‌توان فعالیت‌های مشاهده را با نظریه مرتبط دانست. در اولین «مجموعهٔ تجارب آموزشی حرفه‌ای» که در ذیل آمده است، اهمیت ورودی نظری از طریق برخی نقل قول‌ها مورد تأکید قرار می‌گیرد. در «مجموعهٔ تجارب آموزشی حرفه‌ای» دوم، هدف کلی معلمان در مورد آموزش تنوع زیستی ارائه شده است. این «مجموعهٔ تجارب آموزشی حرفه‌ای» اطلاعات را به «نمایش محتوای آموزشی» اضافه می‌کنند و نتایج قیاسی دیگری جمع‌آوری می‌کنند.

۵.۳ «مجموعهٔ تجارب آموزشی حرفه‌ای» پشتیبانی از فعالیت‌های مشاهده و شناسایی

مجموعه‌های تجارب آموزشی حرفه‌ای زیر نشان می‌دهد:

- دیدگاه دانش‌آموزان در مورد حشرات و چگونگی توسعهٔ این رابطه.
- چگونه معلمان دانش‌آموزان خود را برای انجام این تکالیف آماده کردند و چگونه توانستند بر مشکلات غلبه کنند.
- انگیزهٔ تحصیلی معلمان برای شرکت در این فعالیت‌ها.

نخست، ترس از حشرات یا پیش‌داوری علیه این جانوران باید مورد بحث قرار گیرد: «حشرات اغلب به خاطر آناتومی آن‌ها، آفت به نظر می‌رسند» (I۳، جدول ۱) و با «تمرکز بر زنبورهای وحشی که نیش نمی‌زنند و پرداختن به نقش آن‌ها در گرده‌افشانی گیاهان می‌توان ترس از آن‌ها را به حداقل رساند» (I۱). علاوه بر این، اطلاعات زمینه‌ای مورد نیاز باید آموزش داده شود تا بتوانند مشاهدات را درک کنند: «آموزش به آن‌ها در مورد رشد و نمو زنبورهای وحشی، صحبت با آن‌ها در مورد آنچه انتظار می‌رود مشاهده کنند و تمرین مشاهده همراه با دانشجویان از اهمیت برخوردار است (I۲). برای ارتباط دادن نظریه به رفتار مشاهده شده، معلمان از سؤالاتی برای ایجاد این پیوند استفاده کردند، به عنوان مثال: «چرا بعضی از زنبورها به زمان بیشتری برای جمع‌آوری دانه‌های گرده نیاز دارند؟ آیا تنبلی می‌کنند؟» (I۱).

یکی از معلمان در مورد این که چگونه فعالیت‌های مشاهده بر نگرش دانشجویان خود نسبت به این حیوانات تأثیر مثبت گذاشته، چنین گفت: «دانش‌آموزان من ارتباط شخصی با زنبورها داشتند، حتی می‌خواستند از لاروها و شکارچیان در برابر عفونت‌های قارچی حفاظت کنند (I۱)».

یادگیری نحوهٔ شناسایی پروانه‌ها به آماده‌سازی بیشتر نیاز دارد:

ما نگاهی به تصاویر گونه‌های هدف داشتیم و در مورد ویژگی‌های مرتبط بحث کردیم، همچنین با حدس زدن شناسایی پروانه‌ها را انجام دادیم. با یادگیری چند واقعیت این امکان وجود ندارد که یاد بگیریم چطور گونه‌ها را شناسایی کنیم. این موضوع به تمرین برای تشخیص تفاوت‌های ظریف بین گونه‌ها می‌پردازد. این مسئله را نمی‌توان توضیح داد، باید به‌طور مکرر دیده و تمرین شود (I۳).

یکی از نیروهای پیش‌برندهٔ معلمان این بود که این پروژه می‌تواند احساسی به وجود بیاورد که به ندرت در درس‌های مدرسه مورد توجه قرار می‌گیرند، یکی از نیروهای محرک برای مشارکت معلمان در پروژه است:

«تشخیص گونه‌ها معمولاً در مدرسه نادیده گرفته می‌شود (I٤). «معمولاً هیچ زمانی برای آن وجود ندارد و به اندازهٔ کافی توسط برنامه آموزشی پوشش داده نمی‌شود. با این حال، من فکر می‌کنم که دانش‌آموزان باید بتوانند گونه‌های رایج محلی را شناسایی کنند» (I٤).

معلمان گزارش دادند که دانش‌آموزان چگونه از دانشی که به‌دست می‌آورند، در مورد گونه‌های پروانه استفاده می‌کنند: «گرفتن و تشخیص پروانه‌ها برای دانش‌آموزان بسیار سرگرم‌کننده بود (I۲، I۱ و I۳). برخی از آن‌ها به گرفتن پروانه در طول تعطیلات تابستانی خود ادامه دادند (I۳).

۶. بحث و نتیجه‌گیری

این تحقیق می‌تواند برای پروژه‌های علمی شهروندی آینده در خصوص تحقیقات تنوع زیستی،

دانش و نگرش‌های ارزشمندی برای معلمان فراهم کند. نمایش محتوای آموزشی و مجموعهٔ تجارب آموزشی حرفه‌ای حاصل را می‌توان در مصاحبه‌ها مشاهده کرد. علم شهروندی بین «دانش محتوای آموزشی» موجود معلمان که از آموزه‌های معمولی به دست آورده‌اند با نیازهای جدید علم شهروندی پیوند برقرار کند. انتظار داشتیم شرکت معلمان در پروژه و کارگاه‌ها و تمرکز بر جنبه‌های تفکربرانگیز طبیعت علم «دانش محتوای آموزشی» بیشتری دربارهٔ این موضوع بیابیم. آموزش طبیعت علم یکی از هدف‌های این پروژه بود که محقق نشد.

آنالیز داده‌ها و نمایش محتوای آموزشی، مجموعهٔ تجارب آموزشی حرفه‌ای در این مقاله مشخص کرد که معلمان پروژه و اهداف محیط زیستی برنامهٔ درسی را با جانداران خاص ترکیب کنند و از این راه تنوع زیستی را به دانش‌آموزش آموزش دهند. این آنالیزها نشان می‌دهند که پروژه‌های علمی شهروندی می‌توانند الزامات مرتبط با آموزش علوم و آموزش محیط زیست را برآورده کند . بسیاری از اهداف و فعالیت‌های آموزشی برای پوشش دادنِ ابعاد برنامهٔ درسی مدارس با آن مرتبط بودند. بنابراین، تمرکز چهار معلم بر شناسایی گونه‌های مختلف و در نتیجه فرایند شناسایی بود، نه انعکاس روش‌ها. در مصاحبه‌ها به صراحت سخنی از به دست آمدن درک عمیق‌تر از فعالیت‌های علمی بیان نشد. تنها زمانی که محدودیت‌های زمانی یا نیاز دانش‌آموزان به دریافت کمک مطرح شد، این موضوعات به‌طور ضمنی ظاهر شدند و معلمان از راهبردهایی برای روند مشاهده پرداختند. بنابراین، معلمان دربارهٔ اهمیت ارتباط دانش‌آموزان با نظریه‌ها (دانش در مورد جانداران خاص) و اهمیت توانایی تشخیص گونه‌ها از یکدیگر (به‌عنوان دانش پایه برای درک بیشتر تنوع زیستی و اکوسیستم‌ها) گزارش دادند. اما تمایز مهم بین مشاهده و استنتاج حتی اگر بخش مهمی از کارگاه‌ها باشد، در نمایش محتوای آموزشی و مجموعهٔ تجارب آموزشی حرفه‌ای به‌طور کلی مستند نشد. بنابراین، می‌توان فرض کرد که آموزش با طبیعت علم هدف معلمان نیست اگر چه طبیعت علم بخشی از چهارچوب برنامهٔ درسی اتریش است. فرض بر این است که معلمان به طبیعت علم تنها به‌عنوان دانش محتوانگاه می‌کنند، اما جنبه‌هایی از طبیعت علم را که به یک اَبَردیدگاه دربارهٔ علم اشاره می‌کند، نادیده می‌گیرند.

در اینجا فرصت یادگیری طبیعت علم وجود نداشت، چون قرار گرفتن خالص آن در روند علم‌ورزی منجر افزایش دانش در خصوص طبیعت علم نمی‌شود.

مطالعات اخیر نشان داده است که قرار گرفتن افراد در معرض پروژه‌های علم شهروندی طبیعت علم را توسعه نمی‌دهند. با این وجود، همهٔ معلمان اولین گام‌های خود را برای توسعهٔ دانش محتوای آموزشی در مورد طبیعت علم و کار با دانش‌آموزان در مشاهده و شناسایی جانوران منعکس شدند، انجام دادند.

یک توصیه دیگر در مورد برنامهٔ درسی در رابطهٔ با برنامهٔ درسی ملی نقش آن برای پروژه‌های علمی شهروندان: دانشمندان می‌توانند برای جلب معلمان پیوندی بین این پروژه با برنامهٔ درسی ملی برقرار کنند. نه‌تنها محتوا، بلکه توسعهٔ قابلیت‌ها را می‌توان به معلمان و دانش‌آموزان ارائه کرد .

به‌طور کلی، نویسندگان این مقاله نتیجه‌گیری می‌کنند که علوم شهروندی رویکردی مناسب برای جذب مدارس، معلمان و دانش‌آموزانی است که دست در کار کاوشگری علمی‌اند. همچنین بهبود ادغام آموزش علوم، آموزش زیست‌محیطی و عمل

در مقیاس محلی و کسب حُسن مکان است. با این حال، نقش حرفه‌ای معلمان باید به‌طور جدی در همکاری‌ها مورد توجه باشد.

منابع

1.Abd-El-Khalick, F. 2012. “Teaching with and about Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains.” Science & Education 22 (9): 2087–2107.
2.Bardy-Durchhalter, M., M. Scheuch, and F. Radits. 2013. “Identifying Deep Sea Gastropoda in an Authentic Student-Scientist-Partnership: Learning to Deal with Difficulties.” International Journal of Biology Education 2 (3): 45–62.
3.Bela, G., T. Peltola, J. C. Young, B. Balázs, I. Arpin, G. Pataki, J. Hauck, et al. 2016. “Learning and the Transformative Potential of Citizen Science.” Conservation Biology 30 (5): 990–999.10.1111/cobi.12762
4.Bromme, R., E. Stahl, T. Bartholomé, and S. Pieschl. 2004. “The Case of Plant Identification in Biology: When is a Rose a Rose?” In Professional Learning: Gaps and Transitions on the Way from Novice to Expert, edited by H. A. Boshuizen, R. Bromme and H. Gruber, Vol. 2, 29–47. Dordrecht: Springer Netherlands.10.1007/1-4020-2094-5.
5.Collins, A. 2014. Citizen Science in the Classroom: Assessing the Impact of an Urban Field Ecology Program on Learning Gains and Attitudes toward Science. New York: Columbia University.
6.Crall, A. W., R. Jordan, K. Holfelder, G. J. Newman, J. Graham, and D. M. Waller. 2013. “The Impacts of an Invasive Species Citizen Science Training Program on Participant Attitudes, Behavior, and Science Literacy.” Public Understanding of Science 22 (6): 745–764.10.1177/0963662511434894.
7.Eberbach, C., and K. Crowley. 2009. “From Everyday to Scientific Observation: How Children Learn to Observe the Biologist’s World.” Review of Educational Research 79 (1): 39–68.10.3102/0034654308325899.
8.Jordan, R. C., S. A. Gray, D. V. Howe, W. R. Brooks, and J. G. Ehrenfeld. 2011. “Knowledge Gain and Behavioral Change in Citizen-Science Programs.” Conservation Biology 25 (6): 1148–1154.10.1111/j.1523-1739.2011.01745.x.
9.Kelemen-Finan, J., and I. Dedova. 2014. “Vermittlung von Artenkenntnis im Schulunterricht: Ergebnisse einer Befragung von Lehrpersonal in Österreich und Bildungspolitische Relevanz [Teaching Knowledge about Diversity of Species in School: Results of a Survey with Teachers in Austria and its Implications].” Naturschutz und Landschaftsplanung 46 (7): 219–225.
10.Kloser, M. J. 2012. “A Place for the Nature of Biology in Biology Education.” Electronic Journal of Science Education 16 (1): 1–18.
11.Lederman, N. G. 2007. “Nature of Science: Past, Present, and Future.” In Handbook of Research on Science Education. 1st ed., edited by S. K. Abell and N. G. Lederman, 831–880. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
12.Loughran, J., A. Berry, and P. Mulhall. 2012. Understanding and Developing Science Teachers’ Pedagogical Content Knowledge. 2nd ed. Vol. 12. Rotterdam: Sense.10.1007/978-94-6091-821-6.
13.Magnusson, S., J. Krajcik, and H. Borko. 1999. “Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching.” In Examining Pedagogical Content Knowledge, edited by J. Gess-Newsome and N. G. Lederman, 95–132. Dordrecht: Kluwer Academic.
14.Mayr, E. 1969. Principles of Systematic Zoology. New York: McGraw-Hill.
15.Mayr, E. 1982. The Growth of Biological Thought. Cambridge, MA: Harvard University Press.
16.Mayring, P. 2007. Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken [Qualitative Content Analysis. Fundamentals and Techniques]. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
17.Mueller, M. P., and D. J. Tippins. 2012. “Citizen Science, Ecojustice, and Science Education: Rethinking an Education from Nowhere.” In Second International Handbook of Science Education, edited by B. J. Fraser, K. Tobin and C. J. McRobbie, 865–882. Dordrecht: Springer, Netherlands.10.1007/978-1-4020-9041-7.
18.Osborne, J., S. Collins, M. Ratcliffe, R. Millar, and R. Duschl. 2003. “What ‘Ideas-about-science’ Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community.” Journal of Research in Science Teaching 40 (7): 692–720.10.1002/(ISSN)1098-2736.
19.Panhuber, T. 2016. Die Entwicklung des Pedagogical Content Knowledge von Lehrpersonen im Zuge des Citizen Science Projekts, Natur vor der Haustür’ [Development of Teachers’ Pedagogical Content Knowledge during participation in a Citizen Science Project ‘Nature on the Doorstep’]. Vienna: University of Vienna.
20.Phillips, T. B., M. Ferguson, M. Minarchek, N. Porticella, and R. Bonney. 2014. User’S Guide for Evaluating Learning Outcomes in Citizen Science. Ithaca, NY: Cornell Lab of Ornithology. Accessed November 17, 2017. http://sdchildrenandnature.org/wp/wp-content/uploads/2013/05/CornellLab_CitSci_UsersGuide_Evaluation_58p_2014.pdf
21.Randler, C., and F. X. Bogner. 2006. “Cognitive Achievements in Identification Skills.” Journal of Biological Education 40 (4): 161–165.10.1080/00219266.2006.9656038.
22.Ritchie, J., L. Spencer, and W. O’Connor. 2003. “Carrying out Qualitative Analysis.” In Qualitative Research Practice, edited by J. Ritchie and J. Lewis, 219–262. London: Sage Publications.
23.Sadler, T. D., S. Burgin, L. McKinney, and L. Ponjuan. 2010. “Learning Science through Research Apprenticeships: A Critical Review of the Literature.” Journal of Research in Science Teaching 47 (3): 235–256.
24.Schneider, R. M., and K. Plasman. 2011. “Science Teacher Learning Progressions.” Review of Educational Research 81 (4): 530–565.
25.Shulman, L. S. 1986. “Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching.” Educational Researcher 15 (2): 4–14.10.3102/0013189X015002004.
26.Shulman, L. S. 1999. “Foreword.” In Examining Pedagogical Content Knowledge, edited by J. Gess-Newsome and N. G. Lederman, ix–xii. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
27.Wals, A. E. J., M. Brody, J. Dillon, and R. B. Stevenson. 2014. “Convergence between Science and Environmental Education.” Science 344 (6184): 583–584.10.1126/science.1250515.
28.Winter, S., J. Kelemen-Finan, K. Plenk, S. Stadler, B. Pachinger, M. Scheuch, and M. Bardy-Durchhalter. 2016. Natur vor der Haustür - Citizen Science macht Schule: Endbericht 2016 [Nature on the Doorstep - Citizen Science Goes School: Final Report 2016]. Wien: Sparkling Science – Federal Ministry of Science, Research and Economy, Austria. http://naturvorderhaustue

پی‌نوشت‌ها

1. pedagogical content knowledge
2. content representations
3. Pedagogical and Professional-Experience Repertoires
4. University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna
5. Eberbach and Crowley (2009)

عکس‌ها از: احمد بحری

یاکریم

سبزقبا

چکاوک‌کاکلی

حواصیل‌خاکستری

کرکس‌کوچک

کبوترجنگلی(فاخته)

سنگ‌چشم‌پشت‌سرخ

دم‌جنبانک‌خاکستری

گنجشک‌خانگی

هدهد (شانه‌به‌سر)

شناگر گردن‌سرخ (فالاروپ)

شبگرد

سارگپه

سهره صورتی

چکاوک هدهدی

جغدکوچک

زردپره‌سرخاکستری

دانشمندِ درون

جانیس کُک
ترجمهٔ محمد کرام‌الدینی

کلیدواژه‌ها: آموزش ماهیت علم، فرضیه‌سازی، کاوشگری.

من در مرکز شهری بزرگ رشد کرده و بزرگ شده‌ام. در آنجا برای تفریحات تابستانی معمولاً به پارک محل می‌رفتیم که علاوه بر زمین بازی و آب‌فشان، چمن و درخت هم داشت. من بیشتر وقت‌ها روی چمن دراز می‌کشیدم و سرگرم تماشای پروانه‌هایی می‌شدم که بین چمن‌ها و شبدرها در رفت‌وآمد بودند. بعضی وقت‌ها مورچه‌ای از دستم بالا می‌آمد تا انگشت‌ها، کف و مچ دستم را امتحان کند. من غرق در حیرت به آن نگاه می‌کردم که چه‌طور با هیجان در جست‌وجوی زمینی آشنا بود، ولی کشف می‌کرد که دستِ من زمین چمن نیست.

این پارک جاذبه‌های فراوانِ دیگری هم داشت. اوایل پاییز میوه‌های درختان بزرگِ بلوط و میوه‌های بال‌دار درخت افرا را جمع می‌کردم. گاه روی پتویی دراز می‌کشیدم، به آسمان نگاه می‌کردم و با ابرها که گاه به شکل جانور بودند و گاه به شکل اژدها در می‌آمدند، داستان می‌ساختم.

بعضی وقت‌ها که همراه با افراد خانواده‌ام به رستوران می‌رفتیم، من مقداری نمک با فلفل، شکر و سس گوجه‌فرنگی را در لیوانِ تزئینیِ روی میز می‌ریختم و آن‌ها را با هم مخلوط می‌کردم. پدرم داد می‌زد: «آه، بازم داره خرابکاری می‌کنه» و مادرم نصیحت می‌کرد: «عزیزم، دست از این کارهای احمقانه‌ات بردار» و بعد ادامه می‌داد «داره آزمایش می‌کنه، می‌خواد وقتی بزرگ می‌شه، دانشمند بشه».

لابد از این داستان متوجه شده‌اید که مادر من اگر چه خودش دانشمند نبود، اما تصوری از کارهای دانشمندان در ذهن داشت. به همین علت به تحقیق‌های کودکانهٔ من برچسب «علمی» می‌زد. شما هم احتمالاً بیشتر از آن‌چه فکر می‌کنید، دانشمند هستید. هر یک از ما یک دانشمند درون داریم.

بسیاری نگران‌اند که چرا کودکان و نوجوانان ابتدایی و دبیرستانی امروزی بیشتر وقت خود را در خانه به تماشای تلویزیون، انجامِ بازی‌های ویدیویی یا ارتباط‌های آنلاین با دوستان سپری می‌کنند. نگرانی از این است که این کودکان و نوجوانان به جای درازکشیدن روی چمنِ پارک محله به کارهای الکترونیکِ درونِ خانه مشغول‌اند.

به همین دلیل و به دلایل فراوانِ دیگری ضروری

علم راهی منحصربه‌فرد برای شناخت طبیعت است

است یکی از حس‌های شگفت طبیعت را در دانش‌آموزان به وجود آوریم، حسی که بتواند آنان را وادار کند به جست‌وجوی کارکردهای طبیعت بروند و آن‌ها را بیشتر بشناسند.

دعوت‌نامه‌ای به تدریس علم

اگر دوران کودکی خود را به یاد داشته باشید، ممکن است به خاطر بیاورید که نسبت به دنیای پیرامون خود کنجکاو بوده‌اید و می‌پرسیدید که دنیای ما چه هست و چگونه عمل می‌کند. مثلاً، من یادم هست برایم معما بود که چگونه آدم‌ها توی هواپیمایی که در آسمان به اندازهٔ یک پرندهٔ کوچک به نظر می‌رسند، جا می‌گیرند؛ یا دلم می‌خواست بدانم که چرا هرگز از درون تخم‌مرغی که می‌شکنیم، جوجهٔ کوچکی بیرون نمی‌آید. شاید سؤال‌های شما این‌ها بوده‌اند که مثلاً چرا آسمان آبی به نظر می‌رسد، چرا برگ‌های برخی مناطق در پاییز زرد می‌شوند یا چرا سنگفرش خیابان پس از یخ‌زدگی زمستانی ترَک برمی‌دارد.

اگر من و شما چنین فکرهایی دربارهٔ دنیای پیرامون‌مان در سر داشته‌ایم، پس کودکان امروزی نیز از این نوع سؤال‌ها در ذهن دارند. در واقع، من عقیده دارم که در دوران کودکی درونِ همهٔ ما دانشمندی وجود دارد که می‌خواهد بیدار شود. کودکان همیشه نسبت به دنیای پیرامون خود کنجکاوند و غریزه‌ای برای جست‌وجو، جداکردن قطعات وسایل و دستگاه‌ها و آزمایش با اشیای پیرامون خود دارند. آنان به همین روش خود را به سوی یافته‌های مهم سوق می‌دهند.

متأسفانه، بسیاری از این غریزه‌ها در زیر تجربه‌های بعدی از جمله دشواری‌های یادگیری علوم در مدرسه، دفن می‌شوند. ممکن است شما هم خاطره‌هایی روشن از کلاس درس و احساس خستگی یا خفگی از درس علوم داشته باشید؛ یا اگر خوش‌شانس بوده باشید، شاید یکی دو تا کلاس علوم را هم به یاد می‌آورید که الهام‌بخش شما برای تفکر و تحقیق بوده‌اند.

من اعتقاد راسخ دارم که وظیفهٔ علوم ابتدایی و متوسطه تقویت غریزهٔ اکتشاف در کودکان و نوجوانان است. پس اگر می‌خواهید تدریس کنید، باید در کشف و رشد جوانه‌های دانشمندِ درونِ دانش‌آموزان تلاش کنید. باید افکار خود را دربارهٔ علم و یادگیری آن بازاندیشی کنید. در این صورت خواهید دید که همهٔ پرسش‌های «چرایی» و «چگونگی»‌ای که در ذهن دانش‌آموزان دربارهٔ دنیای پیرامونی وجود دارد، به درون کلاس‌های درس علوم شما سرازیر خواهند شد.

امیدوارم درک کنید که علم ممکن است بسیار شخصی باشد، حتی انتقال تجربه برای دانش‌آموزان و معلمان.

