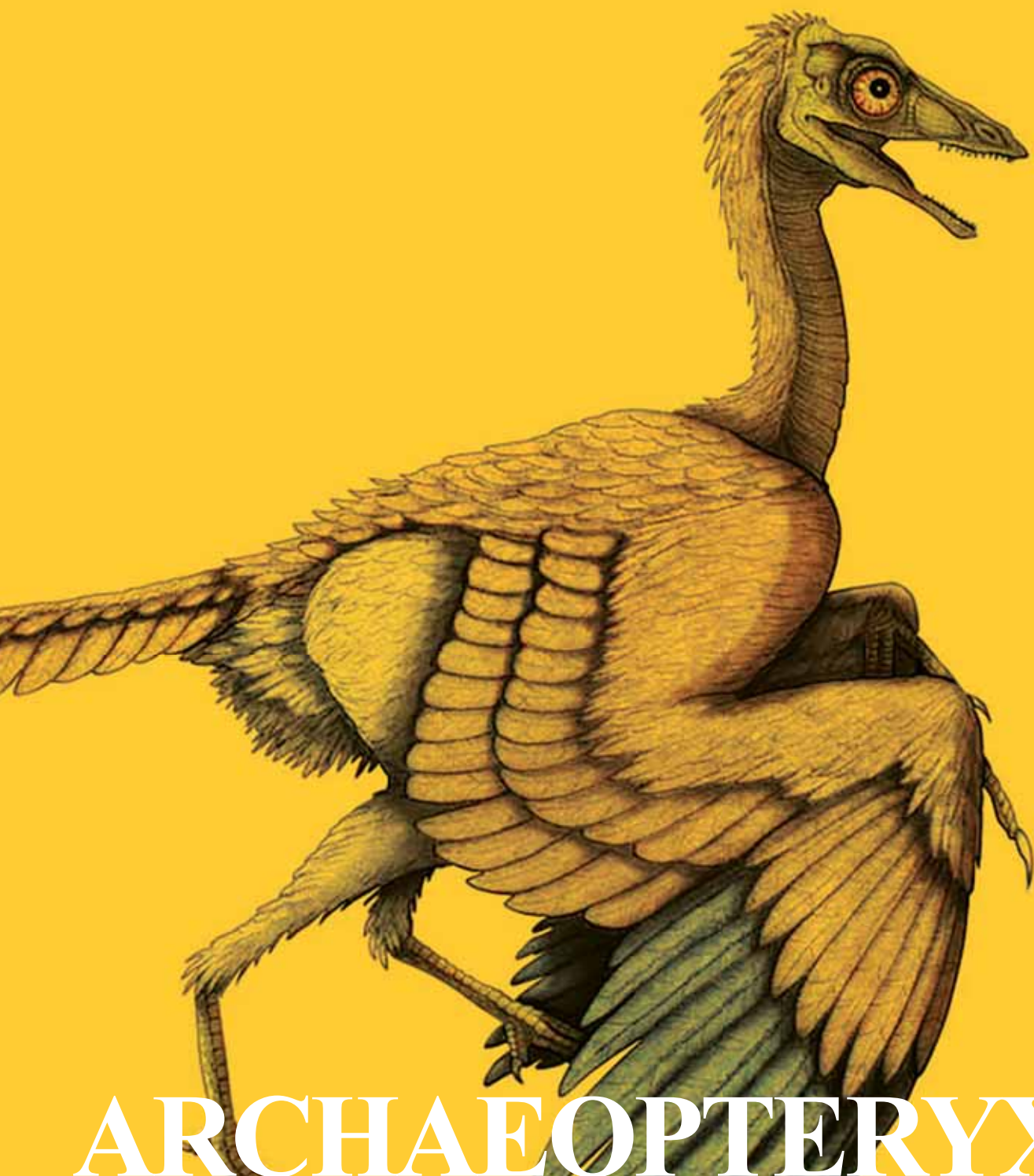


زیست‌شناسی ۱۱۳

رشد آموزش

فصلنامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی | برای معلمان، دانش‌جو معلمان
و کارشناسان وزارت آموزش و پرورش |
دوره سی و سوم | شماره ۲ | زمستان ۱۳۹۸ | ۸۰ صفحه | ۴۹۵۰۰ ریال
w w w . r o s h d m a g . i r