علم چیست و چرا باید آن را تدریس کنیم؟

علم راهی منحصربه‌فرد برای شناخت طبیعت است و دربارهٔ ماهیت واقعی آن اتفاق نظر وجود ندارد. **وقتی به «علم» فکر می‌کنید، به یاد چه چیزهایی می‌افتید؟** به این پرسش، پاسخ‌های متفاوتی داده می‌شود. بسیاری از معلمانِ تازه‌کار با شنیدن این کلمه به یاد «لولهٔ آزمایش»، «آزمایشگاه» یا «روپوش سفید» می‌افتند. بعضی‌ها علم را کلید شناخت رازهای جهان می‌دانند. این دیدگاه هیجان‌انگیز - و نیز اندکی رازآلود - به نظر می‌رسد. متأسفانه بسیاری از مردم علم را فهرستی از واقعیت‌هایی می‌دانند که باید به حافظه سپرده شوند ــ در مورد علوم مدارس این مفهوم رایج است.

پرسیدن سؤال‌های خوب باعث شد که من دانشمند شوم

صرف‌نظر از آنچه با شنیدن واژهٔ علم به نظرمان می‌آید، باید به یاد بیاوریم که علم در اساس مجموعه‌ای از دانش است که با تلاش مردان و زنانی

پدید آمده که بیشترِ انرژی خود را برای کاوش بخشی از طبیعت و مفهوم بخشیدن به آن صرف کرده‌اند. از این رو جوامع انسانی پیشینه‌ای دراز در کاوشگری علمی دارند. آدمیان از همان سپیده‌دَم تمدن به بررسی طبیعت می‌پرداخته‌اند و در شَناخت آن می‌کوشیده‌اند.

ممکن است جایزه دادن به کسی که طی این همه سال با اشتیاق از گیاه ذرت خواسته که مسئلهٔ خاصی را برایش حل کند و سپس پاسخ خود را از آن گرفته است، به نظر نادرست بیاید.

(باربارا مک‌کلینتاک، هنگام دریافت جایزهٔ نوبل فیزیولوژی و پزشکی ـ ۱۹۸۳)

علم نوعی فرایند، مجموعه‌ای از افکار و راهی برای شناخت جهان است

شناخت ماهیت علم در گرو آن است که بدانیم دانسته‌های علمی چه هستند و چگونه به دست می‌آیند. ما در مدارس بیشتر فقط دانسته‌هایی در زمینه‌های خاصی از علم را می‌آموزیم و معمولاً با ماهیتِ اصیلِ خودِ علم کاری نداریم. یکی از دانشمندان دربارهٔ این موضوع نوشته است: «منظور از علم مشاهدهٔ جهان و آزمون دائمی نظریه‌های مربوط به طبیعت است. هر چه در قلمرو علم قرار می‌گیرد، الزاماً آزمون‌پذیر است» (Trefil, ۲۰۰۸, p.۱۹). به باور من، بهترین تعریف علم سه جنبهٔ مختلف را در بر می‌گیرد. علم را می‌توان یک فرایند دانست، مجموعه‌ای از اندیشه‌ها معرفی و نیز راهی برای تفکر توصیف کرد.

احتمالاً شما بخش میانی این تعریف، یعنی مجموعه‌ای از اندیشه‌ها را به خوبی می‌شناسید. معمولاً علم به مفاهیمی از زیست‌شناسی، شیمی، فیزیک، زمین‌شناسی و علوم زمین ــ یعنی موضوع‌هایی که معمولاً به نام علم در مدارس تدریس می‌شوند - گفته می‌شود.

امّا پی بردن به مفاهیمِ علم به‌عنوان فرایند و علم به‌عنوان راهی برای تفکرِ ممکن است دشوارتر باشد؛ اگر چه این دو به جزء قبلی، یعنی «مجموعه‌ای از اندیشه‌ها» دلالت دارند. دانشمندان با کاوشگری در طبیعت روندی چندمرحله‌ای پشت سر می‌گذارند تا در زمینهٔ تخصصی خود بیشتر بدانند. این فرایند گاه روش علمی نامیده می‌شود. در واقع، تعداد پرشماری روش علمی وجود دارد که همهٔ آن‌ها در اصول مشترک‌اند.

درگیر شدن در کاوشگری علمی مستلزم مهارت‌های خاصی است که در مجموع مهارت‌های فرایندی نامیده می‌شوند

بزرگ‌ترین خلأ در دانش علمی بزرگسالان، ندانستن جزئیات DNA نیست، بلکه آن است که نمی‌دانند علم چیست ... روش آن را نمی‌شناسند و از محدودیت‌ها، سودها، مخاطرات و دام‌های آن خبر ندارند.

فرایند

عقیدهٔ «علم به‌عنوان فرایند»، بر این پیش‌فرض استوار است که ما می‌توانیم از حس‌ها و گسترهٔ حس‌های خود ــ یعنی ادوات یا ابزارها ــ برای به دست آوردن اطلاعات دقیق دربارهٔ طبیعت بهره بگیریم. دانشمندان کار را با کاوش دربارهٔ پرسش‌هایی که دربارهٔ طبیعت در ذهن‌شان شکل گرفته است، شروع می‌کنند. این پرسش‌ها به خودی خود و الزاماً تاریک و مبهم نیستند. مثلاً، نخستین پرسش‌های دوران کودکی که در شروع این فصل به آن‌ها اشاره کردیم، ممکن است به پرسش‌های علمی منجر شوند. واقعیت این است که در ذهن بسیاری از کودکان پرسش ایجاد می‌شود. روزی یکی از دوستان

ایزیدورربی، برندهٔ جایزهٔ فیزیک نوبل در سال ۱۹۴۴ علت دانشمند شدن او را پرسید. ربی پاسخ داد که مادرش هر روز پس از مدرسه دربارهٔ آن روز با او صحبت می‌کرده است. برای مادر ربی مهم نبوده که او در آن روز چه آموخته است، بلکه همیشه می‌پرسیده که «آیا امروز سؤال خوبی پرسیدی؟» ربی ادامه داد «پرسیدن سؤال‌های خوب باعث شد که من دانشمند شوم» (Friedman, ۲۰۰۷b, p. ۳۰۱). کشف پرسش‌های دانش‌آموزان - چیزهایی که آنان را شگفت‌زده و وادار به پرسش کرده است - هم جذاب است و هم هیجان‌انگیز.

غالباً گفته می‌شود که دانشمند بودن

کمتر به آنچه می‌دانیم بستگی دارد، بلکه بیشتر به چگونگی تکوین پرسش در مغز ما وابسته است! چه چیزی باعث می‌شود که پرسشی را علمی به شمار آوریم؟ پرسشی علمی به شمار می‌رود که پرسش‌کنندهٔ آن برای رسیدن به پاسخ این اقدامات را انجام دهد:

- مشاهدهٔ دقیق
- فرضیه‌سازی، یعنی تکوین فکر یا فکرهایی که ممکن است آن مشاهدات را توضیح دهند.
- طراحی آزمایش برای آزمون فرضیه‌ها.
- بررسی نتایج آزمایش و کوشش برای مفهوم بخشیدن به آن‌ها.
- درخواست از دیگران برای تکرار آزمایش.

این مراحل در واقع منعکس‌کنندهٔ چند فرایند بنیادی‌اند. دانشمندان از طریق مشاهدهٔ دقیق طبیعت و پدیده‌های طبیعی به جمع‌آوری اطلاعات می‌پردازند؛ افکار خود را با طراحی آزمایش (و گاه با کوشش و خطا) بررسی و آزمایش می‌کنند. دیگران آزمایش‌های آنان را تکرار می‌کنند تا سرانجام به نتایجی استوار و نامتناقض برسند. این دانشمندان روند یکسانی را در تحقیقات خود به کار می‌برند تا به ساخته شدن مجموعه‌ای از نتایج که با مجموعه‌های دیگر قابل مقایسه باشد کمک کنند.

بدون فرایند علمی اندیشه‌ای هم وجود ندارد

باران پرنده

هنگام آتش‌بازی‌های آخرین شب سال ۲۰۱۰، ناگهان هزاران قطعه توکای سیاه‌بال‌سرخ مرده از آسمان شهر بیبی واقع در ایالت ارکانزاس بر زمین فرو افتاد. مردم شهر و متخصصان محیط زیست به پاکسازی راه‌ها، پشت‌بام‌ها و سایبان‌ها از لاشهٔ پرندگان پرداختند و تعدادی از آن‌ها را به آزمایشگاه‌های علمی تحویل دادند.

چه اتفاقی افتاده بود؟ چگونه شواهدی برای توضیح دادن این فاجعهٔ عظیم فراهم کنیم؟ اگر فکر کنیم که «علم راهی برای دانستن دربارهٔ جهان» است، به جست‌وجوی پاسخ برای پرسش‌هایی مانند پرسش‌هایی که برخی از افراد محلی مطرح کردند، خواهیم پرداخت: آیا عاملی مسمومیت‌زا در هوا وجود داشته است؟ آیا رعد و برق همراه با تندباد سبب این امر شده است؟ آیا آتش‌بازی‌های سال نو شب ژانویه باعث شده‌اند که این پرندگان ارتفاع خود را تغییر دهند؟ آزمایشگاه‌های ارکانزاس، جورجیا و ویسکانسین امیدوار بودند پس از یک هفته آزمایش پاسخ روشن‌تری بیابند. شما فکر می‌کنید چه نوع آزمایش‌هایی روی این پرندگان انجام شد؟ پرسیدن این پرسش‌ها و پرسش‌های مشابه و مرتبط مثالی از تفکر علمی و سواد علمی است. کارهایی مانند انجام آزمایش، گردآوری شواهد و نتیجه‌گیری از این واقعیت در مرکز فرایند علمی قرار دارند.

فرایند شکل‌گیری یک فکر دربارهٔ طبیعت و آزمون اندیشه‌ها با آزمایش در مجموع غالباً کاوشگری نام دارد. یکی از موضوع‌های اصلی آموزش علوم ترغیب دانش‌آموزان به کاوشگری است. کاوشگری علوم تجربی را از راه‌های دیگر شناخت جهان متمایز می‌کند.

کاوشگری را ممکن است «علم در عمل» هم بدانیم. از این رو می‌گوییم علم، کاری است که انجام می‌دهیم و علم در عمل شامل تجربه‌ها و گفت‌وگوهایی است که به ما کمک می‌کنند تا مفاهیم را درک کنیم – یعنی به زعم من به تفکر علمی برسیم!

درگیرشدن در کاوشگری علمی مستلزم مهارت‌های خاصی است که در مجموع مهارت‌های فرایندی نامیده می‌شوند. مشاهده یکی از مهارت‌های فرایندی است. پیش‌بینی و استنتاج، گروه‌بندی و طراحی آزمایش نیز از مهارت‌های فرایندی هستند. باید توجه داشته باشیم که ما نه فقط در آزمایشگاه‌های علمی از این مهارت‌های فرایندی استفاده می‌کنیم، بلکه آن‌ها را در همهٔ زمینه‌های زندگی دنیای پیرامون که به گونه‌ای فزاینده رو به پیچیدگی می‌روند، به‌کار می‌بریم. غالباً ما مهارت‌های فرایندی را به کار می‌بریم، بدون آنکه «برچسب» علمی به آن‌ها بزنیم. مثلاً هر روز به وضعیت هوا توجه می‌کنیم و براساس آن تصمیم می‌گیریم چه نوع لباسی بپوشیم. ما برای این کار از دو مهارت اساسی فرایندی استفاده می‌کنیم: یکی مشاهده است و دیگر پیش‌بینی.

بسیاری از دست‌درکاران آموزش‌وپرورش، مفسران فرهنگی و رهبران صنایع می‌گویند که دانستن موضوع‌های علمی برای همه ضروری است

افسانه‌ای دربارهٔ فرایندهای علمی

یکی از ویژگی‌های مهم کاوشگری علمی آن است که اگر چه دانشمندان به روش‌های یکسانی اندیشه‌های خود را به آزمایش می‌گذارند، اما برای مجموعهٔ مراحل تحقیقات علمی ترتیب خاصی وجود ندارد. از این رو، وقتی فصلی از کتابی به «روش علمی» اختصاص می‌یابد، ممکن است این شبهه را ایجاد کند که فقط یک راه به کاوشگری منجر می‌شود. در واقع، دانشمندان برای مشاهده و آزمایش اندیشه‌های خود از رویکردهای بسیار متفاوتی استفاده می‌کنند. در یک تحقیق علمی بعضی از مراحل مذکور در روش علمی به کار نمی‌روند. به یاد داشته باشید که دانشمندان ربات نیستند و بهترین تفکر علمی خلّاقانه و دشوار است.

مجموعه‌ای از اندیشه‌ها

دانشمندان از طریق مشاهده، آزمایش، تحقیق و تکرار، برای طبیعت مفهوم می‌سازند و آن‌ها را گسترش می‌دهند. در این نوشته از این مفاهیم با عنوان «تفکرات علمی» یاد می‌کنیم. به بیان آسان‌تر، «تفکرات علمی» شناخت‌های ما از طبیعت هستند. بسیاری از کتاب‌های درسی دبیرستانی مملو از این تفکرات هستند. مجموعه‌ای از این تفکرات که دانستن آن‌ها برای دانش‌آموزان، پیش از آنکه از دبیرستان فارغ‌التحصیل شوند، لازم است، «مفاهیم اصلی» نامیده می‌شوند. مفاهیم اصلی در واقع تفکراتی علمی هستند که علوم زیستی، علوم فیزیکی و علوم زمین را می‌سازند؛ اما برخی از آن‌ها برای شناخت طرز کار علم به ما کمک می‌کنند. این مفاهیم طبیعتِ فعالیت‌هایِ علمی یا آنچه را که «ماهیت علم» می‌نامیم، توصیف می‌کنند.

تفکرات علمی شاملِ تعاریف و توضیحات پدیده‌های طبیعی هستند. مثلاً، در علم، انرژی را توانایی انجام کار تعریف می‌کنیم. کتاب‌های علمی کار را فرایندی می‌دانند که به وسیلهٔ آن نیرویی جرم معینی را در مسافتی جابه‌جا می‌کند. بنابراین، انرژی یعنی هر آنچه سبب حرکت ماده می‌شود. دانشمندان مقادیر انرژی مورد نیاز برای انجام کارهای مختلف را در طبیعت محاسبه کرده‌اند. این مثال نشان می‌دهند که در زبانِ علم گاه اصطلاحاتی به کار می‌رود که با اصطلاحات زبان روزمره متفاوت‌اند.

اصطلاحِ «نظریه»[۳] یکی از مثال‌های رایج این تفاوت‌هاست. گزارش اخیر آکادمی ملی علوم توضیح می‌دهد که واژهٔ نظریه‌دادن در زبان روزمره به معنی حدس زدن، گمان بردن یا فکر کردن است. در حالی که «نظریه» در زبان رسمی علم معادل «توضیح جامع برخی از نمودهای طبیعت» است که از سوی حجم بزرگ و قابل توجهی از شواهد پشتیبانی می‌شود. مثلاً، مفهوم تکامل - یعنی تغییرات موجودات زنده در گذر زمان و تبدیل آن‌ها به شکل‌ها و صورت‌های امروزی - ممکن است هنوز نظریه تلقی شود، نه واقعیت؛ اما بنیادهای این نظریه به اندازه‌ای خوب آزمون شده‌اند که بسیاری از دانشمندان باور دارند هرگز با شواهد جدیدی بر علیه آن رو به رو نخواهند شد، درست همان طور که هرگز شواهد جدیدی بر علیه گردش زمین به دور خورشید به دست نخواهد آمد (National Academy of Sciences and Institute of Medicine, ۲۰۰۸, p. ۱۱).

نظریه‌ها و دیگر تفکرات علمی از فرایند علم جدانشدنی‌اند. بدون فرایند علمی اندیشه‌ای هم وجود ندارد. از سوی دیگر بدونِ اندیشه‌هایی که به پرسش منجر می‌شوند، نیازی به فرایند علمی وجود ندارد. یکی از راه‌های تفکر در اندیشه‌ها یا مفاهیم علمی گروه‌بندی آن‌ها به سه گروه اصلی علمی است: علوم زیستی، علوم زمین و علوم فیزیکی. یکی دیگر از راه‌های گروه‌بندی تفکرات علمی براساس گروه‌های فراگیر ادراکی خاص است. مثلاً، شناخت سیستم‌ها و دستگاه‌هایی مانند دستگاه‌های بدن انسان و منظومهٔ شمسی، یا شناخت تعامل‌ها و الگوهای تغییر، مانند چرخه‌های زندگی جانوران و گیاهان و روابط بین ماده و انرژی.

روشی برای شناخت جهان

علم روشی برای شناخت جهان و شاملِ تمایل به یافتن شواهدی برای پشتیبانی از گزاره‌های علمی و نیز آزادی فکر و ارادهٔ تغییر ذهن افراد پس از روبه‌رو شدن با شواهد نوین است. در واقع، منظور از تفکر علمی همین است. از آنجا که دانشمندان غالباً با همکاری با یکدیگر کار می‌کنند، روش علمی شناخت جهان شامل تمایل به همکاری با دیگران و ارتقای شناخت همهٔ افراد از طریق کوشش‌های گروهی هم می‌شود.

این فعالیت تمثیلی است برای آشنایی با طرز عمل دانشمندان و روش اندیشیدن دربارهٔ ماهیت علم.

یک کلاس را که بیست نفر دانشجو دارد، به پنج گروه تقسیم می‌کنیم. به هر گروه چهارنفری مجموعه‌ای یکسان شامل شانزده چک بانکی باطل شده متعلق به یک خانواده می‌دهیم. چک‌ها درون پاکت‌های دربسته قرار دارند و هر گروه اجازه دارد هر بار به طور تصادفی فقط چهار چک از شانزده چک را بردارد. اعضای گروه باید پس از انتخاب چک، آن‌ها را بررسی کنند و سپس تصورات خود را دربارهٔ آن خانواده یادداشت کنند. پس از آنکه اعضای گروه‌ها همهٔ شانزده چک را بررسی و تحلیل کردند، کاتب گروه نتیجه‌گیری موقت گروه نسبت به آن خانواده را روی یک تکه کاغذ بزرگ به اندازهٔ پوستر به طوری که همه بتوانند آن را بخوانند، می‌نویسد. مثلاً، چک‌های باطل شده برای ازدواج، برای سلامت و برای وکیل! چک‌ها تاریخ، امضا، نشانی و شمارهٔ مسلسل دارند. همهٔ دانشجویان گروه‌های چهارتایی چک را به‌طور تصادفی بررسی خواهند کرد. آیا فکر می‌کنید تفسیری که اعضای گروه‌ها از چک‌ها می‌کنند، با هم متفاوت است؟

وقتی که دانشجویان همهٔ تفسیرها را مرور می‌کنند، درمی‌یابند که داستان هر گروه - به جز سه یا چهار تصور اصلی دربارهٔ آن خانواده - با داستان‌های گروه‌های دیگر تفاوت دارد. اعضای کلاس به این نتیجه می‌رسند که این سه یا چهار تصور، می‌توانند مبانی نظریه‌های آن‌ها دربارهٔ آن خانواده باشند. آنان سپس راه‌های تحقیق دربارهٔ نظریه‌های خود را پیشنهاد می‌کنند. اما از کجا باید بدانند که درست می‌گویند؟ اگر از من یعنی از استاد خود بپرسند که آیا من پاسخ درست را می‌دانم، من خواهم گفت که نمی‌دانم. آنان از این پاسخ خوش‌شان نمی‌آید، اما من نیز یک محقق هستم!

این داستان چه ارتباطی با ماهیت علم دارد؟ فعالیت چک‌های باطل شده شبیه‌سازی بسیار خوبی از طرز کار دانشمندان است:

- بسیاری از دانشمندان مانند این گروه‌های دانشجویی اغلب یک مسئلهٔ واحد را با شواهد یکسان، اما با ترتیب‌های مختلف بررسی می‌کنند.
- همان‌طور که ترتیب انتخاب چک‌های درون پاکت‌ها توسط دانشجویان بر داستان آن‌ها اثر می‌گذارد، دانشمندان نیز به همین روش درمی‌یابند که ترتیب روبه‌رو شدن با شواهد بر پیشرفت اندیشه‌های آن‌ها اثر می‌گذارد.
- بحثی که هر گروه دانشجویی دربارهٔ شواهد می‌کند، بر نتایج مؤثر است. دانشمندان نیز گروهی

علم بخش مهمی از فرهنگ انسانی و منتهای ظرفیت تفکر انسانی است

کار می‌کنند و مرتباً در مورد شواهد به رایزنی می‌پردازند.

- سرانجام، به خلاف بسیاری از تجارب مدرسه‌ای که ممکن است شما کسب کرده باشید، علم واقعی زمانی برای یافتن پاسخ به جریان می‌افتد که پاسخی از قبل برای آن وجود ندارد. دانشجویانی که این فعالیت را انجام می‌دهند نیز براساس شواهد موجود و تجارب خود نظریه‌پردازی می‌کنند. آن‌ها در پی پاسخ‌های «آری» یا «نه» از پیش تعیین‌شده نیستند. ماهیت علم چنین است: جست‌وجوی دانش جدید براساس کوشش‌های مکرر برای تحقیق در شواهد و سپس نتیجه‌گیری درون یک گروه اجتماعی از کارکنان.

ارزش تدریس علوم

با کنکاش در پس‌زمینهٔ ذهن‌تان ممکن است این پرسش را پیدا کنید که چرا علم را پیش از دبیرستان نیز تدریس می‌کنیم. پاسخ به این پرسش با تعریف سه قسمتی ما از علم مطابقت دارد.

۱. مجموعهٔ اندیشه‌هایی که تفکرات علمی یا «مفاهیم اصلی» می‌نامیم، در شناخت طرز کار طبیعت به ما کمک می‌کند. بسیاری از دست‌درکارانِ آموزش‌وپرورش، مفسران فرهنگی و رهبرانِ صنایع می‌گویند که دانستن موضوع‌های علمی برای همه ضروری است. بسیاری از حرفه‌های امروزی به مقداری دانش علمی نیاز دارند و حتی تصمیم‌های روزمرهٔ ما - از اینکه چه بخوریم تا اینکه چه اتومبیلی بخریم - از شناخت علمی ما یا فقدانِ آن اثر می‌پذیرند. در جهانِ امروز یادگیری علم هیچ گاه زود نیست و انتظار می‌رود دوره‌های ابتدایی و متوسطه هم سهم داشته باشند.

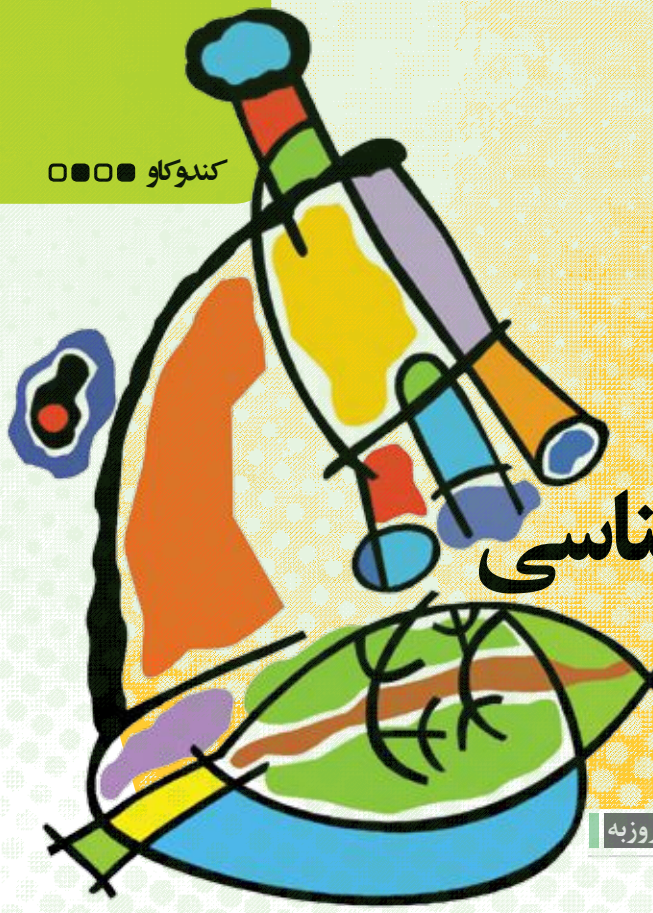
برای بسیاری از دست‌درکاران آموزش‌وپرورش اندیشه‌های علوم زیست‌محیطی اهمیت خاص دارند. یک برنامهٔ مناسب علوم به نوجوانان و جوانان ما کمک می‌کند تا علت‌های تُهی شدن منابع طبیعی جهان را بشناسند. شاخهٔ مطالعات زیست‌محیطی که نزد مردم به علم سبز مشهور است، شامل مطالعهٔ پایداری، شبکه‌های غذایی، توزیع منابع و تغییر اقلیم است. شناخت طرز کار سیستم‌های طبیعی و حس قدرشناسی از شگفتی‌های بی‌همتای طبیعی دانشجویان آینده را برای تبدیل شدن به دیده‌بانان سیاره‌مان آماده می‌کند.

۲. مهارت‌هایی که دانش‌آموزان با درگیرشدن در فرایندهای علمی به دست می‌آورند، به جز علم در بسیاری دیگر از زمینه‌ها نیز مفیدند. در واقع، مطالعات نشان می‌دهند که آموختن علم در پایه‌های اولیه می‌تواند به کودکان کمک کند تا به متفکرانی نقّاد تبدیل شوند؛ متفکرانی که می‌توانند با دقت استدلال کنند، مسائل را حل کنند و تصمیم‌های آگاهانه بگیرند، (American Association for the Advancement of Science, ۲۰۰۱). دانش‌آموزان ابتدایی و متوسطه که در کلاس درس به فعالیت‌های علمی ترغیب می‌شوند، به‌عنوان متفکر اتکای به نفس خواهند داشت.

۳. می‌توانیم با ترویج تفکر علمی دربارهٔ جهان به دانش‌آموزان کمک کنیم توانایی‌های خود را در تحقیق دربارهٔ یک مسئله از جهات مختلف، در مشورت با هم‌کلاس‌ها و با معلم ارتقا دهند و سازندهٔ دانش و تولیدکنندهٔ آن باشند. شناخت طرز کار علم به مردم کمک می‌کند تا به ماهیت شواهد و نتایجی که به طور مستدل دربارهٔ جهان پیرامون‌مان می‌گیریم، پی ببرند. در همهٔ این روش‌ها، یادگیری علوم دانش‌آموزان را نه تنها برای زیست‌شناسی و شیمی، بلکه برای زبان انگلیسی، تاریخ و مطالعات اجتماعی و - در مجموع برای زندگی - آماده می‌کند. یکی از پژوهش‌ها یادآوری می‌کند که علم بخش مهمی از فرهنگ انسانی و منتهای ظرفیت تفکر انسانی است (Duschl et al., ۲۰۰۷, p. ۳٤).

پی‌نوشت

1. blackbirds
2. Beebe
۳. منظور این گزارش توضیح کاربرد اصطلاح «theory» در زبان انگلیسی است، نه در زبان فارسی. Theory در زبان فارسی «نظریه» یا گاه «تئوری» ترجمه می‌شود.
٤. در ایالات متحده امریکا چک‌های پرداخت شده یا تصویر آن‌ها را در اختیار صادرکنندهٔ چک قرار می‌دهند تا به عنوان رسیدهای پرداخت وجه نزد خود داشته باشد و آنها را canceled check یا چک باطل‌شده می‌نامند.
5. Barbara McClintock 6. Alan Leshner
7. AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE 8. Isidor Rabi



چگونه زیست‌شناسی را آموزش دهیم

مهرگان روزبه

کلیدواژه‌ها: آموزش زیست‌شناسی، روش‌های یادگیری علوم، آموزش مشارکتی، شیوهٔ سخنرانی.

اشاره: زیست‌شناسی یکی از شاخه‌های اصلی علوم تجربی است. موضوع‌های بسیاری مانند پزشکی، ژنتیک، جانورشناسی، گیاه‌شناسی و بوم‌شناسی روی این شاخه روییده‌اند. شاخهٔ زیست‌شناسی به اندازه‌ای متنوع و جذاب است که می‌تواند تقریباً هر نوع دانش‌آموزی را با هر زمینه و علاقه‌ای به‌سوی خود جلب کند. اما این کافی نیست. برای اینکه معلم خوبی باشیم، لازم است خوب و لذت‌بخش تدریس کنیم.

الف. دانش‌آموزان را درگیر کنید [۱]

زیست‌شناسی را به زندگی روزمره دانش‌آموزان مرتبط کنید. برخی دانش‌آموزان به‌طور طبیعی به زیست‌شناسی علاقه نشان می‌دهند؛ اما برخی دیگر علاقهٔ چندانی نشان نمی‌دهند. تا می‌توانید مفاهیم زیست‌شناختی را با موضوع‌های مربوط به زندگی روزمره مرتبط کنید و مطمئن باشید که همهٔ دانش‌آموزان از آن لذت خواهند برد. این کار ارزش علم را بیشتر نشان می‌دهد و دانش‌آموزان را بیشتر جذب می‌کند. برای این کار می‌توانید:

- اخبار مرتبط با داروها، DNA، محیط زیست، رشد جمعیت و موضوع‌های دیگری را که زیست‌شناسی بر آن‌ها تأثیر می‌گذارد، در کلاس مطرح کنید.
- به دانش‌آموزان بگویید که گزارش‌های کلاسی کوتاهی دربارهٔ مفاهیم زیست‌شناختی به‌صورت ویدیو، کلیپ و غیره در کلاس ارائه کنند و دربارهٔ منابع آن‌ها، مفاهیم زیستی موجود در آن‌ها و اهمیت آن‌ها توضیح دهند.
- در کلاس در مورد مشاغلی که از زیست‌شناسی استفاده می‌کنند، مانند پزشکی، داروسازی، حفاظت از محیط زیست، سلامت عمومی و غیره صحبت کنید. حتی می‌توانید افرادی را که در این زمینه‌ها کار می‌کنند به کلاس دعوت کنید تا در زمینهٔ شغل خود برای دانش‌آموزان توضیح و به پرسش‌های آنان پاسخ دهند.

زیست‌شناسی را به زندگی روزمره دانش‌آموزان مرتبط کنید

۲. از فعالیت‌های دستی استفاده کنید [۲]

هر چه زیست‌شناسی را ملموس‌تر کنید، افراد بیشتری را به آن علاقه‌مند می‌کنید. فعالیت‌های دستی بسیاری برای آزمایش‌های زیست‌شناسی وجود دارد. مثلاً، دانش‌آموزان می‌توانند این فعالیت‌ها را انجام دهند:

- برای درک فتوسنتز گیاه بکارند.
- برای درک چرخهٔ زندگی جانوران پروانه یا جانوران دیگر را پرورش دهند.
- برای درک کالبد جانداران، آن‌ها را (با رعایت

موارد ایمنی و دستور کارهای مربوطه) تشریح کنند.
- فعالیت‌های حیاتی مخمر را بررسی کنند.
- اسلایدهای انواع مختلف سلول‌ها را تهیه و مشاهده کنند .

۳. از محیط‌های چندرسانه‌ای استفاده کنید [۳].

تنوع مواد آموزشی می‌تواند آموزش زیست‌شناسی را زنده کند. سعی کنید علاوه بر کتب درسی، ویدیوها، پادکست‌ها و دیگر رسانه‌ها را نیز در تدریس به‌کاربگیرید.

در کلاس در مورد مشاغلی که از زیست‌شناسی استفاده‌می‌کنند، صحبت کنید

۴. به دنبال پل‌های بین فناوری و زیست‌شناسی بگردید

فرصت‌های بسیاری برای افراد علاقه‌مند به فناوری وجود دارد تا پیوند خود را با زیست‌شناسی محکم‌تر کنند. نسبت به فناوری‌های جدید سعه‌صدر داشته باشید و دانش‌آموزان خود را دعوت کنید تا مفاهیم زیست‌شناختی و فناوری‌هایی را که به آن‌ها علاقه دارند، به اشتراک بگذارند. به عنوان مثال:
- بازی‌های رایانه‌ای مرتبط با زیست‌شناسی [٤].
- از دانش‌آموزان بخواهید برای انجام تکالیف خود از فناوری استفاده کنند. برای مثال، یک وبگاه برای نشان دادن یک مفهوم زیستی بسازند.

۵. برای آموزش زیست‌شناسی از بازی‌های علمی استفاده کنید

رقابت دوستانه به‌شکل بازی‌های آموزشی راه خوبی برای علاقه‌مندکردن دانش‌آموزان به زیست‌شناسی است [٥]. از بازی‌هایی مانند بیست سؤالی، پانتومیم و بازی‌های رایانه‌ای بسیاری که در این مورد وجود دارد، استفاده کنید.

هر چه زیست‌شناسی را ملموس‌تر کنید، افراد بیشتری را به آن علاقه‌مند می‌کنید

۶. به سفر و بازدید علمی بروید

دانش‌آموزان را از کلاس خارج کنید و به بازدیدها و سفرهای علمی ببرید. سفر گاه‌به‌گاه به خارج از کلاس می‌تواند فرصتی بی‌نظیر و واقعی برای غنی‌سازی درک دانش‌آموزان از زیست‌شناسی باشد. بسته به آنچه در منطقهٔ شما موجود است و اجازه دارید، می‌توانید به یکی از این مکان‌ها بروید [۶]:
- موزهٔ علوم
- باغ گیاه‌شناسی
- باغ وحش
- باغ و مزرعه
- آزمایشگاه پژوهشی

ب. روش‌های دیگر آموزش را به‌کار گیرید

۱. رویکردهای مختلفی را برای آموزش امتحان کنید

یادگیری منفعل نوعی یادگیری است که طی آن دانش‌آموزان دانش را از معلم دریافت می‌کنند؛ در حالی‌که برخی یادگیری فعال را که طی آن دانش‌آموزان مسئولیت بیشتری برای بررسی و درک موضوعات دارند، ترجیح می‌دهند. می‌توان از هر دو نوع آموزش استفاده کرد. مهم این است که ترکیب مناسب و تعادل این دو روش را پیدا کنید. می‌توانید از انواع روش‌های آموزشی استفاده کنید، مانند [۷]:
- سخنرانی،
- یادگیری مشارکتی (دانش‌آموزان به یکدیگر کمک می‌کنند تا در مورد یک موضوع یاد بگیرند)،
- نقشهٔ مفهومی
- بحث‌های گروهی
- خواندن
- فعالیت‌های دستی.

۲. سخنرانی مشارکتی داشته باشید [۸]

در سخنرانی‌های خود، دانش‌آموزان را هم مشارکت دهید. سخنرانی در بیشتر اوقات مؤثرترین راه برای ارائه اطلاعات به دانش‌آموزان است. با این حال، هم دانش‌آموزان و هم معلمان اغلب خواستار تعامل بیشتر هستند. اگر برای تعداد زیادی دانش‌آموزان سخنرانی می‌کنید، ممکن است دشوار به‌نظر برسد، اما قطعاً راه‌هایی برای آسان‌کردن کار وجود دارد.
- به‌طور دوره‌ای، به‌روش سقراطی از دانش‌آموزان سؤال کنید. در یک سخنرانی بزرگ، ممکن

است برخی فرصت صحبت کردن پیدا نکنند؛ اما این سخنرانی‌ها دانش‌آموزان را بیشتر جذب می‌کند [۹].

- از دانش‌آموزان بخواهید که با سؤالات از پیش آماده‌شده به سخنرانی بیایند [۱۰]. سپس می‌توانید به برخی از سؤالات آن‌ها پاسخ دهید. این باعث می‌شود دانش‌آموزان بدانند که معلم به آن‌ها گوش می‌دهد.
- در کلاس‌های کوچک‌تر، زمان بیشتری را برای بحث باز اختصاص دهید. انتظار داشته باشید که دانش‌آموزان بتوانند دربارهٔ موضوع‌های زیستی صحبت کنند و سؤال بپرسند [۱۱].

۳. از نوشتن استفاده کنید [۱۲]

برخی از دانشجویان ممکن است تصور کنند که زیست‌شناسی درسی حفظی است و شامل تعدادی واقعیت و داده و تعدادی پرسش چندگزینه‌ای است؛ اما شما با دادن تکالیف نوشتاری، بخش مهمی از فرایند علمی را به آن‌ها آموزش دهید و فرصتی برای ارزیابی توان خواندن و درک مطلب و توان نوشتاری آن‌ها به‌دست آورید.

- دانش‌آموزان را سطح بالا تصور نکنید [۱۳]. استفاده از تمرینات نوشتن و درک مطلب در کلاس آسان است. برای مثال، در پایان هر جلسه از آن‌ها بخواهید خلاصه‌ای از آنچه آموخته‌اند را در یک پاراگراف بنویسند. به‌جای اختصاص دادن نمره به پاسخ‌ها، جلسه بعدی را با بحث و گفت‌وگو درباره آن‌ها آغاز کنید.

۴. از روش‌های تدریس مشارکتی استفاده کنید [۱۴]

از هر فرصتی برای یادگیری مشارکتی استفاده کنید. به عنوان مثال، دانش‌آموزان را به چند گروه تقسیم کنید و برای هر گروه موضوعی خاص برای تحقیق بدهید (مانند مراحل چرخهٔ زندگی گیاهان). سپس، از آنان بخواهید که هر گروه گزارشی را در مورد آنچه آموخته است، به همهٔ کلاس گزارش کند. دانش‌آموزان از تدریس به هم‌سالان خود لذت می‌برند.

۵. مجلات و منابع مربوط به آموزش زیست‌شناسی را پیدا کنید و بخوانید.

منابع مختلفی وجود دارند که می‌توانند به شما در آموزش زیست‌شناسی به روش‌های تازه و هیجان‌انگیز کمک کنند. برای پی‌بردن به اندیشه‌های نوین و جست‌وجوی پیشرفت‌های جدید در آموزش زیست‌شناسی، به‌طور منظم کتاب‌ها، مجلات و روزنامه‌ها را مطالعه کنید.

- مجموعهٔ زیست‌شناسی در منابع آموزشی چندرسانه‌ای برای یادگیری و آموزش آنلاین [۱۵و۱۶]،
- مجلهٔ معلم زیست‌شناسی [۱۷]،
- آموزش علوم زیستی [۱۸]،
- آموزش بیوشیمی و زیست‌شناسی مولکولی [۱۹].
- مجلهٔ آموزش زیست‌شناسی در کالج [۲۰].

سعی کنید علاوه بر کتب درسی، ویدیوها، پادکست‌ها و دیگر رسانه‌ها را نیز در تدریس به‌کار بگیرید

منابع

1.http://www.grenfell.mun.ca/science/biology/Pages/default.aspx
2. http://serendip.brynmawr.edu/sci_edu/waldron/
3. http://www.csun.edu/science/ref/video/index.html
4.http://www.edutopia.org/blog/minecraft-cell-biology-meets-gbl-dan-bloom
5.http://www.csun.edu/science/books/sourcebook/chapters/13-games/index.html
6.http://www.csun.edu/science/ref/field_trips/museums.html
7.http://ejse.southwestern.edu/article/viewFile/11522/8115
8.http://isites.harvard.edu/fs/html/icb.topic58474/TFTlectures.html
9.http://www.lifescied.org/content/11/1/3.full.pdf+html
10. http://abt.ucpress.edu/content/78/1/67
11.http://www.ascb.org/four-highly-effective-science-teaching-tips/
12.http://www.ascb.org/four-highly-effective-science-teaching-tips/
13.http://www.lifescied.org/content/13/2/159.full.pdf+html
14.http://teaching.colostate.edu/tips/tip.cfm?tipid=180
15.http://www.aibs.org/education/teaching_resources.html
16. https://www.merlot.org/merlot/Biology.htm
17. http://www.lifescied.org/
18.http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/%28ISSN%291539-3429
19.http://www.usciences.edu/teaching/tips/planning.shtml
20.http://www.csun.edu/science/ref/plans/lesson_plans.html
21.http://www.ascb.org/four-highly-effective-science-teaching-tips/
22.http://www.perkinselearning.org/scout/teaching-biology-students-blind-visually-impaired

زمان مناسب برای تشریح

فاطمه سادات نبی‌پور
دبیر زیست‌شناسی
میترا فربین
دبیر زیست‌شناسی

مقدمه

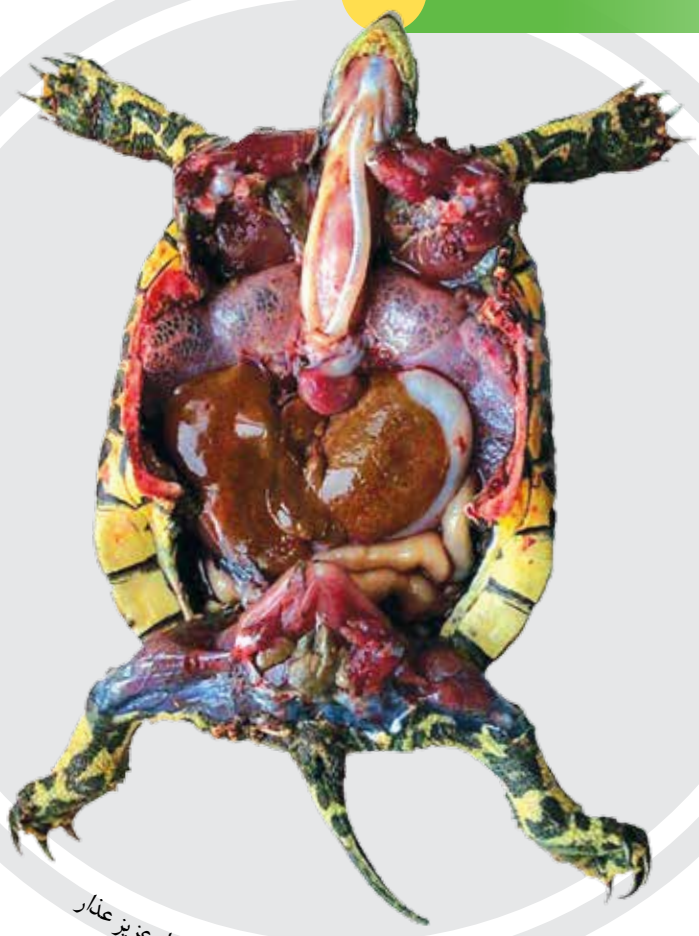
در بررسی عوامل مؤثر در فرایند تدریس، می‌توان نمونه‌هایی را که تأثیر آشکاری در روند یادگیری دارند، این‌گونه نام برد: آمادگی، انگیزه و هدف، تجارب گذشته، موقعیت و محیط یادگیری، روش تدریس معلم، رابطهٔ کل و جزء، تمرین و تکرار و غیره. یادگیری فرایندی رفتاری است و در این فرایند عوامل و متغیرهایی در حال تعامل‌اند و به نیروی محرکی برای به جریان انداختن موتور حرکتی خود نیاز دارند که مهم‌ترین این انگیزه‌ها که نقش مهمی در جریان یادگیری دارد، میل و رغبت دانش‌آموز به آموختن است. رغبت محرکی است که نیروی فعالیت را افزایش می‌دهد. برای اینکه دانش‌آموزان در ضمن یادگیری فعال باشند، باید به موضوعی که می‌خواهند فرا بگیرند علاقه‌مند باشند. برای ایجاد رغبت، نباید موضوعات درسی را بطور تصنعی جالب توجه نشان دهیم، بلکه این جالب توجه بودن باید به شکلی ملموس انجام شود، در این صورت رغبت آنان برانگیخته خواهد شد.

کلیدواژه‌ها: فناوری آموزشی، آزمایشگاه، تشریح.

از جمله فناوری‌های به‌کار رفته در تدریس زیست‌شناسی «تشریح عملی جانوران و تشریح اندام‌های جانوری» است که به‌عنوان یک فناوری بسیار قدیمی، اما بسیار مؤثر هنوز هم اجرا می‌شود

فناوری آموزشی و ایجاد رغبت

همهٔ رفتارهای ارادی بشر به دلیل خاصی پدید می‌آید که می‌توان آن را انگیزه خواند. انگیزه در اصطلاح نیز مفهومی است که دو جنبه در آن لحاظ شده است: از یک سوی، محرک رفتار است که همان عامل و نیروی درونی یا بیرونی است و رفتار فرد را موجب می‌شود و از سوی دیگر، دارای نتیجه و هدف است که همیشه از جنبهٔ تأثیر در رفتار، به هدفی توجه دارد و اگر یادگیری را یک رفتار بدانیم، همچنین برای انجام چنین رفتاری انسان نیاز به انگیزه دارد. بهره‌گیری از فناوری آموزشی چه مفهوم جدید آن و چه در همان معانی قدیم از عوامل مؤثر در تفهیم مطالب و ایجاد عمق بیشتر در یادگیری و ایجادکنندهٔ میل و رغبت در یادگیری، محسوب می‌شود. فناوری آموزشی امروزه معنی و مفهوم جدیدی پیدا کرده است و مواد و وسایل آموزشی روز به روز تنوع بیشتری می‌یابند و کتاب درسی تنها یکی از آن‌ها به حساب می‌آید. از آنجا که یادگیری نیز با بهره‌گیری از یک یا چند مورد از پنج حس بهتر رخ می‌دهد، رسانه‌ها و مواد فناوری آموزشی به مقدار زیاد به کلاس درس راه یافته‌اند. فناوری آموزشی خدمات آموزشی برتری از آنچه که معلم تنها با سخنرانی انجام می‌دهد، عرضه می‌کند و می‌تواند مطالبی را که معلم عرضه کند، تکمیل کند و یا به دانش‌آموز امکان می‌دهد به‌طور ملموس با مطالب علمی روبه‌رو شود و در نتیجه علاقه‌مندی وی را به آموختن بیشتر می‌کند.