- وقت زیست فناوری
- آموزش زیست‌شناسی در مدارس کشور (گفت‌وگو)
- روش‌های تثبیت کربن دی‌اکسید در اتوتروف‌ها
- پره‌های گمشده سیمرغ: داستان حیرت‌انگیز تکامل پرواز در پرندگان
- پیشنهادهایی برای پروژه‌های دانش‌آموزی
- طراحی و ترسیم خلاقانه نقشه‌های ذهنی و مفهومی زیست‌شناسی
- دگرخواهی در جانوران متفاوت
- چگونگی سازگاری سلول‌ها با میزان اکسیژن



ARCHAEOPTERYX

پره‌ای گمشدهٔ سیمرغ: داستان حیرت‌انگیز تکامل پرواز در پرندگان؛ صفحات ۲۵ تا ۳۳ را بخوانید.



زیست شناسی ۱۱۳

فصلنامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی برای معلمان، دانشجویان و کارشناسان
وزارت آموزش و پرورش | دوره سی و سوم | شماره ۲ | زمستان ۱۳۹۸



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

مدیر مسئول: مسعود فیاضی
سردبیر: محمد کرام الدینی
مدیر داخلی: الهه علوی
هیئت تحریریه (به ترتیب الفبا):
دکتر عباس اخوان سپهری، سید علی آل محمد،
دکتر علیرضا ساری، دکتر نظام جلیلیان،
الهه علوی، دکتر شهریار غریب زاده و
دکتر حسین لاری یزدی
مدیر هنری: کورش پارسا نژاد
طراح یونیفرم: زهره محمودی
طراح گرافیک: نگین حاج زوار
نشانی پستی دفتر مجله:
تهران، صندوق پستی: ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
تلفن: ۰۲۱-۸۸۸۴۳۲۵۱، داخلی ۲۶۷
وبگاه: www.roshdmag.ir
mag.roshd.ir/zist
پیام نگار: zistshenasi@roshdmag.ir
karamudini@gmail.com
پایام: ۳۰۰۸۹۹۵
نشانی امور مشترکین:
تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۶
تلفن امور مشترکین:
۰۲۱-۸۸۸۶۷۳۰۸
چاپ: شرکت افست
شمارگان: ۲۲۰۰

- ◀ وقت زیست فناوری سردبیر ۲
- ◀ بازتاب ۴
- ◀ گفت و گو، آموزش زیست شناسی در مدارس کشور گفت و گو با دکتر مریم کاملی محمد کرام الدینی ۶
- ◀ یادداشت، نوزاد پروانه مونارک هدف دیگری دارد واحد لطفی ۱۲
- ◀ کندوکاو، روش های تثبیت کربن دی اکسید در اتوتروف ها نظام جلیلیان ۱۳
- ◀ عکس های شما عزیز عذار ۲۰
- ◀ کندوکاو، پرهای گمشده سیمرغ، داستان حیرت انگیز تکامل پرواز در پرندگان عرفان خسروی ۲۵
- ◀ مرزهای نو، آیا کریسپر ساده و ارزان است؟ ترجمه مهرگان روزبه ۳۴
- ◀ در کلاس درس، پیشنهادهایی برای پروژه های دانش آموزی زهرا پاک نیت ۳۸
- ◀ پژوهش های دانش آموزی، بررسی تولید حشره کش های گیاهی بهاره جعفری طابوسلو، ملیکا گودرزی، معصومه السادات رحمتی، سعیده سیفی و سید حسن موسی کاظمی ۴۰
- ◀ جهان، چرا دانش آموزان فنلاندی می درخشند؟ محمد علی ابوعلی ۴۸
- ◀ کوتاه و خواندنی ترجمه مهسا حیدری ۵۲
- ◀ تازه ها، فازولیسین: آنتی بیوتیک جدید برای گیاهان ترجمه محمد کرام الدینی ۵۵
- ◀ فاوا، طراحی و ترسیم خلافت نقشه های ذهنی و مفهومی زیست شناسی با نرم افزار مصطفی سهرابلو ۵۶
- ◀ پژوهش های دانش آموزی، تأثیر آنزیم پراکسیداز بر نشاسته شهره سلیمی، نرگس بنفش، کوثر حسن پور و فاطمه مغاللو ۵۹
- ◀ کوتاه و خواندنی، دگرخواهی در جانوران متفاوت فاطمه یزدی زاده ۶۴
- ◀ مرزهای نو، چگونگی سازگاری سلول ها با میزان اکسیژن ترجمه فریده نعمت الهی ۷۱
- ◀ تجربه های آموزشی، پیشنهادهایی برای آموزش حفاظت از محیط زیست مریم صفوی ۷۹