عکس از عزیز عنار

از جمله فناوری‌های به‌کار رفته در تدریس زیست‌شناسی «تشریح عملی جانوران و تشریح اندام‌های جانوری» است که به‌عنوان یک فناوری بسیار قدیمی؛ اما بسیار مؤثر هنوز هم اجرا می‌شود و به دلیل عدم نیاز به امکانات زیاد و هزینه، بسیاری از معلمان علاقه‌مند و فعال چنین روشی را ترجیح می‌دهند. تشریح جانوران و اندام‌های جانوری، فعالیتی است که در جریان آن فراگیران با به کار بردن وسایل بسیار ساده دربارهٔ اندام یا جانوری خاص، به‌طور عملی تجربه کسب می‌کنند. تشریح معمولاً در آزمایشگاه انجام می‌گیرد، اما به دلیل نیاز به وسایل اندک، می‌تواند خیلی راحت در کلاس درس حتی در مدارسی که امکانات محدودی دارند نیز انجام شود و نداشتن آزمایشگاه مجهز یا وسایل مناسب در مدرسه نباید دلیلی برای فرار از تشریح در کلاس باشد، فراهم آوردن یک ماهی قزل‌آلا، یک سینی، یک چاقو یا قیچی ظریف، وسایل بسیار ساده‌ای هستند که معلم و حتی دانش‌آموز می‌تواند به آسانی آن‌ها را تهیه کند. تشریح به منظور آشنا کردن دانش‌آموزان با جنبه‌های عملی یک مفهوم، مورد استفاده قرار می‌گیرد و از طرف دیگر به منظور فراهم آوردن میل و رغبت در دانش‌آموزان، گاه ایجاد انگیزه و حتی در مواردی برای ایجاد آمادگی تلقی می‌شود، در هر صورت معلم جهت کلی فعالیت را مشخص می‌کند و فراگیران را بر آن می‌دارد تا در اجرای تشریح در صورت امکان به‌طور مستقل عمل نموده و نتیجه‌گیری کنند؛ اما تا کنون نظر قطعی دربارهٔ زمان انجام تشریح نسبت به درس مربوطه داده نشده است. این نکته، ما را بر آن داشت دربارهٔ بهترین زمانی که بیشترین بازدهی یادگیری را در تشریح اندام‌های جانوری داشته باشد، پژوهشی به عمل آوریم.

زمان انجام تشریح و بررسی آن

انجام تشریح در درس زیست‌شناسی نوعی روش آزمایشگاهی و نمایشی توأم است که هم بر مشاهده و دیدن و هم بر آزمایش و بررسی استوار است. در این روش، افراد مهارت‌ها یا دانشی خاص را از طریق دیدن و انجام آزمایش فرا می‌گیرند و معلم طرز کاربرد وسایل و روش یا چگونگی بررسی اندام یا جانور را نشان می‌دهد. شاید این اولین روشی باشد که بشر به‌کار برده است و در صورت نداشتن امکانات کافی، شاید مناسب‌ترین روش برای آموختن علم زیست‌شناسی جانوری و در مواردی حتی گیاهی باشد. زیرا با استفاده از این روش، معلم می‌تواند مهارتی را به تعداد زیادی از دانش‌آموزان و در طی زمانی کوتاه ارائه دهد و همزمان، علاوه بر مهارت اندام و یا جاندار مربوطه نیز بررسی می‌شود. مهم‌ترین حسن این روش به‌کارگیری اشیا و موجودات حقیقی و واقعی در آموزش است. البته این روش به تنهایی به‌کار نمی‌رود و معلم ضمن ارائهٔ این روش، ناچار به استفاده از روش سخنرانی نیز هست. یکی از محاسن این روش به دلیل اینکه از اشیای حقیقی و واقعی استفاده می‌کنیم، علوم مرتبط با زندگی روزمره می‌شود در نتیجه یادگیری برای دانش‌آموزان ملموس‌تر و دلپذیرتر

نداشتن آزمایشگاه مجهز با وسایل مناسب در مدرسه نباید دلیلی برای فرار از تشریح در کلاس باشد

می‌شود. تشریح اندام‌های جانوری و جانوران یکی از جذاب‌ترین بخش‌های آموزش زیست‌شناسی است که یک معلم باهوش می‌تواند از آن به‌عنوان پلی در ایجاد انگیزه و رغبت و علاقهٔ دانش‌آموزان با درس خود بهره گیرد، اما اینکه تشریح جانوری و اندام‌های جانوری در چه زمانی انجام شود، معمولاً جای بحث و گفت‌وگو دارد و سه عقیده در انتخاب زمان آن نسبت به تدریس موجود است.

- برخی معلمان معتقدند که می‌توان تشریح را تنها به‌عنوان یک عامل ایجاد رغبت در یادگیری، قبل از ارائه درس و برای ایجاد سؤال در ذهن دانش‌آموزان به‌کار برد.
- برخی دیگر از معلمان معتقدند که بهتر است درحین تدریس تشریح انجام شود و همزمان که آگاهی‌هایی به دانش‌آموزان در زمینه علمی مربوطه داده می‌شود، کار عملی هم صورت گیرد تا مطالب به شکلی صحیح آموخته شود.
- گروه سومی هم از معلمان معتقدند که ابتدا باید فرایند تدریس انجام شود و پس از پایان، از تشریح برای تکمیل فرایند یادگیری استفاده کرد.

مراحل پژوهش

برای پی بردن به میزان تأثیر هر یک از این روش‌ها و مشاهده تفاوت آن‌ها در تدریس، دانش‌آموزان از دو مدرسه دولتی و در ۸ کلاس (طی سه سال متوالی)، برای انجام فرایند تدریس، در حیطهٔ آموزش و تشریح قلب بدین شکل انتخاب شد.

کلاس‌های شاهد: در هر مدرسه یک کلاس به‌عنوان شاهد انتخاب شد و در این کلاس اصلاً تشریح قلب انجام نشد.

- به دلیل کاهش در تعداد دانش‌آموزان امکان برگزاری همزمان پروژه در دو مدرسه وجود نداشت.

کلاس‌های شمارهٔ ۱: در هر مدرسه یک کلاس به‌عنوان کلاسی انتخاب شد که تشریح قبل از تدریس ساختار قلب انجام شد.

کلاس‌های شمارهٔ ۲: در هر مدرسه یک کلاس به‌عنوان کلاسی انتخاب شد که تشریح همزمان با تدریس ساختار قلب انجام شد.

کلاس شمارهٔ ۳: در هر مدرسه یک کلاس به‌عنوان کلاسی انتخاب شد که تشریح پس از تدریس ساختار قلب انجام شد.

پس از پایان فرایند آموزش در همهٔ کلاس‌ها آزمونی یکسان انجام شد و نتایج آزمون مورد بررسی قرار گرفت.

نمودارها و جداول آزمون به قرار زیر است:

جدول شمارهٔ۱

نمونه کلاس	نمرات از ۵
شاهد الف	۲/۹۲
آزمایش ۱	۲/۸
آزمایش ۲	۲/۸۱
آزمایش ۳	۳/۶

معلم جهت کلی فعالیت را مشخص می‌کند و فراگیران را بر آن می‌دارد تا در اجرای تشریح در صورت امکان به‌طور مستقل عمل ونتیجه‌گیری کنند

جدول شمارهٔ ۲

نمرات از ۵	نمونه کلاس
۲/۸	شاهد ب
۲/۸۱	آزمایش ۱
۳/۶	آزمایش ۲
۳/۸۴	آزمایش ۳

جدول شمارهٔ ۳

میانگین تمام دانش‌آموزان از ۵	نمونه‌ها
۲/۹۸۴۱۲۷	شاهد کل
۳/۷۳۳۳۳۳	آزمایش ۳ کل

جدول شمارهٔ ٤

میانگین تمام دانش‌آموزان از ۵	نمونه‌ها
۲/۸۲۲۵۸۱	میانگین کل شاهد
۲/۹۸۴۱۲۷	میانگین آزمایش ۱

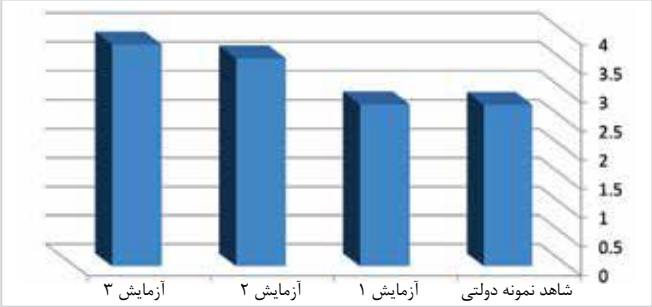
جدول شمارهٔ ۵

میانگین تمام دانش‌آموزان در گروه	نمونه‌ها
۳/۱۵۲۱۷۴	میانگین کل گروه آزمایش
۲/۸۲۲۵۸۱	میانگین کل شاهد

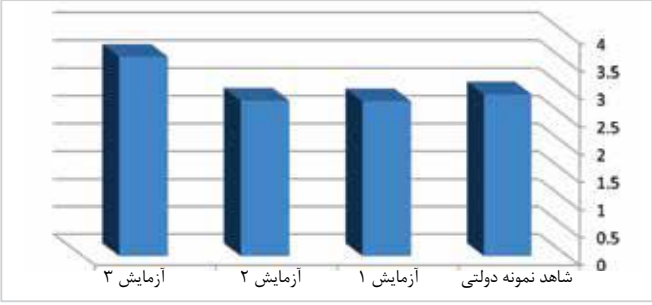
بحث و نتیجه‌گیری

نمودار یک نشان می‌دهد که در کلاس شاهد که اصلاً تشریح انجام نشده است، افت میانگین نمرات دانش‌آموزان در آزمون مربوطه مشاهده می‌شود. همچنین مشابه همین افت در کلاس آزمایش شمارهٔ ۱ مشاهده می‌شود در حالی‌که تشریح انجام شده؛ اما زمان آن قبل از تدریس بوده است.

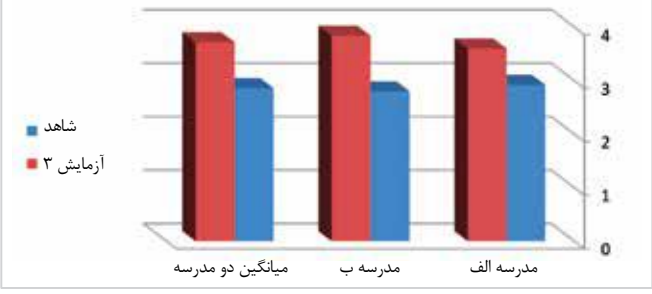
در کلاس آزمایش شمارهٔ ۲ که تشریح در هنگام تدریس و همزمان انجام شده است پیشرفت نمرات در آزمون مربوطه قابل تامل



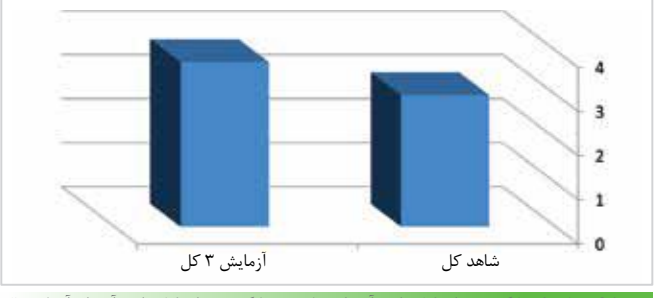
نمودار ۱، مقایسهٔ میانگین نمرات آزمون در کلاس‌های شاهد و آزمایش در مدرسهٔ ب



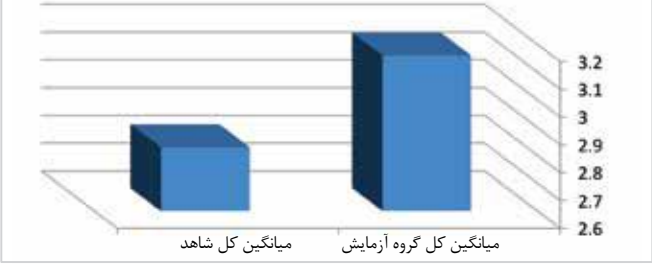
نمودار ۲، مقایسهٔ میانگین نمرات آزمون در کلاس‌های شاهد و آزمایش در مدرسهٔ الف



نمودار ۳، مقایسهٔ میانگین نمرات آزمون در کلاس‌های شاهد و آزمایش۳ در مدرسه‌های الف و ب



نمودار ۴، مقایسهٔ میانگین نمرات کل دانش‌آموزان شاهد و میانگین نمرات کل دانش‌آموزان آزمایش ۳



نمودار ۵، مقایسهٔ میانگین نمرات کل گروه‌های آزمایش با میانگین نمرات گروه شاهد

است اما در مقایسه با کلاس آزمایش شمارهٔ ۳ که تشریح پس از پایان تدریس انجام گردیده دارای میزانی افت است. این نشان می‌دهد که تشریح بهتر است در حین تدریس یا پس از اتمام تدریس صورت گیرد. در صورت بررسی نمودار شمارهٔ ۲ همین روند را با کمی تفاوت مشاهده می‌کنیم. جالب‌توجه است که با این حال که دانش‌آموزان از دو گروه کاملاً متفاوت از نظر نوع مدرسه انتخاب شده‌اند نتایج بسیار شبیه به یکدیگر است. در نمودار شمارهٔ ۴ نیز، نمرات کل دانش‌آموزان گروه آزمایش ۳ دولتی و نمونهٔ دولتی با یکدیگر جمع شده و میانگین کل به‌دست آمده است.

با همهٔ آنچه گفته شد، نتیجه نمودار ۵ بسیار حائز اهمیت است که چنانچه تشریح انجام شود حتی بدون توجه به زمان انجام آن، می‌توان نتیجه بهتر و کامل‌تری از تدریس مبحث مربوطه گرفت و این مهم، شاید به دلیل ایجاد علاقه‌مندی و رغبت در یادگیری چنین نتیجه‌ای را به بار آورده است. چنانچه مشاهده می‌کنیم، گروه آزمایش با وجود تفاوت در زمان اجرای تشریح از گروه شاهد که هیچ‌گونه کار عملی انجام نداده‌اند و تنها درس را به‌طور تئوری آموخته‌اند، عمق یادگیری بیشتری و در نتیجه سطح نمرات بهتری داشته باشند.

افزایش چشمگیر میانگین نمرات آزمون ساختار قلب در گروه آزمایش ۳، نشان می‌دهد که اگر پس از تدریس مبحث مورد نظر تشریح اندام‌های جانوری انجام شود، مطالب بسیار بهتر و کامل‌تر در ذهن دانش‌آموزان نقش می‌بندد. اگر چه عوامل مختلف دیگری می‌توانند در ایجاد تغییرات و تفاوت‌ها در میزان پاسخگویی دانش‌آموزان و معدل کلاس نقش داشته باشد؛ اما نویسنده تلاش نکرده است تا حد امکان این عوامل کمترین تأثیر را بگذارند.

تشریح اندام‌های جانوری و جانوران یکی از جذاب‌ترین بخش‌های آموزش زیست‌شناسی است که یک معلم باهوش می‌تواند از آن به‌عنوان پلی در ایجاد انگیزه و رغبت و علاقهٔ دانش‌آموزان با درس خود بهره گیرد

این عوامل عبارت بودند از:

- فاصلهٔ زمان تدریس تا انجام تشریح قلب (ما سعی کردیم حدالامکان در همهٔ کلاس‌ها یک جلسه به تدریس سخنرانی و یک جلسه نیز به تشریح و توضیحات مربوطه اختصاص داده شود.)
- نحوهٔ انجام تشریح قلب (در همهٔ کلاس‌ها توسط معلم و هم توسط دانش‌آموزان در گروه‌های ۶ نفره انجام شد.)
- امکانات به‌کار رفته در هنگام تشریح و تعداد قلب مورد استفاده (با وجود نبود امکانات در مدرسهٔ دولتی با همکاری مدارس دیگر از کیت تشریح استفاده شد).
- نحوهٔ برگزاری آزمون و اطلاع دانش‌آموزان از آزمون (آزمون در پایان فصل دستگاه گردش مواد و بدون اطلاع دانش‌آموزان از اینکه مقایسه خواهند شد، انجام گرفت و سؤالات به طور یکسان انتخاب شد).
- امکانات آزمایشگاهی دیگر (این امکانات شامل موارد بسیاری است. از جمله فضای آزمایشگاه که در دو مدرسهٔ دولتی و نمونهٔ دولتی یکسان نبود؛ اما با توجه به اینکه برای تشریح تجهیزات آزمایشگاهی زیادی لازم نیست و در مدرسه دولتی تشریح در کلاس درس انجام شد).

نمونهٔ سوالات آزمون

- چگونه می‌توان بطن راست و چپ را در قلب تشخیص داد؟
- محل قرارگیری دریچه‌های دولختی و سه لختی را بنویسید و چگونگی پیدا کردن آن‌ها را در نمونهٔ واقعی بیان کنید؟
- انواع ماهیچه‌های قلب را نام ببرید.

منابع

۱. شعبانی، حسن(۱۳۷۸). مهارت‌های آموزشی وپرورشی (روش‌ها وفنون تدریس). جلد اول. انتشارات سمت.
۲. سیف، علی اکبر(۱۳۸۷). اندازه گیری، سنجش و ارزشیابی آموزشی. ویرایش چهارم. نشر دوران.
3.www.zibaweb.com

نقدی بر فعالیت‌های تجربی در آزمایشگاه زیست‌شناسی مدارس

رضا مقدسی
دبیر زیست‌شناسی
دانشجوی دکترای نوروفیزیولوژی دانشگاه شهید چمران
ghr.moghaddasi@gmail.com

کلیدواژه‌ها: آزمایشگاه، زیست‌شناسی، فعالیت‌های تجربی.

مقدمه

آموزش مبتنی بر تجربه در آزمایشگاه و طبیعت، بخش تفکیک‌ناپذیر آموزش علوم زیستی در مدارس و دانشگاه‌هاست؛ ولی عوامل مختلفی باعث عدم استقبال دبیران زیست‌شناسی از آموزش‌های تجربی و گرایش به آموزش‌های کاملاً نظری و شفاهی شده است.

بدون شک، روند احیای فرایند آموزش صحیح زیست‌شناسی به کمک امکانات آزمایشگاهی، باید بخش مهمی از برنامه‌های آموزشی حال و آینده کشور باشد. بنابراین، با توجه به اینکه کشور ما به دنبال دست یافتن به قله‌های علم و دانش و فنون علمی پیشرفته است، اهمیت آموزش تجربی و امکانات آزمایشگاهی صد چندان می‌شود.

البته گاه بسیاری از دبیران زیست‌شناسی، ضعف سخت‌افزاری و یا فقدان امکانات آزمایشگاهی مناسب را دلیل اصلی محدودیت آموزش تجربی در آزمایشگاه معرفی می‌کنند؛ ولی در واقع، مواد و وسایل آزمایشگاهی (هر چند محدود) بسیاری از مدارس و پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی برای انجام انبوهی از فعالیت‌های آموزشی تجربی مناسب است.

به علاوه، طبیعت غنی و متنوع ایران، آزمایشگاه بزرگ و گسترده‌ای است که فراروی ما به ودیعه نهاده شده و شناخت کامل و معرفی شایستهٔ آن وظیفه همهٔ دست‌اندرکاران آموزش، به‌ویژه دبیران زیست‌شناسی است که به‌طور تخصصی و اصولی به این امر مهم همت گمارند.

بنابراین، با وجود اختلاف موجود بین امکانات آموزشی آزمایشگاهی در مدارس کشور، دلایل نرم‌افزاری و فرهنگی (که نقش مهم‌تری نیز دارند) در عدم استقبال و استفاده از آزمایشگاه‌ها مؤثر است. از طرف دیگر، تغییر برنامهٔ آموزشی از ترمی-واحدی به سالی واحدی، با حذف واحد درسی آزمایشگاه زیست‌شناسی و برگزاری نامناسب و در نهایت لغو کلیهٔ مسابقات آزمایشگاهی ضربهٔ نهایی را بر پیکر فعالیت‌های آزمایشگاهی مدارس وارد کرده است.

امیدواریم دبیران علوم پایه، در فرصت پیش آمده در نتیجهٔ اجرای سند تحول بنیادین آموزش‌وپرورش و برنامهٔ جدید آموزشی این ضعف و نقص اساسی را برطرف کنند.

روند احیای فرایند آموزش صحیح زیست‌شناسی به کمک امکانات آزمایشگاهی، باید بخش مهمی از برنامه‌های آموزشی حال و آینده کشور باشد

جایگاه آموزش تجربی در زیست‌شناسی

در این نوشته سعی کرده‌ایم به معرفی امکانات آزمایشگاهی مورد نیاز برای آموزش زیست‌شناسی بپردازیم که در بسیاری از آزمایشگاه‌های مدارس و پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی وجود دارد. توصیه می‌شود دبیران محترم زیست‌شناسی سیاههٔ فعالیت‌های کتب درسی را با امکانات آزمایشگاه مدرسه یا پژوهش‌سرای دانش‌آموزی منطقهٔ خود تطبیق دهند، تا صحت این مدعا ثابت شود. بدون شک، ادعای وجود امکانات کافی و مناسب در همهٔ آزمایشگاه‌های زیست‌شناسی، در همهٔ مدارس ایران غیرمنطقی و نادرست است. در برخی از مناطق ایران کمبودهای جدی از نظر امکانات و فضاهای آموزشی وجود دارد؛ ولی مسئله‌ای که اینجانب را تشویق به نوشتن این مقاله کرده است، مشاهدهٔ حجم زیاد امکانات آزمایشگاهی در بعضی از مدارس و پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی است که عدم استفاده و رسیدگی کافی، باعث فراموشی آن‌ها از ذهن معلمان و دانش‌آموزان شده است. بنابراین، در صورتی که به دنبال آموزش مؤثر و کارآمد علوم زیستی هستیم، باید با برنامه‌ریزی دقیق زمینهٔ استفادهٔ جدی از آزمایشگاه‌های مدارس را در چارچوب برنامهٔ جدید آموزش زیست‌شناسی فراهم کنیم. در این صورت خواهیم توانست آموزشی را پایه‌گذاری کنیم که منجر به تغییر واقعی رفتارهای زیستی دانش‌آموزان و نجات محیط زیست کشور شود. چنین دانش‌آموزانی:

- همهٔ موجودات زنده را مخلوق خداوند یکتا می‌دانند. لذا ضمن تدبر در آفرینش و تلاش در جهت کشف اسرار دنیای زنده، در ایمان به وحدانیت و عظمت آفریدگار مصمم‌تر می‌شوند.
- ضمن یادگیری مفاهیم تئوری زیست‌شناسی، بهداشت فردی و عمومی را به‌خوبی می‌شناسند و بدان عمل می‌کنند.
- محیط زیست ایران و جهان را می‌شناسند، راهکارهای لازم علمی را برای حفظ آن می‌دانند و بدان عمل می‌کنند.
- گونه‌های مختلف موجودات زنده، به‌ویژه انواع بومی و در معرض خطر را می‌شناسند و ضمن احترام به طبیعت، برای شکار و حذف آن‌ها نیز اقدام نمی‌کنند
- عوامل سازندهٔ اکوسیستم‌ها را به‌خوبی می‌شناسند و نقش عوامل مخرب را در تخریب لایهٔ اوزن، آلودگی خاک، آلودگی آب، گرمایش زمین و کمبود آب می‌دانند و در جهت کاستن این مشکلات همت می‌گمارند.
- در صورتی که تحصیلات دانشگاهی مرتبط با علوم زیستی نیز نداشته باشند، به‌عنوان شهروندانی وظیفه‌شناس و انسان‌هایی مسئولیت‌پذیر به دنبال حفظ و احیای منابع طبیعی اکوسیستم‌ها و تحویل سالم آن‌ها به نسل‌های آینده‌اند و می‌دانند که شاید هیچ مکان دیگری، به‌جز کره زمین، برای زندگی دوباره در جهان یافت نشود. بنابراین، حفظ همهٔ امکانات طبیعی را وظیفهٔ اخلاقی و انسانی خود می‌دانند.