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

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

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



شرح عکس روی جلد:
گرگ خاکستری (Canis Lupus Pallas).
و سیاهکوه اردکان، عکس از مهندس حسن در
مقیمی، عکاس حیات وحش ایران.

تاریخ، پاسخ را به دنبال دارد.

محض یادآوری عرض می‌شود که دوران نوین زیست‌فناوری از اواخر دهه ۱۹۷۰، با ابداع «DNA نوترکیب» و کاربرد آن در بخش سلامت آغاز شد. DNA نوترکیب دهه بعد، پس از بحث‌های فراوان، به صنایع کشاورزی و غذایی هم سرایت کرد و متخصصان زیست‌فناوری با انتقال ژن‌های جدید به جانداران و مهندسی و اصلاح ژنوم آن‌ها متناسب با نیازهای از پیش تعیین شده، به قابلیت‌های میکروبی صنعتی افزودند. پیدایش زیست‌شناسی سامانه‌ها در اواخر دهه ۱۹۹۰ و ظهور زیست‌شناسی مصنوعی در اوایل دهه ۲۰۰۰، باعث دگرگونی طراحی میکروارگانیسم‌ها و جانداران دیگر شد. از آن زمان، میکروارگانیسم‌هایی به دست متخصصان زیست‌فناوری پا به عرصه وجود گذاشتند که می‌توانستند انواع بسیار مختلفی از مواد شیمیایی با اهمیت صنعتی تولید کنند. مثلاً، ژنوم بعضی از باکتری‌ها و مخمرها که مدت‌ها بود، از جمله برای تولید سوخت‌های زیستی کاربرد داشتند، بازطراحی و حتی مواد شیمیایی غیرطبیعی مانند بنزین نیز با فنون مهندسی متابولیک تولید شد.

گریز ممکن نیست. امروزه محصولات و کاربردهای عملی زیست‌فناوری را می‌توان در همه‌جا مشاهده کرد، از داروهای شفاف‌بخش تا مواد غذایی عالی و سوخت‌های پاک. متخصصان زیست‌فناوری با تغییر ترکیب ژنی گیاهان کاشتنی و دام‌ها در برابر آفات و بیماری‌ها، محصولات بیشتر، بهتر و مقاوم‌تر به دست می‌آورند؛ با اصلاح ساختار ژنی میکروارگانیسم‌های مختلف، داروهای بیشتر و مؤثرتر تولید می‌کنند؛ با ارائه اثر انگشت DNA در دادگاه‌ها و مراجع قضایی مشکلات مربوط به حضانت کودک و نیز تعیین مجرم را حل می‌کنند و حتی برای ایجاد ریزپردازنده‌های مورد نیاز در سامانه‌های رایانه‌ای نیز از مولکول‌های زیستی استفاده می‌کنند.

پیشنهادهای

در حال حاضر، برای گسترش آموزش زیست‌فناوری در مدارس می‌توان در برنامه‌های درسی ابتدایی و متوسطه تغییراتی ایجاد کرد.

برای مدارس ابتدایی می‌توان روش‌های سنتی زیست‌فناوری را مورد بررسی قرار داد تا دانش‌آموزان با انجام آزمایش با میکروارگانیسم‌ها به این نتیجه برسند که این جانداران نقش مهمی در تولید مواد غذایی دارند و بیاموزند که به شکلی متفاوت به میکروارگانیسم‌ها نگاه کنند. علاوه بر این، می‌توان در این دوره با بررسی کمپوست، نقش قارچ‌ها، باکتری‌ها و سایر موجودات کوچک را در تجزیه مواد بررسی کرد.

برای دوره متوسطه، می‌توان فرایندهای زیست‌فناوری را در مباحث بوم‌شناختی و محیط زیستی، مثلاً، اثرهای میکروارگانیسم‌ها بر چرخه نیتروژن، گنجاند. البته، در زمینه آموزش بهداشت نیز باید باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها را به‌عنوان عوامل بیماری‌زا در عفونت‌ها مورد بررسی قرار داد.

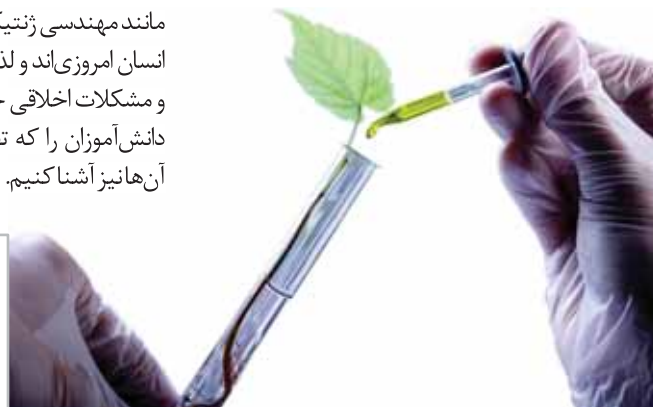
در این دوره، هنگام بحث درباره فیزیولوژی انسان می‌توان آنزیم‌ها و فناوری‌های آنزیمی را به‌عنوان موضوعی اصلی انتخاب کرد و با آزمایش‌های آسان، مثلاً با بحث درباره تجزیه پکتین در فرایندهای تولیدی آبمیوه، می‌توان با زمینه‌های مهم اقتصادی زیست‌فناوری ارتباطی برقرار کرد. در این دوره، به‌ویژه فنون نوین کشت رانیز می‌توان با مباحث زیست‌فناوری مرتبط کرد.

در دوره متوسطه، همچنین می‌توان دانش‌آموزان را نه تنها با کاربردهای زیست‌فناوری، بلکه با پیشرفت تاریخی دانش این فن آشنا کرد. دانش‌آموزان باید روش‌های اصلی مورد استفاده در زیست‌فناوری را بدانند و بیاموزند که به شیوه‌ای استدلالی درباره کاربردهای آن قضاوت کنند. بنابراین، جنبه‌های اخلاقی و اجتماعی پیچیده زیست‌فناوری را نیز باید در کلاس‌های درس مطرح کرد. چون، فنون نوینی مانند مهندسی ژنتیک در حال دگرگون کردن زندگی انسان امروزی‌اند و لذا، در عین حال آدمی را با سؤالات و مشکلات اخلاقی جدیدی روبه‌رو کرده‌اند. پس، باید دانش‌آموزان را که تصمیم‌گیرندگان فردا هستند، با آن‌ها نیز آشنا کنیم.

زمستان تان بهاری باد

پی‌نوشت

۱. کرام‌الدینی، م. «تدریس بیوتکنولوژی در مدارس»؛ نشریه رهاورد، ش ۱؛ (تابستان ۱۳۷۲).