> حجم زیاد امکانات آزمایشگاهی در بسیاری از مدارس و پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی و عدم استفاده و رسیدگی کافی، باعث فراموشی آن‌ها از ذهن معلمان و دانش‌آموزان شده است

فعالیت‌ها و امکانات مورد نیاز برای آزمایشگاه زیست‌شناسی مدرسه

- **آموزش روش علمی و پژوهش در علوم زیستی:** به منظور آشنایی دانش‌آموزان با روش پژوهش در علوم زیستی و تغییر نگرش دانش‌آموزان به جنبه‌های کاربردی علوم نیاز جدی به آموزش روش علمی و طراحی آزمایش‌های عملی است. همچنین، تحلیل و تفسیر نتایج و داده‌های به دست آمده از آزمایش‌ها امری لازم و کاربردی در روش علمی است. دانش‌آموزان به تدریج یاد می‌گیرند که انجام بسیاری از فعالیت‌های آزمایشگاهی حتی در منزل و طبیعت نیز امکان‌پذیر است. در صورت ایجاد علاقه و انگیزهٔ یادگیری عملی و کاربردی علوم، بسیاری از معضلات دانش‌آموختگان فعلی دانشگاه‌ها نیز در آینده مرتفع می‌شود.
- **مولاژها و مدل‌های زیستی:** ابزارهای مناسب، ارزان و قابل حمل برای آموزش مفاهیم انتزاعی در کلاس درس‌اند. در گذشته، بسیاری از این ابزارها از خارج از کشور خریداری و وارد می‌شد؛ ولی امروزه، با همت علاقه‌مندان به آموزش‌وپرورش، انواع بسیار مناسب و با کیفیتی در داخل کشور تولید می‌شود. به‌علاوه، با شناسایی دانش‌آموزان مستعد و علاقه‌مند، می‌توان نمونه‌های ساده و کاربردی را به کمک آن‌ها طراحی و تولید کرد. علاقهٔ دانش‌آموزان به درس زیست‌شناسی و انگیزهٔ یادگیری آن‌ها در ضمن این فعالیت افزایش چشم‌گیری می‌یابد.
- **نمونه‌های زنده:** این نمونه‌ها شامل جانوران تاکسیدرمی شده و گیاهان خشک شده است که اغلب به کمک دانش‌آموزان تهیه می‌شوند. البته از الکل یا فرمالین ۷ درصد نیز می‌توان به‌عنوان ثابت‌کننده و محافظت‌کنندهٔ نمونه‌های

جانوری استفاده کرد. آموزش روش صحیح جمع‌آوری نمونه‌های زنده، ضمن آشنایی دانش‌آموزان با فون و فلور هر منطقه، گنجینهٔ ارزشمندی برای آموزش مفاهیم زیستی در اختیار دبیران زیست‌شناسی قرار می‌دهد. دقت کنیم که بسیاری از گونه‌های بومی ایران در خطر انقراض و نابودی همیشگی قرار دارند. لذا، با شناخت و آگاهی کامل از خطرات احتمالی که برخی گونه‌ها را تهدید می‌کند، به تهیه و تاکسیدرمی نمونه‌های زنده اقدام کنیم. در بازدیدهای علمی از طبیعت، دانش‌آموزان را به جمع‌آوری نمونه‌های سنگواره‌ای که تاریخ حیات هستند، تشویق کنیم.

- **چارت‌های آموزشی(نگاره):** امروزه شرکت‌های متعددی در زمینهٔ تهیهٔ تصاویر مناسب آموزشی فعالیت می‌کنند. ولی به کمک اینترنت و با در اختیار داشتن چاپگرهای حرفه‌ای می‌توان تصاویر مناسبی برای آموزش جذاب و اثربخش زیست‌شناسی را به کمک دانش‌آموزان تهیه کرد.
- **دستگاه‌های اسلاید، اورهد، اُپک، ویژولایزر و دیتاپروژکتور:** شاید خیلی از دانش‌آموزان و حتی دبیران جوان‌تر، برخی از این دستگاه‌ها را ندیده باشند؛ ولی در گذشته‌های نه چندان دور، در اغلب مدارس استفاده از دستگاه اسلاید و نمایش بصری تصاویر، به شدت مورد استقبال دانش‌آموزان قرار می‌گرفت. امروزه، در اکثر مدارس حداقل یک دستگاه دیتاپروژکتور (ثابت یا متحرک) و رایانه یافت می‌شود که می‌توانند به تدریس جذاب و ماندگار کمک کنند.
- **ابزارهای آزمایشگاهی به‌ویژه میکروسکوپ و استریوسکوپ (لوپ):** میکروسکوپ یا ریزبین، از بیش از سه سدهٔ گذشته راه ما را به درون سلول هموار کرده است. امروزه، ریزبین نقش ارزنده‌ای در یادگیری بسیاری از فعالیت‌های درسی زیست‌شناسی دارد. ممکن است در مدرسهٔ شما، نمونه‌های قدیمی‌تر و ابتدایی‌تر میکروسکوپ نیز وجود داشته باشد که بسیار ارزشمندند و البته عتیقه محسوب می‌شوند. نکتهٔ مهم این است که دانش‌آموز در ابتدا، روش استفاده و تعهد اخلاقی به مراقبت جدی از میکروسکوپ نوری معمولی آزمایشگاه مدرسه را به‌خوبی یاد بگیرد. حال، اگر میکروسکوپ جدیدتری در اختیار داشتید، بزرگ‌نمایی بیشتر و البته تصاویر بهتری دارید؛ ولی هیچ گاه امکانات آزمایشگاه مدرسه را از رده خارج یا بی‌ارزش معرفی نکنید، هرچند قدیمی باشند. در این صورت، دانش‌آموزان توجه کافی در مراقبت از آن‌ها نخواهند داشت. در صورت امکان، به تعمیر خرابی‌های میکروسکوپ مدرسه اقدام کنید. از تخصص دانش‌آموزان علاقه‌مند در این زمینه استفاده کنید. میکروسکوپ‌های قدیمی، ما را با تاریخ علم آشنا می‌کنند.
- **مجموعه لام (کوپ)های میکروسکوپی:** برای آموزش مفاهیم پایه، مانند سلول‌شناسی، بافت‌شناسی و آشنایی با تک‌سلولی‌ها نیاز جدی به استفاده نمونه‌های آماده وجود دارد. در غیر این صورت، می‌توان به راحتی بسیاری از نمونه‌های میکروسکوپی زیستی را در مدرسه تهیه یا از شرکت‌های داخلی خریداری کرد. با وجود اینکه نمونه‌های گیاهی به راحتی آماده می‌شوند؛ ولی مراحل آماده‌سازی نمونه‌های جانوری، اغلب وقت‌گیر و پرهزینه است و نیاز به استفاده از ابزار و مهارت خاص دارد. در این زمینه و در صورت تمایل، می‌توانید به مقاله هیستوتکنیک نگارنده که در شمارهٔ ۳ بهار ۱۳۹۰ رشد آموزش زیست‌شناسی چاپ شده است، مراجعه و اطلاعات جامعی دریافت کنید.
- **مجموعه وسایل تشریح جانوران و گیاهان:** تشریح جانوران نیاز به آموزش و مهارت‌های خاص دارد. رعایت اصول اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی نیز از ضروریات است. نباید، بدون رعایت استانداردهای تکنیکی (فنی) و اخلاقی به این امر مبادرت کرد. البته تهیه مجموعه وسایل تشریح برای دانش‌آموزان تجربی، شوق یادگیری را در آن‌ها چند برابر

رعایت اصول اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی از ضروریات است. نباید، بدون رعایت استانداردهای تکنیکی(فنی) و اخلاقی به این امر مبادرت کرد

می‌کند. مشارکت دانش‌آموزان در تهیه و تشریح نمونه‌های زنده خاطره‌ای به یاد ماندنی از درس زیست‌شناسی ایجاد می‌کند.

- **مواد و وسایل آزمایش‌های بیوشیمی:** بسیاری از فعالیت‌های زیست‌شناسی مانند شناسایی قندها، چربی‌ها و غیره نیاز به استفاده از معرف‌ها و محلول‌های خاص دارد. اصول کار با مواد شیمیایی در این زمینه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دانش‌آموزان در ضمن کار، با اصول علم بیوشیمی آشنا می‌شوند و ارتباط بین علم شیمی و زیست‌شناسی را به صورت عملی فرا می‌گیرند.
- **امکانات انجام آزمایش‌های ساده:** در اغلب مدارس ما امکانات مناسبی برای انجام فعالیت‌های سادهٔ آزمایشگاهی مانند تعیین گروه خونی، مشاهدهٔ سلول بشرهٔ پیاز، مشاهدهٔ آوندها، مشاهدهٔ بافت پوششی دهان، تهیهٔ مقطع ساقه و ریشه گیاهان و غیره وجود دارد. حتی می‌توان این فعالیت‌ها را در کلاس درس اجرا کرد. البته، حضور در آزمایشگاه، با رعایت مقررات لازم و آموزش اصول مشاهده و گزارش‌نویسی از جذابیت‌های خاص محسوب می‌شوند؛ ولی با توجه به محدودیت‌های مختلف، مانند زمان و امکانات می‌توان جلسهٔ تدریس را با نمایش عملی آزمایش همراه کرد. بنابراین، با رویکرد فعال به مشارکت فعال دانش‌آموزان در فرایند یاددهی-یادگیری تأکید می‌شود.

فعالیت‌های پیشنهادی به دانش‌آموزان علاقه‌مند به زیست‌شناسی

- **مدل‌سازی و دست‌ساخته‌های زیستی:** طراحی و ساخت نمونه‌های زیستی مانند سلول و اجزای آن، تک سلولی‌ها و...
- ساخت ابزار و وسایل فنی با الگوبرداری از طبیعت
- **آشنایی با حیطه‌های جدید علوم زیستی:** مانند مهندسی ژنتیک، زیست‌فناوری، علوم شناختی و ..
- **معرفی جشنواره‌ها و مسابقات زیستی به دانش‌آموزان:** مانند مسابقهٔ بین‌المللی حقایق مغز، جشنواره ملی زیست‌فناوری، جشنواره بین‌المللی خوارزمی، مسابقهٔ ملی سلول‌های بنیادی، المپیاد بین‌المللی زیست‌شناسی
- **برگزاری کارگاه و سمینارهای آموزشی در مدرسه:** مانند تشریح حیوانات و اندام‌های جانوری و گیاهی
- مسابقه تشریح و تهیهٔ نمونه‌های زنده
- تهیهٔ فیلم و عکس‌های زیستی(ماکروسکوپی و میکروسکوپی)
- آزمایشگاه مجازی زیست‌شناسی
- بازدیدهای علمی از مراکز علمی، پارک‌های حیات‌وحش، مناطق حفاظت شده و موزه‌های تاریخ طبیعی
- تشکیل انجمن‌های علمی زیست‌شناسی و گروه‌های علمی
- معرفی محیط زیست ایران و نمونه‌های بومی جانوری و گیاهی
- فعالیت‌های مرتبط با مسابقه آزمایشگاه و المپیاد زیست‌شناسی

منابع پیشنهادی برای استفاده در آزمایشگاه زیست‌شناسی

- درویش، جمشید؛ اطلس تشریح مهره‌داران، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۸
- مجموعه کتب آزمایشگاه‌های زیست‌شناسی، انتشارات دانشگاه پیام نور(مجموعه کامل شامل همه عناوین آزمایشگاه زیست‌شناسی است.)
- کتاب آزمایشگاه زیست‌شناسی مراکز تربیت معلم، آموزش‌وپرورش
- مجد، احمد؛ آزمایشگاه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی، دانشگاه اراک، ۱۳۸۹

بررسی وضعیت تربیت زیست‌محیطی در مدارس

(نمونهٔ موردی مدارس متوسطهٔ شهر ایلام)

نویسنده: احمد اندوز
کارشناس ارشد آموزش محیط زیست
دبیر زیست‌شناسی ایلام

چکیده

این تحقیق به بررسی وضعیت تربیت زیست‌محیطی در مدارس مقطع متوسطهٔ دوم شهر ایلام در سال تحصیلی ۹۷-۱۳۹۶ پرداخته است. اطلاعات لازم با مشاهده، مصاحبه و پرسش‌نامه از اولیای مدرسه و دانش‌آموزان جمع‌آوری و تحلیل شد و نتایج حاصل از تحقیق، حاکی از آن است که هیچ کدام از ۲۰ نمونه مدرسهٔ شهر ایلام برای تربیت زیست‌محیطی برنامه‌ریزی منسجم ندارند و عملکرد آموزش زیست‌محیطی در مدارس، کم و ناچیز است.

بیش از نیمی از دانش‌آموزان آگاهی و نگرش زیست‌محیطی متوسط به بالا دارند و ۱۹/۵ درصد دانش‌آموزان همیشه، ۳۴/۵۵ درصد معمولاً رفتار زیست‌محیطی نشان می‌دهند. البته، این وضعیت در هنرستان‌های فنی و کاردانش پایین‌تر است و بیشتر دانش‌آموزان از تلویزیون، خانواده و رسانه‌های گروهی کسب اطلاعات کرده‌اند. در پایان نیز راهکارهایی برای بهبود وضعیت تربیت زیست‌محیطی در مدارس ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها: سند تحول بنیادین، مدرسه، تربیت زیست‌محیطی، حفاظت محیط زیست.

۱. مقدمه

هدف آموزش‌وپرورش، تربیت دانش‌آموز در همهٔ ساحت‌های شش‌گانه: دینی و اخلاقی، سیاسی و اجتماعی، زیستی و بدنی، هنری و زیبایی‌شناختی، اقتصادی و حرفه‌ای و نیز علمی و فناوری است. ساحت تربیت زیستی بخشی از جریان تربیت رسمی و عمومی کشور است و شامل مراقبت از محیط زیست، مدیریت بحران و آمادگی دفاعی، مهارت زندگی و غیره است. و اهمیت آموزش این ساحت تربیتی در مدارس برای این است که دانش‌آموزان توانایی درست زندگی کردن و قدرت آفرینش محیط زیست و حفاظت از آن را داشته باشند. در استان ایلام حدود یک دهه است خشک‌شدن و آتش‌سوزی جنگل‌های بلوط، خشک‌سالی و ریزگردهای تابستانه و پاییزه، آلودگی آب‌ها، شکار بی‌رویه و نابودی تنوع زیستی، دفع غیربهداشتی زباله، به‌عنوان مسائل جدی محیط زیست در آمده است.

متأسفانه، چرخهٔ ناسالم آموزشی (آموزش سطحی، نمره‌محوری و مدرک‌سالاری) باعث پایین‌آمدن کیفیت آموزشی و تربیتی در مدارس شده و مدرسه نتوانسته است یادگیری را با ارزش‌های دینی، اجتماعی، سیاسی، اخلاقی و زیست‌محیطی جامعه تلفیق کنند (رفیع پور، ۱۳۷۶).

در بررسی پیشینهٔ تحقیق، در مطالعات صادق صالحی و زهرا قائمی (۱۳۹۲) که رابطهٔ آموزش زیست‌محیطی و رفتارهای حفاظت از محیط زیست در دورهٔ متوسطه را بررسی کرده‌اند به این نتیجه رسیده‌اند که دانش زیست‌محیطی دانش‌آموزان کم است و آموزش نتوانسته است در رفتار زیست‌محیطی آن‌ها تأثیری داشته باشد. نتایج تحقیق سیدمحمد شبیری (۱۳۸۹) در مطالعهٔ نیازسنجی آموزشی

متأسفانه، چرخهٔ ناسالم آموزشی (آموزش سطحی، نمره‌محوری و مدرک‌سالاری) باعث پایین‌آمدن کیفیت آموزشی و تربیتی در مدارس شده است

دانش‌آموزان و دبیران مقطع راهنمایی در زمینهٔ محیط زیست، حاکی از آن است که دانش‌آموزان و دبیران نیاز به کسب دانش بیشتری دارند. در مطالعات رفیعی‌نژاد (۱۳۸۸) و منصور شاه‌ولی (۱۳۸۹) نیز به این نتیجه رسیده‌اند که آگاهی زیست‌محیطی بر نگرش زیست‌محیطی دانش‌آموزان اثر گذاشته و در نهایت منجر به رفتارهای مسئولانه نسبت به محیط زیست شده است.

با توجه به بررسی‌های انجام شده بیشتر محققان رابطه آموزش زیست‌محیطی و رفتار زیست‌محیطی را تأیید کرده‌اند؛ ولی نظام آموزشی مدارس نیز برنامه‌ای برای تربیت فرهنگ زیست‌محیطی ندارد.

این پژوهش به بررسی میزان عملکرد تربیت زیست‌محیطی مدارس مقطع متوسطهٔ دوم شهر ایلام می‌پردازد و درصدد پاسخ به این سؤالات است:

- آیا دانش‌آموزان در محیط زیست رفتار درست انجام می‌دهند؟
- آیا در برنامهٔ آموزشی مدرسه و معلمان به تربیت زیست‌محیطی توجه می‌شود؟
- راهکارهای افزایش نقش مدرسه برای تحقق ساحت تربیت زیست‌محیطی چیست؟

هیچ کدام از ۲۰ نمونه مدرسهٔ شهر ایلام، برنامه‌ریزی برای تربیت زیست‌محیطی ندارند

۲. روش تحقیق

پژوهش فوق از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی است. پس از مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی پیشینه و ادبیات تحقیق، چارچوب تحقیق تعیین شد و سپس جامعهٔ آماری آن شامل ۶۷ مدرسه اعم از دبیرستان و هنرستان دخترانه و پسرانه با ۷۲۳۱ دانش‌آموز شهر ایلام مشخص و بر اساس فرمول کوکران، حجم نمونه دانش‌آموزان ۳۷۰ نفر و تعداد ۲۰ مدرسه تعیین شد و متغیرهای قابل اندازه‌گیری مشخص و ۲ نمونه پرسش‌نامه برای مدیران و دانش‌آموزان تنظیم شد. روایی پرسش‌نامه با استفاده از نظرات افراد صاحب‌نظر تأیید شد و پایایی پرسش‌نامه با استفاده از آلفای کرونباخ برای کل پرسش‌نامه‌ها برابر ۸۵ درصد است. در نهایت داده‌ها با استفاده از spss مورد تحلیل قرار گرفت.

نتایج این پژوهش نشان داد که دانش‌آموزان متوسطه، از نظر آگاهی زیست‌محیطی در سطح متوسط به بالا هستند

۳. متغیرهای تحقیق

۳.۱. آموزش زیست‌محیطی: فرایند شناخت ارزش‌ها و روشن ساختن مفاهیم است. برای اینکه مهارت و نگرش لازم برای درک و قدردانی از روابط درونی بشر فرهنگ و بیولوژیک اطراف او حاصل شود (صالحی، ۱۳۹۲). برای سنجش آن، از ۱۳ گویه استفاده شده است.

۳.۲. آگاهی زیست‌محیطی: یعنی میزان اطلاعات فرد در مورد مسائل زیست‌محیطی و عوامل مؤثر در گسترش آن و شناخت از چگونگی رفتار برای بهبود این معضلات است. برای سنجش آن، از ۹ گویه استفاده شده است.

۳.۳. نگرش زیست‌محیطی: به نظر بلوم «به مجموعهٔ احساسات خوشایند، یا ناخوشایند در مورد ویژگی‌های محیط فیزیکی یا مسائل مرتبط با آن نگرش زیست محیطی گویند». برای سنجش نگرش از ۱۰ گویه استفاده شده است.

۳.۴. رفتار زیست‌محیطی: به اعمال واضح و قابل مشاهده‌ای اشاره دارد که توسط فرد و در پاسخ به محیط زیست انجام می‌شود (صالحی، ۱۳۹۲). برای سنجش آن از ۱۴ گویه استفاده شده است.

۳.۵. منبع کسب آگاهی: برای سنجش منبع کسب آگاهی زیست‌محیطی دانش‌آموزان از منابع (خانواده، تلویزیون و رسانه‌های گروهی، مدرسه، کلاس درس، انجمن‌های سبز) استفاده شده است.

۴. یافته‌های پژوهش

الف. نتایج حاصل از بررسی اسناد و برنامهٔ آموزشی مدارس و گروه‌های آموزشی شهرستان ایلام در سال تحصیلی جاری، حاکی از این است که هیچ کدام از ۲۰ نمونه مدرسهٔ شهر ایلام، برنامه‌ریزی برای تربیت زیست‌محیطی ندارند و نتایج مصاحبه با سرگروه‌های آموزشی این شهرستان آن است که بیشتر دبیران با روش تدریس سنتی و در سطوح پایین‌شناختی آموزش می‌دهند. نتایج عملکرد آموزش زیست‌محیطی مدارس نشان داد که همهٔ مدارس، عملکرد کم تا متوسط دارند. هیچ کدام از مدارس اقدام مؤثری در مورد تشکیل انجمن‌های همیار محیط زیست، کلاس‌های فوق برنامهٔ زیست‌محیطی، شرکت دانش‌آموزان در ایام خاص زیست‌محیطی، تفکیک زباله و بازیافت نداشته‌اند و البته این وضعیت در هنرستان‌های فنی و کاردانش ضعیف‌تر است.

ب. نتایج حاصل از پرسش‌نامه بررسی میزان آگاهی زیست‌محیطی نشان داد که ۱۰ درصد از کل دانش‌آموزان اصلاً هیچ آگاهی زیست‌محیطی ندارند، ۱۸ درصد دارای آگاهی کم و ۳۳ درصد دارای آگاهی متوسط و ۳۹ درصد دارای آگاهی زیادی هستند. بنابراین، بیش از نیمی از دانش‌آموزان به مسائل زیست‌محیطی آگاهی نسبتاً متوسط به بالا دارند. البته این وضعیت در هنرستان‌های

فنی و کاردانش ضعیف‌تر است.

ج. در بررسی وضعیت نگرش دانش‌آموزان نسبت به محیط زیست نشان داد که ۱۲ درصد از دانش‌آموزان، نگرشی مثبت و ۶۳/۶درصد نگرشی موافق دارند و بیش از ۲۵درصد نگرش مخالف زیست‌محیطی دارند. پس می‌توان گفت نگرش دانش‌آموزان متمایل به سمت تفکر زیست‌محیطی است. البته وضعیت نگرش زیست‌محیطی در هنرستان‌های فنی و کاردانش از دبیرستان از سطح پایین‌تری برخوردار است.

د. نتایج سنجش رفتار زیست‌محیطی دانش‌آموزان نشان داد که ۱۹/۵درصد همیشه، ۳۴/۵۵درصد معمولاً ۲۹/۹۵درصد بعضی وقت‌ها و ۹/۹درصد به ندرت و ۶/۱درصد اصلاً، رفتار زیست‌محیطی داشته‌اند. این وضعیت رفتاری دانش‌آموزان حاصل سطح آگاهی و نگرشی آن‌هاست. البته، ۵۰ درصد رفتار غیرزیست‌محیطی دانش‌آموزان، مشکل بزرگی است که در تحقیقات دیگر هم اثبات شده است.

هـ. نتایج بررسی دیدگاه دانش‌آموزان در خصوص منابع کسب اطلاعات زیست‌محیطی حاکی از این است که نقش تلویزیون و رسانه‌های گروهی در کسب آگاهی دانش‌آموزان تا ۴۷/۵ درصد و خانواده با ۳۵ درصد در رتبهٔ دوم و در آخر مدرسه و دبیران در حد کمتر از ۱۷/۵ درصد است؛ ولی هیچ کدام از پاسخ‌گویان اشاره‌ای به نقش انجمن سبز در مدرسه نکرده‌اند.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج این پژوهش نشان داد که دانش‌آموزان متوسطه، از نظر آگاهی زیست‌محیطی در سطح متوسط به بالا هستند و این در نگرش و باور دانش‌آموزان مؤثر و دانش‌آموز را به رفتار زیست‌محیطی تا حد متوسط سوق داده است. با توجه به نتایج تحقیقات انجام شده، آگاهی زیست‌محیطی بر نگرش زیست‌محیطی دانش‌آموزان اثر گذاشته و در نهایت منجر به رفتارهای مسئولانه نسبت به محیط زیست شده است.