گریز ممکن نیست. امروزه محصولات و کاربردهای عملی زیست‌فناوری را می‌توان در همه‌جا مشاهده کرد



در حال حاضر، برای گسترش آموزش زیست‌فناوری در مدارس می‌توان در برنامه‌های درسی ابتدایی و متوسطه تغییراتی ایجاد کرد

رفتار حل مسئله

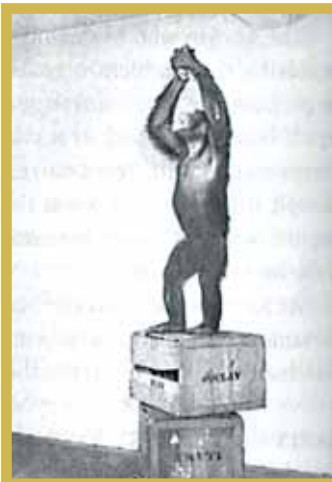
در صفحه ۱۱۲ کتاب زیست‌شناسی ۳ پایه دوازدهم (رفتارشناسی)، نوشته شده است: حل مسئله: برخی از جانوران می‌توانند از تجربه‌های قبلی خود برای حل مسئله‌ای که با آن روبه‌رو شده‌اند، استفاده کنند. در یکی از آزمایش‌های مربوط به این رفتار، شامپانزه‌ای را در اتاقی گذاشتند که تعدادی موز از سقف آن آویزان بود و چند جعبه چوبی هم در اتاق وجود داشت. شامپانزه پس از چند بار بالا پریدن و تلاش ناموفق برای رسیدن به موزها، جعبه‌ها را روی هم قرار داد، از آن‌ها بالا رفت و به موزها دست یافت. در رفتار حل مسئله، جانور بین تجربه‌های گذشته و موقعیت جدید ارتباط برقرار می‌کند و با استفاده از آن‌ها برای حل مسئله جدید، آگاهانه برنامه‌ریزی می‌کند.



این موضوع در ذهن دانش‌آموزان و برخی همکاران باقی است که شامپانزه بین کدام تجربیات گذشته و موقعیت جدید ارتباط برقرار کرده است! به‌خصوص اینکه در ذهن همکاران این مطلب از کتاب زیست‌شناسی پیش‌دانشگاهی قبلی به یادگار مانده که: «... در رفتار حل مسئله، جانور بدون آزمون و خطا از تجربیات گذشته برای حل مسئله جدید استفاده می‌کند». برای آگاهی از «تجربه گذشته شامپانزه» می‌توان به کتاب مقدمه‌ای بر رفتارشناسی، نوشته اوبروی منینگ، ترجمه عبدالحسین وهاب‌زاده مراجعه کرد.

در صفحه ۳۱۱ این کتاب نوشته شده است: «... به شامپانزه‌هایی که در این آزمایش شرکت کرده‌اند؛ قبلاً اجازه داده شده با جعبه‌ها بازی کنند و نوعی یادگیری نهفته ناشی از آزمون و خطا برای ساختن تلسی از جعبه‌ها و بالا رفتن از آن را قبلاً فرا گرفته بودند. سپس این شامپانزه‌ها در اتاقی که موز از سقف آن آویزان بود و تعدادی جعبه جدا از یکدیگر در اتاق قرار داده شده بود، توانستند بین تجارب گذشته، یعنی روی هم قراردادن جعبه‌ها و بالا رفتن از آن‌ها، مسئله جدید، یعنی دستیابی به موز آویزان از سقف، ارتباط برقرار کنند.»

سیدعسکری بنی‌هاشمی



حل مسئله در شامپانزه

دانش‌آموزان گفتند که معلم شیمی عهده‌دار تدریس کتاب محیط‌زیست است؛ اما تاکنون و در این شش ماه حتی یک کلمه در مورد محیط‌زیست تدریس نکرده است

موجود مفلوکی به نام «محیط‌زیست» در نظام آموزشی ایران

دانش‌آموزی که از پیش‌دبستانی وارد چرخه آموزشی ما می‌شود، تا قبل از دوره دوم متوسطه نامی از «محیط‌زیست» در کتاب‌های درسی خود نمی‌بیند. تنها در پایه یازدهم که به رقابت پوشالی کنکور نزدیک می‌شود و فشار و فشردگی درس‌ها او را از همه طرف احاطه می‌کنند، برای بار نخست چشمش به کتاب درسی «انسان و محیط‌زیست» می‌افتد.

در یکی از کلاس‌های پایه یازدهم در مدرسه‌ای از دانش‌آموزان در مورد این درس و کیفیت آموزش آن پرسیدم. دانش‌آموزان گفتند که معلم شیمی عهده‌دار تدریس کتاب محیط‌زیست است؛ اما تاکنون و در این شش ماه حتی یک کلمه در مورد محیط‌زیست تدریس نکرده است، بلکه به جای آن شیمی درس می‌دهد و گهگاه برای دانش‌آموزان تست کنکور حل می‌کند. ظاهراً هم دانش‌آموزان و هم اولیای آنان از

این موضوع راضی هستند؛ چرا که این معلم خلاق جزوهای کم‌حجم مشتمل بر پرسش و پاسخ‌های کوتاه تهیه کرده و در اختیار دانش‌آموزان قرار داده است. از حدود ۱۰۰ سؤال طرح شده حدود ۲۰ سؤال در امتحان طرح می‌شود و جالب است که همه دانش‌آموزان کلاس نمرات بالایی در درس محیط‌زیست کسب کرده‌اند. مدیر و سایر عوامل آموزشی مدرسه هم ظاهراً از این وضعیت راضی‌اند، چرا که اولاً، سطح نمرات دانش‌آموزان بالاست و دیگر این که کسی شاکی نیست و رضایت در حد کافی و وافی در مدرسه برقرار است.

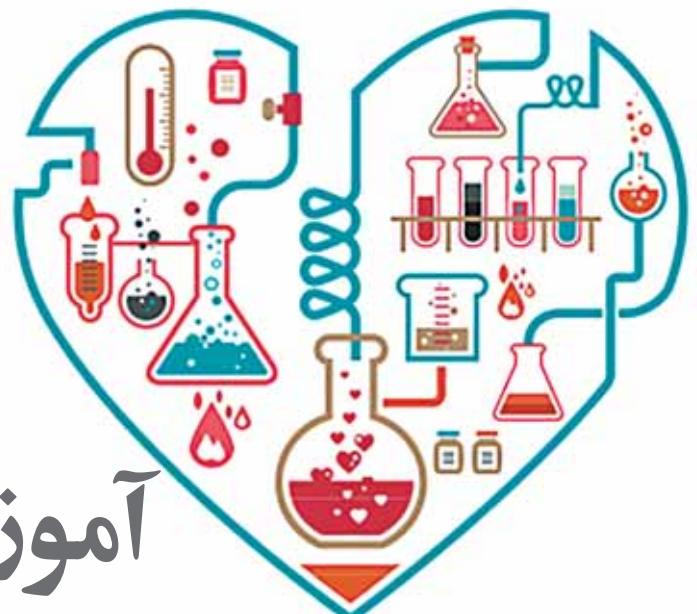
این تنها نمایی از وضعیت یک «درس مهم» آن هم در یک مدرسه نسبتاً برخوردار در یک منطقه آموزشی است. اداره آموزش و پرورش و گروه‌های آموزشی هم اساساً با این موضوعات کاری ندارند. کسی با کیفیت آموزش کاری ندارد و این در حالی است که در این وزارت‌خانه، مرکزی برای پایش کیفیت آموزش پیش‌بینی شده است.

پرسش این است که اساساً «علم» و «تفکر علمی» چه زمانی قرار است وارد برنامه‌های درسی شود؟ «بحران سیل» که چندی است کشور و افکار عمومی را درگیر کرده، در درجه نخست ناشی از بی‌توجهی و بی‌اعتنایی به «محیط‌زیست» است. دست خانواده در تربیت کودک در زمینه آموزش‌های محیط‌زیست و احترام به طبیعت خالی است. دانش‌آموز در آموزش و پرورش و نیز در نظام آموزش عالی چیزی در این باره آموزش نمی‌بیند و تجربه نمی‌کند. حال از این فرد که انتظارات یک شهروند مسئول از او می‌رود، دقیقاً باید چه چیزی را خواست؟ آیا برای چیزی که آموزش ندیده و تجربه نکرده است باید او را مورد سرزنش قرار داد؟ آیا اساساً گفت‌وگو یا مباحثه‌ای در این زمینه صورت می‌گیرد؟

در چند درصد از مدارس ما محیط‌زیست حضوری فعال دارد؟ انبوه زباله‌هایی که در حیاط به چشم می‌آیند و وضعیت درختان و پوشش گیاهی و حتی رنگ‌آمیزی دیوارها و... می‌تواند ابعاد فاجعه را بیش از پیش نمایان سازد.