نتایج دیگر پژوهش این است که بیشتر مدارس از وضعیت تربیت زیست‌محیطی ضعیفی برخوردارند و عملکرد مناسبی ندارند و وضعیت هنرستان‌ها ضعیف‌تر است. عملکرد متوسط دانش‌آموزان حاصل تأثیر تبلیغات رسانه‌ها یا خانواده و غیره است در زمینهٔ تربیت زیست‌محیطی ندارند و برای درک علت ناکارآمدی تربیت زیست‌محیطی در مدارس و عملکرد خیلی ضعیف در هنرستان‌ها پیشنهاد می‌شود پژوهش و آموزش‌های زیر انجام پذیرد.

عملکرد متوسط دانش‌آموزان حاصل تأثیر تبلیغات رسانه‌ها یا خانواده و غیره است

- مدیران مدارس با ساحت‌های شش‌گانه تربیت سند تحول آشنا شوند.
- برنامهٔ تربیت زیست‌محیطی در قالب برنامهٔ آموزشی سال تحصیلی تلفیق شود.
- دبیران در طراحی درس روزانه باید اهداف یادگیری را در سطوح شناختی، عاطفی و مهارتی رعایت کنند.
- مدارس باید فضای خود را به (فضای سبز، شیشهٔ دوجداره ...) به لامپ کم‌مصرف، شیرآب حسی، تابلو هوشمند کاهش مصرف مواد و انرژی، سطل‌های تفکیک زباله و غیره مجهز کنند.
- برگزاری اردوهای طبیعی ـ تفریحی (برای پاک‌سازی محیط، درخت‌کاری و غیره)،
- استفاده از حمل‌ونقل عمومی برای جابه‌جایی دانش‌آموزان در مدرسه،
- آموزش اصول تغذیهٔ سالم در مدرسه (تجربهٔ استفاده از گیاهان غذایی در مدرسه و معرفی آن به همکلاسی‌ها)،
- آموزش زیست‌محیطی برای خانواده‌ها (بهره‌مندی درست از منابع انرژی، نان، آب، وسایل حمل‌ونقل عمومی)،
- انجام مهارت‌های امداد و نجات برای مقابله با حوادث غیرمترقبه (زلزله، سیل و غیره)،
- آگاهی رسانی در وبلاگ‌ها، نصب تبلیغات زیست‌محیطی در تابلوهای اعلانات، تهیهٔ کاتالوگ و بروشور اطلاع رسانی
- سازماندهی دانش‌آموزان در قالب طرح محیط‌یار، طرح درخت‌کاری و پاک‌سازی طبیعت و حمایت از محیط‌بانان

منابع

۱. پورهادی؛ پ (۱۳۹۳)، برگزاری نشست توانمندسازی شبکه مدارس پیوسته به یونسکو در ایران در خدمت اهداف توسعه پایدار.
۲. شاعری؛ ع، علیرضا؛ ر (۱۳۹۱) قوانین، مقررات، ضوابط و استانداردهای محیط زیست انسانی، تهران: سازمان حفاظت محیط زیست.
۳. صالحی؛ ص، قائمی؛ ز (۱۳۹۲) بررسی رابطه آموزش زیست‌محیطی و رفتارهای حفاظت از محیط زیست، فصلنامه آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، شمارهٔ ۵۵ بهار.
٤. کریمی، د؛ (۱۳۹۱) آموزش برای توسعه پایدار مدرسه پایدار، فصلنامه آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، شمارهٔ۱ پاییز.
۵. کی منش؛ م (۱۳۹۱) راهکارهای افزایش نقش دانش‌آموزان در حفظ محیط زیست، دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران.
٦. عبداللهی؛ ع (۱۳۹۱) نیازسنجی آموزش زیست‌محیطی دانش‌آموزان پسر مقطع ابتدایی اصفهان، فصلنامه آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، شمارهٔ۱ پاییز.
۷. عزیزی؛ و، سواری؛ م (۱۳۹۲) تحلیل نگرش دانش‌آموزان پسر دوره متوسطه شهر همدان نسبت به حفاظت از محیط زیست، فصلنامه آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، شمارهٔ٤ تابستان.

ایجاد علاقه به درس زیست‌شناسی با برگزاری کارگاه برای دانش‌آموزان شهرستان درمیان

فاطمه افشاری
مدیر پژوهش‌سرای دانش‌آموزی علامه سعیدی درمیان
دانشجوی دکترای گیاهان دارویی
زهرا زاهدی گل
کارشناس زیست‌شناسی پژوهش‌سرای دانش‌آموزی علامه سعیدی
و سرگروه زیست‌شناسی شهرستان درمیان

چکیده

به منظور ایجاد انگیزه برای یادگیری درس زیست‌شناسی در بین دانش‌آموزان شهرستان درمیان، طی سال تحصیلی۹۶-۹۵ کارگاه‌های متنوع زیست‌شناسی از طرف پژوهش‌سرای علامه سعیدی، در همهٔ مقاطع تحصیلی برگزار شد. یکی از اهداف برگزاری این کارگاه‌ها، دانش‌افزایی و مرتفع کردن اشکالات آموزگاران مقاطع ابتدایی و دبیران متوسطهٔ اول (رشته‌های علوم پایه، غیر از زیست‌شناسی) در خصوص درس زیست‌شناسی بود. با ایجاد فضای دوستانه و صمیمانه ارتباط خوبی بین همکاران مقاطع ابتدایی و متوسطهٔ اول با کارشناسان زیست‌شناسی پژوهش‌سرا برقرار شد که این امر در اجرای موفق این طرح بسیار مؤثر بود. انجام آزمایش‌های متنوع زیست‌شناختی، تشریح اندام‌های مختلف، کار با میکروسکوپ از مهم‌ترین اقدامات انجام شده در کارگاه‌ها به شمار می‌رفت. در این طرح به دلیل درک و فهم عمیق دانش‌آموزان از موضوع‌های زیست‌شناسی و ملموس بودن این آموزه‌ها، یادگیری ماندگارتر بود که باعث گسترش تفکر علمی، کیفیت رفتار، اثربخشی آموزش و مهارت‌های علمی و اجتماعی دانش‌آموزان شد. آموزش‌ها برای دانش‌آموزان بسیار لذت‌بخش بود و موجب افزایش توجه و انگیزهٔ آنان به فراگیری این درس شد.

کلیدواژه‌ها: کارگاه زیست‌شناسی، آموزش معلمان.

آموزش‌ها برای دانش‌آموزان بسیار لذت‌بخش بود و موجب افزایش توجه و انگیزهٔ آنان به فراگیری این درس شد

اغلب آموزگاران مقطع ابتدایی دانش‌آموختهٔ رشته‌های علوم انسانی هستند و در تدریس مباحث زیست‌شناسی کتاب علوم تجربی مشکلات زیادی دارند

برگزاری این کارگاه‌ها توسط کارشناس زیست‌شناسی مرکز، در معرفی بهتر این علم به دانش‌آموزان مقاطع ابتدایی و متوسطهٔ اول کمک شایانی کرد

مقدمه

طی سال‌های اخیر، بهره‌گیری از روش‌های خلاق با هدف بهبود کیفیت آموزش در مدارس، موجب تحولات وسیع شده است.روش‌های خلاقانهٔ تدریس با به همراه آوردن فرصت‌های مناسب در جهت استعدادها و علایق شخصی دانش‌آموزان، به بهبود نظام آموزشی مدارس کمک می‌کند. با وجود فناوری‌های جدید و فراهم شدن فرصت‌های مناسب در جهت کمک به استعدادها و علایق شخصی دانش‌آموزان،متأسفانه در عمل آموزش زیست‌شناسی در برخی مناطق محروم به دلیل کمبود امکانات و عدم حضور دبیران تخصصی با مشکلاتی مواجه بوده است. شهرستان مرزی درمیان در شرقی‌ترین نقطهٔ ایران، در استان خراسان جنوبی، دارای مرز مشترک با شهرستان‌های زیرکاوه، بیرجند و سربیشه و از شرق در همسایگی افغانستان قرار دارد. پراکندگی شهرها و روستاهای این شهرستان و همچنین محروم بودن بسیاری از مدارس از حضور دبیران متخصص، دلیل اصلی عدم آشنایی بسیاری از دانش‌آموزان منطقه از مباحث زیست‌شناسی بود. اغلب آموزگاران مقطع ابتدایی دانش‌آموختهٔ رشته‌های علوم انسانی هستند و در تدریس مباحث زیست‌شناسی کتاب علوم تجربی مشکلات زیادی دارند. همچنین برخی از دبیران علوم تجربی متوسطهٔ اول شهرستان دانش‌آموخته

عناوین کارگاه‌های زیست‌شناسی

کارگاه زیست‌شناسی ابتدایی	کارگاه زیست‌شناسی متوسطه اول	کارگاه زیست‌شناسی متوسطه دوم
ـ تشریح قلب، راه‌های حفاظت از قلب ـ تشریح کلیه ـ تشریح ریه	ـ تشریح قلب، راه‌های حفاظت از قلب ـ تفاوت اجزای قلب انسان و گوسفند ـ شناسایی انواع رگ‌ها ـ تشریح ریه و نای و تشخیص شش چپ از راست به‌صورت گروهی، راه‌های حفاظت از ریه تشریح کلیه، راه‌های حفاظت از کلیه	ـ تشریح چشم ـ تشریح قلب ـ تشریح مغز ـ آشنایی با ست‌های تشریح به همراه توزیع جزوهٔ تشریح
ـ آموزش مولاژ دستگاه گوارش ـ مولاژ دندان و شمارش تعداد دندان‌های شیری و دایمی ـ روش‌های حفظ دندان	ـ آموزش مولاژ دستگاه گوارش ـ مولاژ دندان و شمارش تعداد دندان سلامت و بهداشت اجزای دهان	ـ آموزش گوش روی مولاژ ـ مولاژ دستگاه گوارش نشخوارکنندگان مولاژ قلب مولاژ مغز ـ مولاژ دستگاه تناسلی، آموزش مسائل بهداشت جنسی و فردی با توجه به آموخته‌های کتاب ـ گیاهان به‌صورت کامل
ـ تشخیص گروه‌های خونی اصلی روش‌های بهداشت فردی پیشگیری از بیماری ایدز	ـ گردش خون ماهی ـ تشخیص گروه‌های خونی اصلی به‌صورت کامل مثبت و منفی روش‌های بهداشت فردی پیشگیری از بیماری ایدز	ـ گردش خون ماهی ـ تشخیص گروه‌های خونی اصلی به‌صورت کامل مثبت و منفی روش‌های بهداشت فردی پیشگیری از بیماری ایدز
ـ کار با میکروسکوپ ـ نمونه‌برداری از یک سلول بشره پیاز و کشیدن اجزای آن	ـ کار با میکروسکوپ تشخیص سلول گیاهی از جانوری نمونه‌گیری درست از فضای دهان رنگ‌آمیزی نمونه نمونه گیری از بشرهٔ پیاز رنگ‌آمیزی	کار با میکروسکوپ رنگ‌آمیزی ساده و مضاعف نمونه‌گیری از بافت‌های گیاهی محاسبهٔ بزرگ‌نمایی تصاویر در هنگام کار با میکروسکوپ
ـ تشخیص تک‌لپه و دولپه ـ گیاهان، مولاژ گیاه، کاسبرگ و گلبرگ گیاه، تفاوت برگ‌های گیاهان	آماده‌سازی دانش‌آموزان برای حضور در مرحلهٔ استانی جشنوارهٔ نوجوان خوارزمی	آماده‌سازی دانش‌آموزان برای مسابقات آزمایشگاهی
آموزش محیط‌زیست	آموزش محیط‌زیست	آموزش محیط‌زیست

رشته‌های علوم پایه غیر از زیست‌شناسی (شیمی، فیزیک، زمین‌شناسی) هستند و گاه در تدریس مباحث زیست‌شناسی دچار مشکل هستند. برگزاری کارگاه‌های سیار و غیرسیار در پژوهش‌سرا فرصت خوبی برای تبادل تجربیات و اطلاعات در زمینهٔ زیست‌شناسی را برای برخی دبیران علوم تجربی و آموزگاران ابتدایی فراهم کرد. همچنین برگزاری این کارگاه‌ها توسط کارشناس زیست‌شناسی مرکز، در معرفی بهتر این علم به دانش‌آموزان مقاطع ابتدایی و متوسطهٔ اول کمک شایانی کرد.

اقدامات انجام شده برای برگزاری کارگاه زیست‌شناسی

- در اولین اقدام، انجمن زیست‌شناسی درپژوهش‌سرا تشکیل و پس از بیان شرح وظایف اعضا، دبیر انجمن انتخاب و ابلاغ وی صادر شد.
- با حضور سرگروه‌های ابتدایی، علوم تجربی و زیست‌شناسی شهرستان درمیان، جلسه‌ای در سالن کنفرانس ادارهٔ آموزش‌وپرورش درمیان برگزار شد. در این جلسه معضلات و مشکلات موجود در آموزش زیست‌شناسی مورد بررسی قرار گرفت و پس از نیازسنجی از سرگروه‌ها، مقرر شد برای برگزاری کارگاه، تمهیدات لازم از طرف شورای پژوهش‌سرا اتخاذ شود.
- پس از برگزاری جلسات متعدد، هماندیشی با سرگروه‌های آموزشی و اعضای شورای پژوهش‌سرا، برنامهٔ برگزاری کارگاه‌های زیست‌شناسی از طریق بخشنامه به اطلاع مدارس رسید و هماهنگی‌های لازم توسط مدیران متقاضی استفاده از این برنامه، با پژوهش‌سرا انجام شد.
- در نوبت اول سال تحصیلی ۹۶-۹۵ کارگاه‌های سیار با حضور کارشناسان پژوهش‌سرا در دبستان عشایری شهید خسروی آواز شروع شد و ۸ کارگاه در مدارس شهرستان برگزار شد.
- در نوبت دوم سال تحصیلی ۹۶-۹۵ به دلیل حسن اعتماد مدارس به برنامه‌های پژوهش‌سرا، بازدید مدارس از پژوهش‌سرا افزایش یافت و اکثر مدارس برای استفاده از کارگاه زیست‌شناسی به پژوهش‌سرا مراجعه کردند و تا خرداد ۹۶ تعداد ۲۹ کارگاه در این خصوص برگزار شد.

کارگاه‌های زیست‌شناسی

با توجه به پایین بودن آمار دانش‌آموزان شهرستان درمیان (حدود ۱۰۰۰۰ نفر)، همکاران پژوهش‌سرا نهایت تلاش خود را برای برگزاری کارگاه زیست‌شناسی در مدارس انجام دادند. از آنجا که درس زیست‌شناسی در مدارس متوسطهٔ دوم توسط دبیران متخصص تدریس می‌شد، این مدارس جز در موارد خاص نیازی به برگزاری این کارگاه نداشتند و مدارس ابتدایی و متوسطهٔ اول بیشترین استفاده را از این کارگاه‌ها داشتند. آمار کل دانش‌آموزان در سال تحصیلی ۹۶-۹۵ در شهرستان درمیان ۱۰۵۳۰ نفر بود که از این تعداد ۱۱۳۲ نفر از کارگاه‌ها استفاده کردند که می‌توان نتیجه گرفت که حدود ۱۱ درصد از دانش‌آموزان شهرستان دوره‌های برگزار شده از طرف پژوهش‌سرا را گذرانده‌اند. یکی از دلایل عدم استفادهٔ مدارس دیگر از برنامه‌ها بعد مسافت تا پژوهش‌سرا و بی‌انگیزگی مدیران برای استفاده از این‌گونه طرح و برنامه‌ها بود؛ چون با اجرای طرح کارگاه‌های سیار عملاً مشکل بُعد مسافت برای بسیاری از مدارس دور مرتفع شده بود.

کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی برگزار شده برای دانش‌آموزان

آزمایش‌ها و کارگاه‌های جذاب زیست‌شناسی و علوم تجربی و کارگاه‌های زیست‌محیطی برای دانش‌آموزان پایه‌های مختلف تحصیلی طراحی و اجرا شد.

نتیجه‌گیری

در مدارس محروم و فاقد امکانات آزمایشگاهی، می‌توان از ظرفیت‌ها و توانمندی نیروهای پژوهش‌سرا برای ارتقای سطح علمی دانش‌آموزان به نحو احسن بهره برد. با اجرای طرح کارگاه و آزمایشگاه سیار، بسیاری از معضلات آموزشی از جمله کمبود امکانات آزمایشگاهی، بعد مسافت مدارس و عدم دسترسی به دبیران متخصص برطرف می‌شود. پژوهش‌سراها می‌توانند پل ارتباطی قوی بین مقاطع مختلف تحصیلی باشند و با ایجاد ارتباط خوب در جهت دانش‌افزایی همکاران و دانش‌آموزان همه مقاطع مفیدباشند.

پژوهش‌سراها می‌توانند پل ارتباطی قوی بین مقاطع مختلف تحصیلی باشند

پزشکی بازساختی در مدارس کشور

گفت‌وگو با دکتر پیمان کیهان‌ور
رئیس کمیتهٔ علمی المپیاد دانش‌آموزی سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی کشور

کلیدواژه‌ها: سلول‌های بنیادی، المپیاد، پژوهش‌سرای دانش‌آموزی.

المپیاد سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی از سال ۹۴ هر ساله همزمان با سایر المپیادهای رسمی کشور و طبق استانداردهای وزارت آموزش‌وپرورش برگزار می‌شود

چند سال است که المپیاد سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی در مدارس کشور برگزار می‌شود. این المپیاد در این چند سال پیشرفت‌ها و دستاوردهایی داشته است. برای آگاهی بیشتر در خصوص این المپیاد و فعالیت‌های دیگر پیرامونی آن با دکتر پیمان کیهان‌ور رئیس کمیتهٔ علمی المپیاد دانش‌آموزی سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی کشور و مشاور فناوری و تجاری‌سازی ستاد توسعهٔ علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادیِ معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری گفت‌وگویی انجام داده‌ایم که در پی می‌آید.

ستاد توسعهٔ علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادیِ معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری با چه اهداف و رویکردهایی فعالیت‌هایی در سطح مدارس کشور آغاز کرده است؟

◇ بی‌گمان تحقق اهداف و راهبردهای تعیین شده در سند ملی علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادی و بهره‌گیری از پتانسیل‌های بالقوه آموزش‌وپرورش در بخش دبیران و دانش‌آموزان امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. به همین علت، ستاد توسعهٔ علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری اقدام به راه‌اندازی یک بخش دانش‌آموزی کرده است و برای تهیهٔ نقشهٔ راه و برنامه‌ریزی در این حوزه از مشارکت و همدلی مدیران و مشاوران باتجربهٔ ستاد و همچنین مدیران، صاحب‌نظران و کارشناسان حوزهٔ آموزش‌وپرورش بهره جسته است.

چه دستاوردهایی در این مسیر به‌دست آمده است؟

◇ از جملهٔ دستاوردهای این حوزه، کشف و شناسایی دانش‌آموزان مستعد و هدایت و تربیت صحیح نیروی انسانی بوده است.

ممکن است اهداف این بخش دانش‌آموزی را بفرمایید؟

◇ بله، از اهداف این بخش دانش‌آموزی می‌توان به این موارد اشاره کرد:

ـ ایجاد زیرساخت‌های لازم برای استفادهٔ بهینه و حداکثری از ظرفیت‌های موجود در آموزش‌وپرورش برای توسعهٔ علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادی به عنوان یک حوزهٔ مرز دانش،

ـ برگزاری کارگاه‌های علمی و مهارت‌آموزی برای دانش‌آموزان،

ـ برگزاری کارگاه‌های آموزشی و دوره‌های بازآموزی برای معلمان با همکاری وزارت آموزش‌وپرورش،

ـ دسترسی آسان دانش‌آموزان به امکانات و خدمات آزمایشگاهی از طریق راه‌اندازی پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی در استان‌ها،

ـ شناسایی، هدایت و راهنمایی دانش‌آموزان مستعد و علاقه‌مند به حوزهٔ علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادی،

ـ ایجاد زمینهٔ ادامهٔ تحصیل در رشته‌های دانشگاهی مربوطه، برای دانش‌آموزان علاقه‌مند و مستعد.

این ستاد چه اقدامات عملی‌ای انجام داده است؟

◇ از اقدامات این ستاد می‌توان به برگزاری سالانهٔ المپیاد دانش‌آموزی اشاره کرد. این المپیاد از سال ۹۴ هر ساله همزمان با سایر المپیادهای رسمی کشور و طبق استانداردهای وزارت آموزش‌وپرورش برگزار می‌شود. علی‌رغم نوپا بودن این المپیاد، در هر سال توانسته است در تعداد شرکت کنندگان از برخی المپیادهای دیگر پیشی گیرد.

قصد داریم المپیاد سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی را برای اولین بار در سطح بین‌المللی برگزار کنیم

آیا این المپیاد فقط در کشورما برگزار می‌شود، یا جهانی هم هست؟

◇ با توجه به اهمیت این حوزه از علم، ستاد با همکاری و همت وزارت آموزش‌وپرورش در صدد است این المپیاد را برای اولین بار در سطح بین‌المللی برگزار کند و این فرآیند علمی را به نام مقدس جمهوری اسلامی ایران در دنیا ثبت کند.

ممکن است پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی این ستاد را معرفی کنید؟

◇ ستاد توسعه علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادی، همچنین برای تنوع‌بخشی به محیط‌های یادگیری و ایجاد فضای آزمایشگاهی اقدام به تجهیز و راه‌اندازی پژوهش‌سراهای سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی در سطح کشور برای دانش‌آموزان کرده است. می‌توان به پژوهش‌سرای سلول‌های بنیادی ملاصدرای کرج، خیام کرمان و جابربن حیان شیراز اشاره کرد که از این موارد، پژوهش‌سراهای ملاصدرای کرج و خیام کرمان قبلاً به بهره‌برداری رسیده‌اند و پژوهش‌سرای جابربن حیان شیراز نیز تابستان سال جاری افتتاح شد.

آیا برنامه‌ای برای گسترش این پژوهش‌سراها دارید؟

◇ بله، طبق برنامه ریزی‌ها، ۹ استان دیگر کشور نیز که از ظرفیت‌های بالقوه در این حوزه برخوردارند تجهیز خواهند شد.

چه فعالیت‌های دیگری در این زمینه‌ها دارید؟

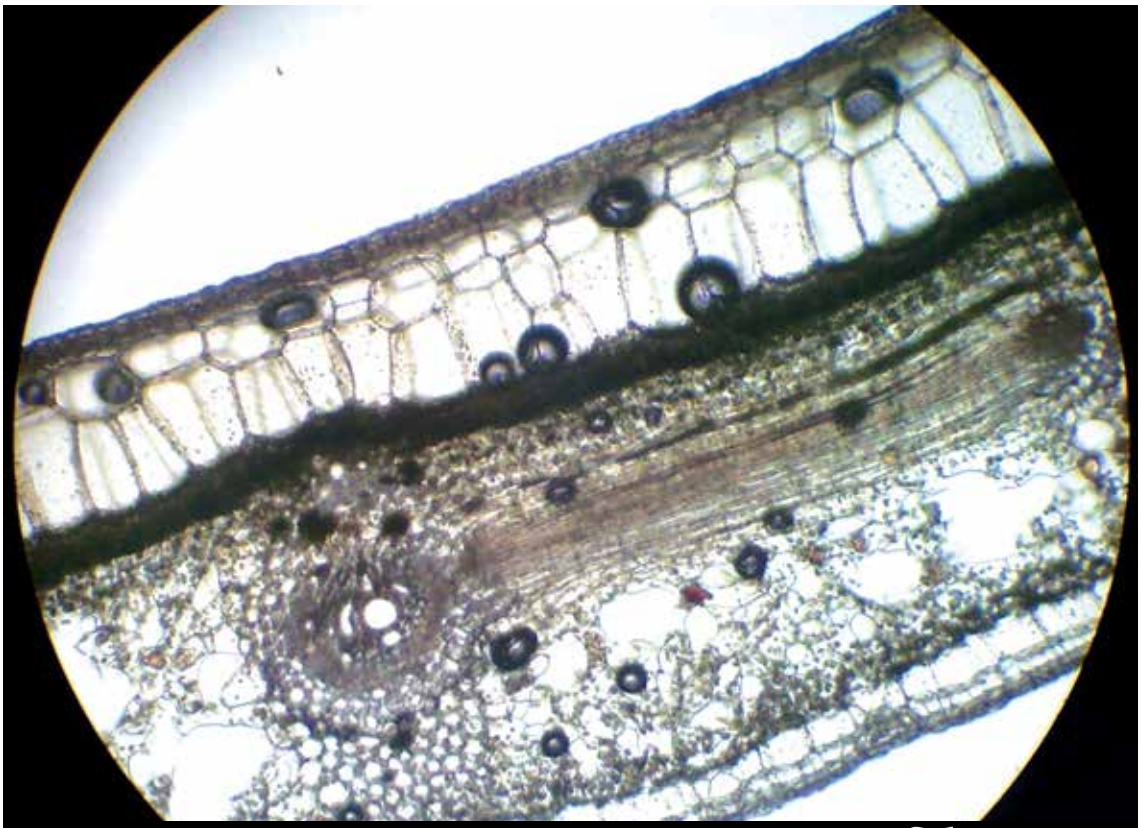
◇ از دیگر بخش دانش‌آموزی ستاد می‌توان به فعالیت در جشنواره ملی و کنگرهٔ بین‌المللی اشاره کرد. این بخش فرصتی مناسب برای آموزش و تقویت پایه علمی دانش‌آموزان علاقه‌مند به حوزهٔ سلول‌های بنیادی و کشف استعدادهای جوان برای آیندهٔ این علم در کشور است. بخش دانش‌آموزی جشنواره شامل برنامه‌های متنوع و جذابی است که با استفاده از ظرفیت‌های ممتاز دانش‌آموزان برای ترویج و بومی‌سازی این دانش در جامعه فعال است. در بخش مذکور از جشنواره آموزش و توانمندسازی دانش‌آموزان علاقه‌مند و دارای اطلاعات پایه در حوزهٔ زیست‌شناسی سلولی، سمینار آموزشی و کارگاه‌های علمی در آزمایشگاه با حضور اساتید مجرب برگزار می‌شود.

آیا ستاد محتوای آموزشی، مانند کتاب یا نشریه هم برای دانش‌آموزان تدارک دیده است؟

◇ بله، دبیرخانهٔ دانش‌آموزی سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی کشور برای توسعهٔ برنامه‌های آموزشی و توانمندسازی و دانش‌افزایی دانش‌آموزان در حوزهٔ علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی اقدام به تألیف و گردآوری کتاب ویژهٔ انجمن‌های علمی و فوق برنامهٔ مدارس و انتشار اولین نشریهٔ دانش‌آموزی سلول‌های بنیادی (تمایز) کرده است. در این کتاب مطالب علمی در زمینهٔ علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادی به زبان ساده برای آشنایی دانش‌آموزان و تقویت گرایش آن‌ها به این علم به رشته تحریر در آمده است.

سپاسگزاریم.

جشنواره ملی و کنگرهٔ بین‌المللی فرصتی مناسب برای آموزش و تقویت پایهٔ علمی دانش‌آموزان علاقه‌مند به حوزهٔ سلول‌های بنیادی و کشف استعدادهای جوان برای آیندهٔ این علم در کشور است



رنگ‌آمیزی و مشاهدهٔ برش‌های گیاهی

عزیز عذار
معلم زیست‌شناسی نقده

کلیدواژه‌ها: سلول، برش گیاهی، رنگ آمیزی

جنس دیوارهٔ سلول‌های گیاهی در بافت‌های مختلف متفاوت است و لذا، سلول‌های مختلف رنگ‌های متفاوتی جذب می‌کنند. بنابراین، برای تشخیص بافت‌های مختلف از یکدیگر آن‌ها را رنگ‌آمیزی می‌کنیم.

جنس دیوارهٔ سلول‌های مختلف:

- **اپیدرم:** دارای سلولز، به‌سمت بیرون، کوتینی؛ دیوارهٔ نازک
- **کلانشیم:** دارای سلولز، دیوارهٔ ضخیم
- **لولهٔ غربالی (آوند آبکشی):** سلولزی
- **پارانشیم:** سلولزی، دیوارهٔ نازک
- **فیبر، اسکلرئید، عناصر آوندی و تراکئیدها:** دارای دیوارهٔ لیگنینی، دیوارهٔ ضخیم
- **آندودرم و اگزودرم:** دارای دیوارهٔ چوب‌پنبه‌ای یا سوبرینی

روش‌های رنگ‌آمیزی برش‌های گیاهی

۱. رنگ‌آمیزی ساده

بافت‌های گیاهی را با یک نوع معرف رنگی، رنگ‌آمیزی می‌کنیم.

الف. بدون اینکه محتویات سلول را حل کنیم، یک قطره از معرف‌های رنگی را روی نمونه می‌ریزیم و بعد از یک دقیقه یا بیشتر، آن را در آب مقطر شست‌وشو می‌دهیم و زیر میکروسکوپ مشاهده می‌کنیم.

ب. ابتدا طبق روش زیر محتویات سلول را حل و سپس معرف رنگی را اضافه می‌کنیم و بعد شست‌وشو می‌دهیم و مشاهده می‌کنیم.

مراحل حل کردن محتویات سلول

۱. قرار دادن نمونه در آب ژاول به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه (آب ژاول محتویات سلول را حل می‌کند)،
۲. شست‌وشو با آب مقطر،
۳. قرار دادن نمونه‌ها در استیک اسید یک درصد به مدت یک دقیقه (برای از بین بردن اثرهای آب ژاول)،
۴. شست‌وشو با آب مقطر.

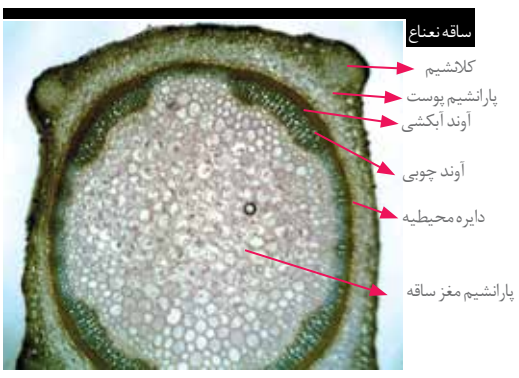
۲. رنگ‌آمیزی مضاعف

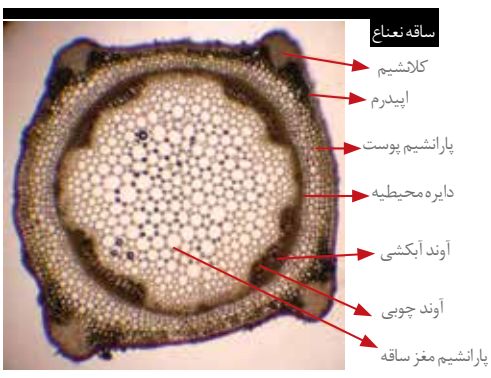
در این روش از دو معرف رنگی استفاده می‌کنیم که یکی از آن‌ها بافت‌های دارای دیوارهٔ سلولزی و دیگری بافت‌های دارای دیوارهٔ چوبی یا لیگنینی را رنگ می‌کند.

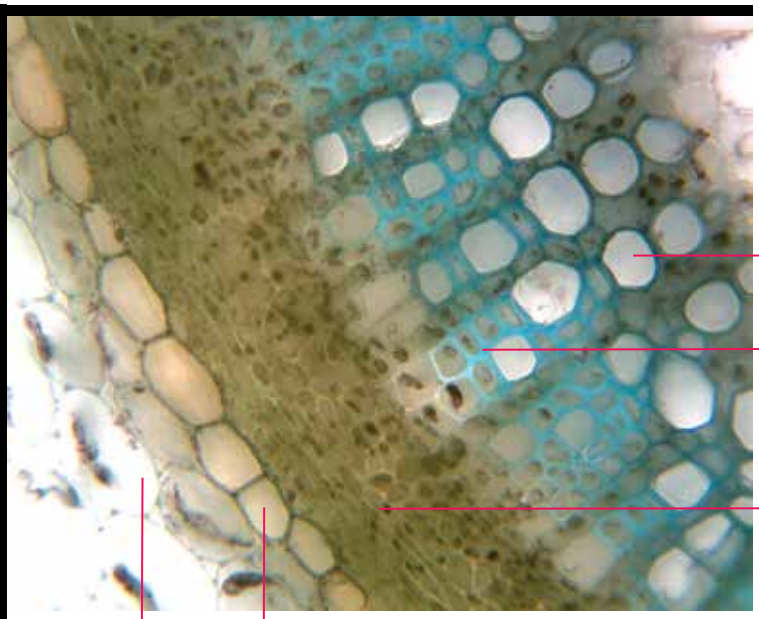
مراحل رنگ‌آمیزی مضاعف

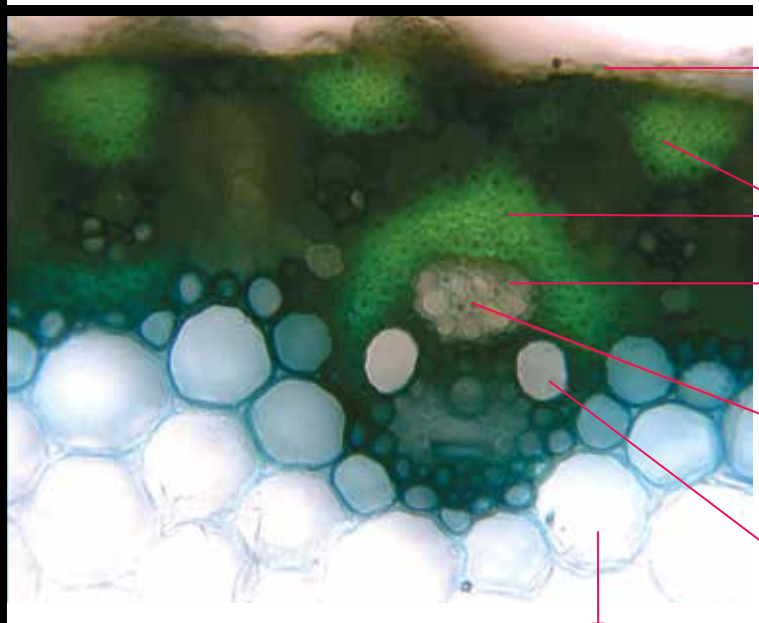
۱. قرار دادن نمونه در آب ژاول به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه (آب ژاول محتویات سلول را حل می‌کند)،
۲. قرار دادن نمونه‌ها در استیک اسید یک درصد به مدت ۱ دقیقه (تا اثر آب ژاول را از بین ببرد)،
۳. شست‌وشو با آب مقطر،
۴. قرار دادن نمونه‌ها در یکی از معرف‌های رنگی، مثل سبز متیل یا آبی متیل(بلودومتیلن) رقیق‌شده به مدت ۲۰ تا ۳۰ ثانیه،
۵. شست‌وشو با آب مقطر،
۶. قرار دادن نمونه‌ها در کارمن زاجی به مدت ۱۵الی ۲۰ دقیقه،
۷. شست‌وشو با آب مقطر و قرار دادن نمونه‌ها روی لام و مشاهده با میکروسکوپ

نوع معرف	مدت رنگ‌آمیزی	نوع بافت
کارمن زاجی	۱۰ تا ۱۵ دقیقه	پارانشیم، کلانشیم، آوند آبکشی، فیبر سلولزی
آبی متیلن (بلو دومتیلن)	۱۵ تا ۳۰ ثانیه	بافت دارای کوتین، چوب و چوب‌پنبه
سبز متیل یا سبزید	۱۵ تا ۳۰ ثانیه	بافت دارای کوتین، چوب و چوب پنبه
فوشین بازی	۱۵ تا ۳۰ ثا نیه	بافت دارای کوتین، چوب و چوب پنبه
سبز ژانوس	۱۵ تا ۳۰ ثا نیه	بافت دارای کوتین، چوب و چوب پنبه
قهوه‌ای بیسمارک	۱۵ تا ۳۰ ثانیه	بافت‌های سلولزی
قرمز کنگو	۵ تا ۱۰ دقیقه	بافت‌های سلولزی

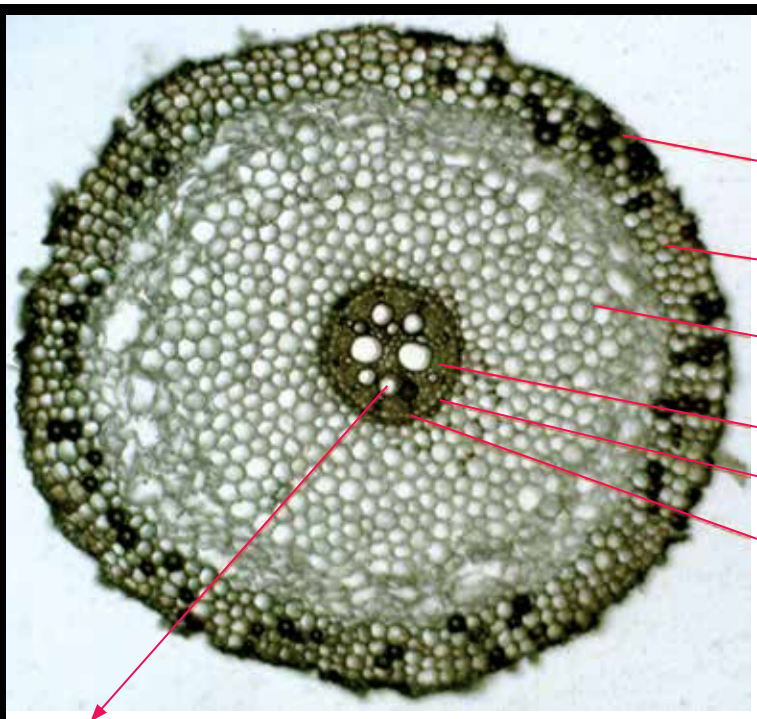


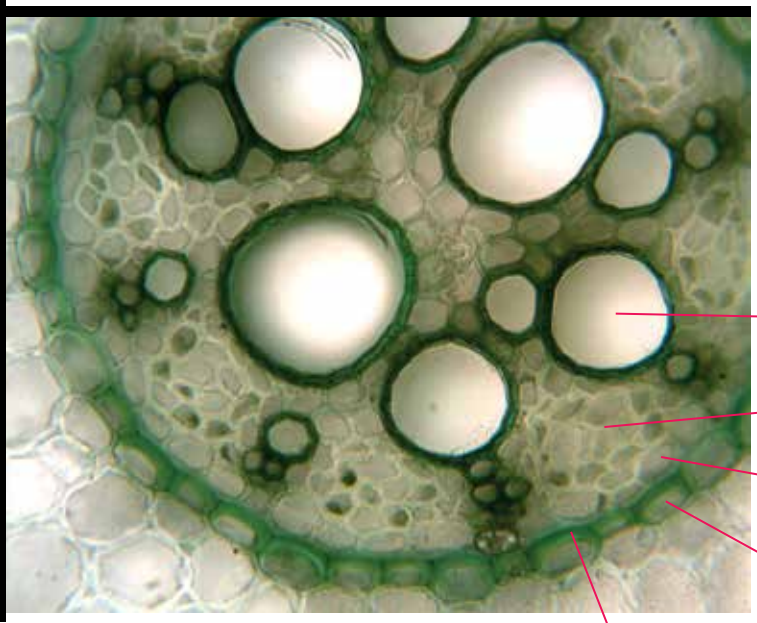



آوند چوبی
فیبر چوبی
آوند آبکشی
پارانشیم پوست
دایره محیطیه


اپیدرم
اسکلرانشیم
سلول غربالی
سلول همراه
آوند چوبی
پارانشیم پوست

ریشه زنبق


اپیدرم
اگزودرم
پارانشیم پوست
آوند آبکشی
آندودرم
دایره محیطیه
آوند چوبی


آوند چوبی
آوند آبکشی
دایره محیطیه
آندودرم
حلقه کاسپاری

استخراج DNA از سلول‌های موجود در بزاق دهان با روشی بسیار ساده

زهره ترابی
معلم زیست‌شناسی دامغان

کلیدواژه‌ها: DNA، سلول، بزاق دهان.

مقدمه

DNA مولکول بسیار طویلی است که اطلاعات ژنتیکِ همهٔ جانداران را در خود دارد. یکی از مباحثِ کتاب‌های درسی زیست‌شناسیِ پایه‌های مختلف آشنا کردن دانش‌آموزان با این ماده است. قطعاً، اگر معلمان سعی کنند در مدت زمان بسیار کم (حدود ۵ دقیقه) و با استفاده از مواد ساده، ارزان و در دسترس این مولکول آلی زیستی را از سلول‌ها؛ به‌ویژه سلول‌های خود دانش‌آموزان استخراج و به آن‌ها نشان دهند، علاوه بر ایجاد انگیزه برای فراگیری مباحث مربوطه در این زمینه بخشی از مسیر آموزش نوکلئیک اسیدها به سرعت طی خواهد شد.

در این روش که پس از آزمون و خطاهای متعدد سرانجام به نتیجه رسید، با کمترین زمان حتی بدون استفاده از حرارت، یا یخ که در بعضی از روش‌ها برای استخراج DNA به‌کار گرفته می‌شود، می‌توان با ارزان‌ترین مواد مولکول‌های

می‌توان با ارزان‌ترین مواد مولکول‌های DNA را استخراج و به دانش‌آموزان نشان داد

DNA را استخراج و به دانش‌آموزان نشان داد.

مواد و ابزار مورد نیاز

۱. اتانول ۷۰ الی ۱۰۰ ٪ به میزان ۱۰ تا ۱۵ میلی لیتر،
۲. نمک خوراکی خیلی کم (نصف قاشق چایخوری)،
۳. مایع ظرف‌شویی رنگی یا صابون مایع ۵ تا ۸ قطره،
٤. بشر یا لیوان شیشه‌ای، یا یک‌بار مصرف شفاف،
۵. همزن شیشه‌ای یا سیخ چوبی،
٦. حداقل ۵ میلی لیتر بزاق.

در سلول‌های جانوری که صرفاً غشای سلولی دارند، باید غشا حذف شود؛ اما در مورد سلول‌های گیاهان، باکتری‌ها و قارچ‌ها لازم است که با روش‌های فیزیکی دیوارهٔ سلولی هم از بین برده شود، مثلاً، در مورد سلول گیاهی بافت مورد نظر را می‌توان در هاون کوبید و به این ترتیب دیواره‌های سلولی شکسته می‌شوند.

روش انجام کار

در ابتدا، بعد از شستن دهان، به طوری که دهان فاقد ذرات غذایی لابه‌لای دندان‌ها باشد، سعی در جمع‌آوری بزاق در مدت زمان ۱ دقیقه می‌کنیم و حتی با آب دهان محکم به سقف بخش‌های دیگر دهان ضربه می‌زنیم تا سلول‌ها از بافت پوششی جدا و وارد بزاق شوند. سپس بزاق را در درون بشر یا لیوان شیشه‌ای یا یک‌بار مصرف شفاف می‌ریزیم. هر قدر حجم بزاق بیشتر باشد، نتیجهٔ مطلوب‌تری حاصل می‌شود. بنابراین، می‌توان چند بار عمل جمع‌آوری بزاق را انجام داد.

سپس چند قطره مایع ظرفشویی رنگی روی بزاق می‌ریزیم و با حالت دورانی بدون همزن شیشه‌ای هم می‌زنیم، در حدی که بزاق و مایع با هم مخلوط شوند. بعد، کمی نمک طعام به این مواد می‌افزاییم و آن را هم مخلوط می‌کنیم و در آخر به میزان تقریباً ۲ برابر مایع موجود در بشر، اتانول ۷۰ الی ۱۰۰ درصد با دمای اتاق، یا هر نوع الکل بی‌رنگ دیگر را به مواد می‌افزاییم و با حرکت دورانی کار را ادامه می‌دهیم. با پیدایش رشته‌های DNA با کمک همزن شیشه‌ای یا حتی سیخ چوبی باریک و تمیز رشته‌ها را به‌صورت دورانی دور هم جمع می‌کنیم که به‌راحتی قابل مشاهده باشند.

توضیح

از مایع ظرفشویی برای از بین بردن لیپیدهای غشای سلول‌های پوششی استفاده می‌کنیم. مایع ظرفشویی با پایین آوردن کشش سطحی، غشای سلول و هسته را پاره می‌کند.

علت تأکید بر رنگی بودن مایع ظرفشویی یا صابون مایع، ایجاد تباین هرچه بیشتر بین محیط مایع و رسوب DNA است که به‌صورت مخاط سفید رنگی تشکیل می‌شود.

برای از بین بردن پروتئین‌های سلول و هیستون‌های متصل به DNA با اضافه کردن نمک آشپزخانه رسوب تشکیل می‌شود.

برای سرعت بخشیدن و رسوب دادن DNA از اتانول استفاده می‌شود؛ چون وقتی اتانول به محلول اضافه می‌شود، قدرت یونی حلال کم می‌شود و تمایل نوکلئیک اسید هم به حلال کاهش می‌یابد و با یون‌های موجود در محیط (Na، ...) واکنش می‌دهد، سنگین می‌شود و رسوب می‌کند؛ زیرا DNA در الکل نامحلول، اما در آب محلول است به هم می‌چسبند و در این مرحله همچنین نمک خارج می شود.

مایع ظرف‌شویی با پایین آوردن کشش سطحی، غشای سلول و هسته را پاره می‌کند

برای از بین بردن پروتئین‌های سلول و هیستون‌های متصل به DNA با اضافه کردن نمک آشپزخانه رسوب تشکیل می‌شود

رسوب DNA

بررسی آلودگی با کتریایی میز دانش‌آموزان

رویا اصانلو
دبیر زیست‌شناسی پاکدشت، دانشجوی دکترای زیست‌شناسی
فاطمه پازوکی و زهرا برزگر
دانش‌آموزان آموزشگاه شهدای مظفر، پاکدشت

چکیده

میزهای دانش‌آموزان در مدارس از پرکاربردترین وسایل در مدارس و محل‌های مناسب برای رشد میکروارگانیسم‌ها (ویروس‌ها، قارچ‌ها و باکتری‌ها) است. انتقال آلودگی از دانش‌آموز به میز و سپس از میز به دانش‌آموزان دیگر باعث انتقال بیماری می‌شود.

کلیدواژه‌ها: میز دانش‌آموز، آلودگی میکروبی، محیط‌های کشت بلاد آگار، EMB، API۲۰E.

زمینه و هدف

هدف از این پژوهش، شناسایی باکتری‌های پاتوژن (بیماری‌زا) و غیربیماری‌زای میز مدرسه است. دبیرستان شهدای مظفر و مدرسهٔ متوسطه اول ایران، مدرسه‌ای دونوبتی است و لذا، تماس دانش‌آموزان با میزهای آن، بیشتر است.

مواد و روش کار

با استفاده از سوآپ‌های استریل و مرطوب ۱۰ نمونه از سطح میز و از دست‌های دانش‌آموزان برداشتیم، در لوله‌های جداگانهٔ دربسته به آزمایشگاه دکتر تاجیک منتقل کردیم و در محیط کشت بلاد آگار و EMB کشت دادیم. بعد از رنگ‌آمیزی گرم و مشاهده با

میکروسکوپ و دیدن باکتری‌های گرم مثبت خوشه انگوری و دیپلوکوک با استفاده از کیت تجاری API ۲۰E، گونه‌های باکتری‌های گرم منفی را شناسایی کردیم.

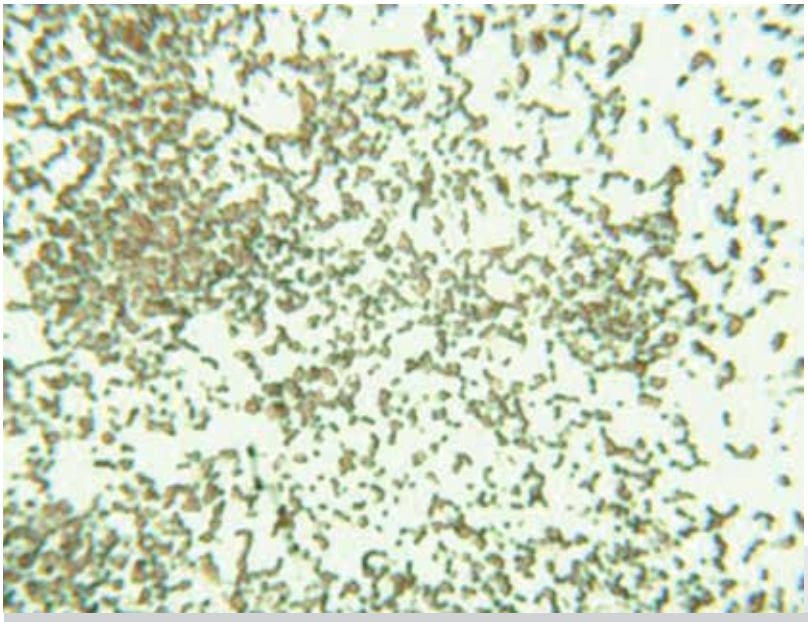
یافته‌ها

باکتری‌های گرم مثبت استافیلوکوک، دیپلوکوک و باکتری‌های گرم منفی اشریشیا کُلای، سالمونلا و اسینتوباکتربومانی، سودوموناس آئروژینوزا، شیگلا، کلبسیلا پنوموفیلا و پاستورلا پنوموفیلا شناسایی شدند.

نتیجه‌گیری

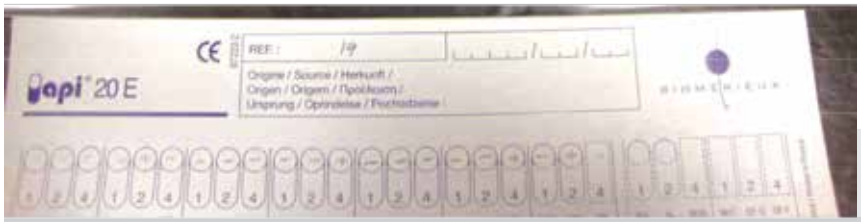
با شناسایی این باکتری‌ها، اطلاعات مفیدی در اختیار کارکنان مدرسه و دانش‌آموزان قرار دادیم. با توجه به بالا بودن بار میکروبی در بعضی نمونه‌ها به واسطهٔ انتقال آلودگی از دست به میز، راه‌کارهایی برای رعایت شیوه‌های درستِ آموزشِ شستنِ دست‌ها و رعایت بهداشت ارائه کردیم تا از زمینهٔ انتقال آلودگی از دانش‌آموز به محیط میز و بالعکس جلوگیری شود و انتقال بیماری کاهش یابد.

محیط کشت بلاد آگار

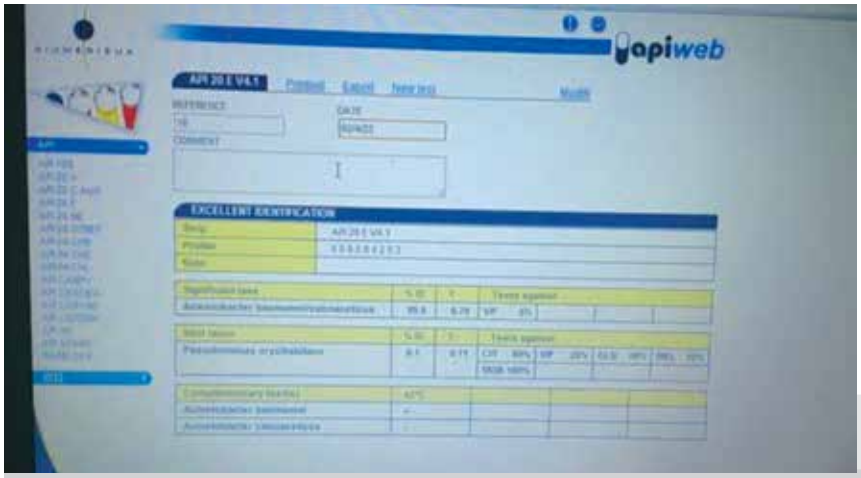


مشاهده میکروسکوپی

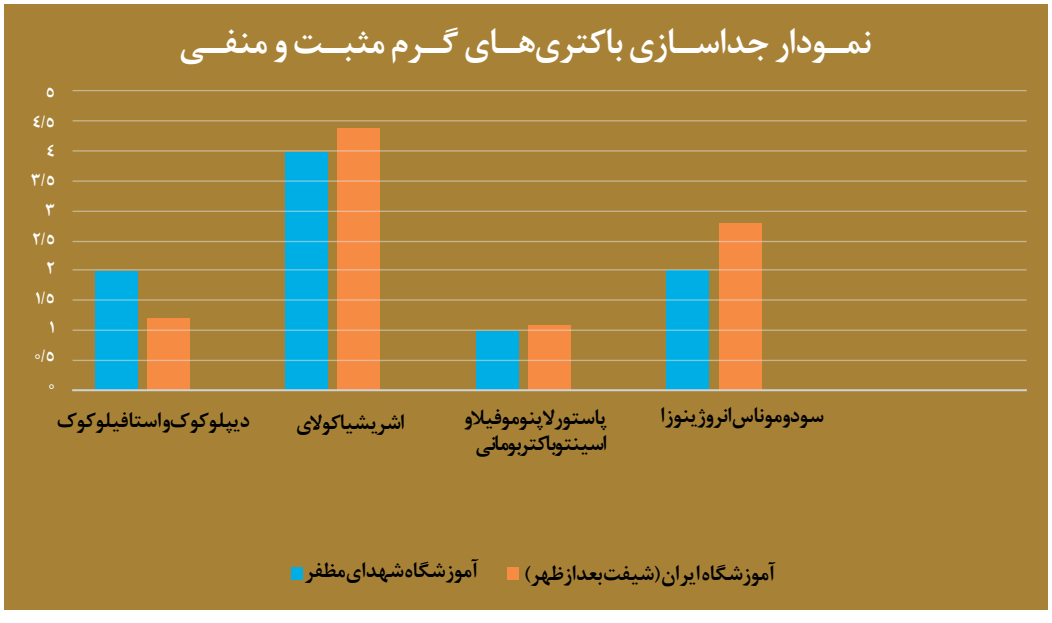
کیت API۲۰E

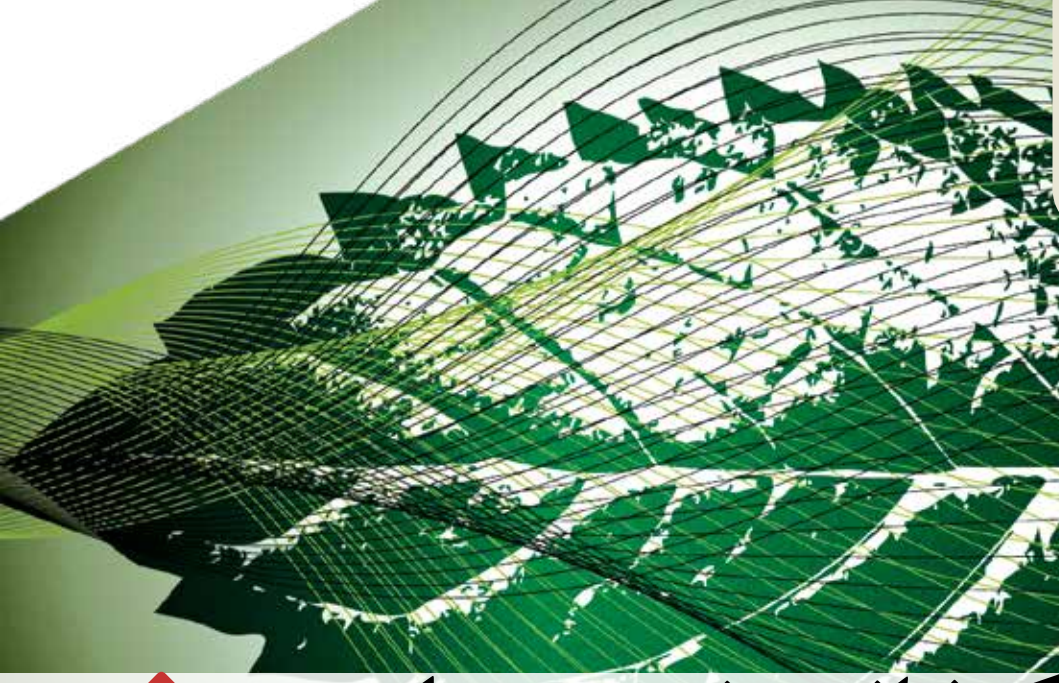


تست API۲۰E برای شناسایی گونهٔ باکتری‌های گرم منفی، مانند اسینتوباکتر بومانی



نتیجهٔ تست API۲۰E با استفاده از نرم‌افزار برای نمونهٔ اسینتوباکتر بومانی





سومین کنفرانس زیست‌شناسی سامانه‌های ایران

دکتر سیدعباس شجاع الساداتی
استاد مهندسی شیمی گرایش بیوتکنولوژی دانشگاه تربیت مدرس

کلیدواژه‌ها: سامانه، زیست‌شناسی، زیست فناوری.

سومین کنفرانس زیست‌شناسی سامانه‌های ایران در روزهای ۸ و ۹ اسفند ۱۳۹۶، به ریاست دکتر قانعی در دانشگاه تربیت‌مدرس با شعار «زیست‌شناسی سامانه‌ها، رویکردی دگرگون‌ساز در حوزهٔ علوم زیستی، پزشکی و دارویی» برگزار شد.

سخنرانان کلیدی این کنفرانس آقایان پروفسور پیر بورک، پروفسور جان ویلادسن، پروفسور لیم سون وونگ و دکتر برایان اینگلز به ترتیب از کشورهای آلمان، دانمارک، سنگاپور و کانادا در زمینه‌های مختلف علوم، سخنرانی کردند. دیگر سخنرانان بین‌المللی، دکتر نیما جمشیدی (ایرانی ـ آمریکایی)، دکتر چاکر و دکتر یونکر، نیز در کنفرانس حضور داشتند و مطالب و دستاوردهای علمی خود را ارائه کردند. همچنین ۹ نفر از صاحب‌نظران حوزه زیست‌شناسی سامانه‌ها در این همایش به ارائه دستاوردهای خویش پرداختند.

سخنرانان ایرانی این کنفرانس:

دکتر چنگیز اصلاح‌چی. استاد دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه شهید بهشتی

دکتر سروش سرداری. استاد بخش پزشکی مولکولی انستیتو پاستور

دکتر علی نجفی. استادیار بیوانفورماتیک و زیست‌شناسی سامانه‌ها، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله

دکتر امیر مرعشی. دانشیار دانشکده زیست فناوری، دانشگاه تهران

دکتر محمدعلی اسدالهی. دانشیار دانشکده علوم و فناوری‌های نوین، دانشگاه اصفهان

دکتر یوسف قیصری. استادیار گروه ژنتیک و بیولوژی مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

دکتر احمد واعظ. استادیار دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

دکتر محمدرضا غفاری. استادیار و مدیر گروه زیست‌شناسی سامانه‌ها، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران

دکتر محمد کرامتی پور. استادیار گروه ژنتیک پزشکی دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

در حاشـیه این کنفرانس هفت کارگاه به شـرح زیر برگزار شـد:

- Towards Genome-Scale Kinetic Modeling of Metabolism
- مقدمـه ای بر آنالیز داده‌هـای miRNA-seq , RNA-seq
- سـاخت و آنالیز شـبکه‌های بیولـوژی در سیسـتم بیولوژی
- Time course data analysis
- Building bridges between DNA sequence and phenotype: a systems biology approach
- آنالیز داده‌های NGS بالینی
- فارماکولوژی سیستمی و طراحی دارو.

تعداد شـرکت‌کنندگان کنفرانـس در روز اول بیـش از ۴۰۰ نفـر و در روز دوم بیـش از ۳۰۰ نفـر بـوده اسـت. همچنیـن بیش از ۱۴۰ نفر در کارگاه‌های مختلف آن شـرکت کردند.

در افتتاحیـه ایـن رویـداد قرائـت قـرآن، سـرود ملـی، کلیـپ کنفرانس و سـخنرانی آقایـان دکتـر موسـوی موحـدی (عضـو هیئت علمی دانشـگاه تهـران و صاحب‌نظر در حـوزه زیست‌شناسـی سـامانه‌ها)، دکتر قبادیـان (معـاون پژوهشـی وزارت صنعت، معـدن و تجـارت)، دکتـر شـجاع السـاداتی (دبیـر علمـی کنفرانـس) و دکتـر قانعـی (دبیر سـتاد توسعه زیسـت‌فناوری و رئیس کنفرانـس زیست‌شناسـی سـامانه‌ها) از جملـه برنامه‌هـای اجـرا شـده بـود.

با توجه بـه فراخوان دریافـت مقاله، تعداد ۶۰ مقالـه، دریافـت و ۴۱ مـورد از آن‌هـا، مـورد قبول واقع شـد؛ همچنین، به ۳ مقاله برتـر جوایزی اهدا شـد.

اقدامات حاشیه‌ای کنفرانس:

- برگـزاری جلسـه با حضور پروفسـور پیر بـورک و متخصصـان زیسـت‌فناوری در دانشـگاه تربیت‌مدرس،
- بازدیـد پروفسـور پیربورک از پژوهشـگاه ملی مهندسـی ژنتیـک و زیسـت‌فناوری،
- برگـزاری کارگاه توسـط دو سـخنران خارجـی در دانشـگاه اصفهـان.

اثر ضدالتهابی گردوی ایرانی

در کاهش بیان ژن‌های التهابی TNF-α ، IL-۱β و IL-۱۸ در سینوویوسیت - مدل تجربی بیماری استئوآرتریت

اقبال محمدی
کارشناس ارشد ژنتیک

چکیده

امروزه برای درمان بیماری استئوآرتریت به علت عوارض جانبی داروهای شیمیایی، از مکمل‌ها و گیاهان دارویی استفاده می‌شود. این پژوهش با هدف بررسی میزان تأثیر عصارهٔ اتانولی گردوی ایرانی در کاهش بیان ژن سیتوکاین‌های التهابی در مقایسه با NSAIDs و دگزامتازون انجام شد.

کلیدواژه‌ها: استئوآرتریت، عصارهٔ اتانولی، گردوی ایرانی، سیتوکاین‌های التهابی، گیاهان دارویی، *Juglans regia*.

مقدمه

استئوآرتریت[1] یا به اختصار O.A. رایج‌ترین شکل بیماری التهاب مفاصل و عامل اصلی ناتوانی بزرگسالان است (دکوکر، ۲۰۰۸). التهاب غشای سینوویال عاملی اساسی در پاتوژنز استئوآرتریت به دلیل علائم کلینیکی التهاب و وجود التهاب در بافت سینوویال و تغییر شکل اولیهٔ غضروف در لبهٔ سینوویال ملتهب، محسوب می‌شود (سیلام[2]، ۲۰۱۰). از آنجا که درمان قطعی برای این بیماری اکنون وجود ندارد؛ جایگزین‌های درمانی فعلی شامل کمک‌های اولیه، کاهش درد و اصلاح عملکرد مفاصل از راه تسکین و تخفیف نشانه‌های آن، بدون هیچ‌گونه بهبودی در درمان خود مفصل است (هانتر، ۲۰۰۶). NSAIDs یا داروهای ضدالتهابی غیراستروئیدی که شامل مهارکننده‌های عمومی و نیز مهارکنندهٔ اختصاصی است، نشان داده که در درمان درد و التهاب مؤثر است (پینکو[3]، ۲۰۰۰)؛ اما مصرف طولانی‌مدت این داروها همراه با عوارض جانبی خطرناک مثل زخم‌های دستگاه گوارشی (روده و معده)، مشکلات کبدی و کلیوی و واکنش‌های پوستی است (اطلس استئوآرتریت، ۲۰۱۴). لذا، امروزه استفاده از ترکیبات گیاهان دارویی برای کاهش درد و عوارض ناشی از مصرف داروهای شیمیایی در بیماری به دلیل سرکوب بیان ژن سیتوکاین‌های TNF-α، IL-1β و IL-18 (دینارلو، ۲۰۱۱ و تیان، ۲۰۰۵) رو به افزایش است. گردوی ایرانی به دلیل وجود منابع سرشاری از آنتی‌اکسیدان‌های مؤثر طبیعی (کاروالیو، ۲۰۱۰) و وجود ترکیباتی در عصاره، مانند ژوگلون و سایر مواد آنتی‌اکسیدان در مغز آن (ژانگ، ۲۰۰۹) اثر ضدباکتریایی و آنتی‌اکسیدانی قابل مقایسه با داروهای آنتی‌بیوتیک آمپی‌سیلین (شارما، ۲۰۱۳) احتمالاً می‌تواند در جهت کاهش درد و کاهش بیان سیتوکاین‌های التهابی در استئوآرتریت مؤثر باشد. بنابراین، در این پژوهش به مقایسهٔ اثر عصارهٔ گیاه گردوی ایرانی بر کاهش بیان ژن‌های پیش‌التهابی TNF-α، IL-1β و IL-18 در مقایسه با داروهای شیمیایی مانند NSAIDs پرداخته شده است.

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

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های دانش‌آموزی

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

- رشد کودک برای دانش‌آموزان پیش‌دبستانی و پایهٔ اول دورهٔ آموزش ابتدایی
- رشد نوآموز برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دورهٔ آموزش ابتدایی
- رشد دانش‌آموز برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دورهٔ آموزش ابتدایی

مجله‌های دانش‌آموزی

به‌صورت ماهنامه و هشت شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:

- رشد نوجوان برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطه اول
- رشد برهان برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطه اول
- رشد جوان برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطه دوم

مجله‌های بزرگسال عمومی

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

- رشد آموزش ابتدایی
- رشد تکنولوژی آموزشی
- رشد مدرسه فردا
- رشد معلم

مجله‌های بزرگسال تخصصی:

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

- رشد آموزش قرآن و معارف اسلامی
- رشد آموزش زبان و ادب فارسی
- رشد آموزش هنر
- رشد آموزش مشاور مدرسه
- رشد آموزش تربیت‌بدنی
- رشد آموزش علوم اجتماعی
- رشد آموزش تاریخ
- رشد آموزش جغرافیا
- رشد آموزش زبان‌های خارجی
- رشد آموزش ریاضی
- رشد آموزش فیزیک
- رشد آموزش شیمی
- رشد آموزش زیست‌شناسی
- رشد مدیریت مدرسه
- رشد آموزش فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش
- رشد آموزش پیش دبستانی
- رشد برهان متوسطه دوم

مجله‌های رشد عمومی و تخصصی، برای معلمان، مدیران، مربیان، مشاوران و کارکنان اجرایی مدارس، دانش‌جویان دانشگاه فرهنگیان و کارشناسان گروه‌های آموزشی و...، تهیه و منتشر می‌شود.

- **نشانی:** تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش‌وپرورش، پلاک ۲۶۶.
- **تلفن و نمابر:** ۸۸۳۰۱۴۷۸ ـ ۰۲۱
- **وبگاه:** www.roshdmag.ir

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

حمایت از کالای ایرانی

رشد برای رشد

نحوهٔ اشتراک مجلات رشد به دو روش زیر:

الف. مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشانی www.roshdmag.ir و ثبت‌نام در سایت و سفارش و خرید از طریق درگاه الکترونیکی بانکی.

ب. واریز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت، شعبهٔ سه‌راه آزمایش کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست و ارسال فیش بانکی به همراه برگ تکمیل‌شدهٔ اشتراک با پست سفارشی یا از طریق دورنگار به شمارهٔ ۸۸۴۹۰۲۳۳.

◆ عنوان مجلات درخواستی:

.....

◆ نام و نام خانوادگی: .....

◆ تاریخ تولد: ..... ◆ میزان تحصیلات: .....

◆ تلفن: .....

◆ نشانی کامل پستی: .....

استان: ..... شهرستان: .....

خیابان: .....

پلاک: ..... شمارهٔ پستی: .....

شمارهٔ فیش بانکی: .....

مبلغ پرداختی: .....

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

.....

امضا:

● نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۳۳۳۱-۱۵۸۷۵
● تلفن بازرگانی: ۸۸۸۶۷۳۰۸-۰۲۱
● Email: Eshterak@roshdmag.ir

◆ هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات عمومی رشد (هشت شماره): ۴۵۰/۰۰۰ ریال
◆ هزینهٔ اشتراک یک سالهٔ مجلات تخصصی رشد (سه شماره): ۲۲۰/۰۰۰ ریال

روش کار

ضمن کشت سینوویوسیت مفصل گاو هلشتاین در آزمایشگاه، عصارهٔ ۱mg/dL اتانولی مغز گردوی ایرانی تهیه و سمّیت آن با روش‌های SDH، MTT و LDH سنجیده شد. سپس جداسازی RNA و تولید cDNA انجام و تأثیر عصاره در مقایسه با سایر داروها و دارونماها و میزان بیان هرکدام از سیتوکاین‌های پیش‌التهابی TNF-α، IL-1β و IL-۱۸ با روش rt-PCR تعیین و با استفاده از ANOVA آنالیز شد.

نتایج

در این پژوهش مشخص شد که عصارهٔ مذکور موجب کاهش بیان ژن‌های سیتوکاین‌های پیش‌التهابی TNF-α، IL-1β و IL-۱۸ به میزان معنی‌داری شده است.

پی‌نوشت‌ها

1. osteoarthritis
2. Sellam
3. pincus

نیلوفر پیچ (*Ipomoea tricolor*)

تاریکی ذهن را با کتاب روشن کنیم.