علی پورسلیمان





آموزش زیست‌شناسی

اشاره

مریم کاملی دکترای زیست‌شناسی تکوینی دارد و ۲۸ سال است که در مدارس مختلف دولتی، غیرانتفاعی و تیزهوشان، زیست‌شناسی تدریس می‌کند. او به‌مدت چهار سال سابقه همکاری با پژوهش‌سرای جوان منطقه ۵ آموزش و پرورش شهر تهران دارد و با پروژه‌های دانش‌آموزی برای ارائه در جشنواره خوارزمی و نیز در همایش‌های دانش‌آموزی ستاد زیست فناوری ریاست جمهوری همکاری داشته است. برگزاری کارگاه‌های عملی و نظری برای دانش‌آموزان و معلمان زیست‌شناسی مناطق ۱۹گانه شهر تهران نیز از فعالیت‌های حرفه‌ای اوست. کاملی اکنون سرگروه درس زیست‌شناسی آموزش و پرورش شهر تهران و نیز نماینده دبیران زیست‌شناسی در فرهنگستان زبان و ادب فارسی برای پی‌گیری و بررسی مجدد واژه‌های نونگاشت زیست‌شناسی است. به همین علت‌ها، با دبیران زیست‌شناسی شهر تهران و دیگر استان‌های کشور در ارتباط دائم است. از ایشان مقاله‌ای تحت عنوان «نقد و بررسی نوآوری‌های زیست‌شناسی پیشنهادی فرهنگستان» در شماره ۱۱۰ همین نشریه (زمستان ۱۳۹۷) به چاپ رسیده است.

کلیدواژه‌ها: آموزش زیست‌شناسی، کنکور.

شما روند آموزش زیست‌شناسی را در مدارس متوسطه کشورمان در سال‌های اخیر چگونه ارزیابی می‌کنید؟ چه مشکلاتی در این راه می‌بینید؟

شما خود در سرمقاله شماره پاییز ۱۳۹۸، مشکلات و دشواری‌های آموزش زیست‌شناسی در مدارس کشور را از زبان معلمان زیست‌شناسی کشور به‌خوبی شرح داده و ترسیم کرده‌اید. مهم‌ترین مشکل کنکور است. می‌دانیم که روند آموزش در مدارس کشورمان تحت تأثیر کنکور است که متأسفانه آموزش، از جمله آموزش زیست‌شناسی را از شکل تجربی و آزمایشگاهی

که در همه کشورها در حال اجراست، خارج کرده. بنابراین، باید تعادلی بین آموزش زیست‌شناسی به‌منظور آمادگی کنکور و آموزش صحیح همراه با پژوهش برقرار شود. کنکور نظام آموزشی ما را به‌جای پژوهش محوری، نمره‌محور کرده است. تأثیر کنکور حتی در طرح سؤالات امتحان‌های میان‌ترم هم مشاهده می‌شود. جای سؤالات آزمایشگاهی و پژوهشی در این آزمون‌ها خالی است.

چه راهی برای اصلاح به نظر تان می‌رسد؟
باید علاوه بر اینکه کنکور را می‌پذیریم، حداقل

در مدارس کشور

کلاس‌های درس
زیست‌شناسی محل‌های
آشنایی دانش‌آموزان با
مسائل مرتبط با تندرستی
و مسائل مربوط به آن و
بیماری‌ها و نیز مسائل مربوط
به بوم‌شناسی است

گفت‌وگوکننده: محمد کرام‌الدینی

گفت‌وگو با دکتر
مریم کاملی
سرگروه درس
زیست‌شناسی
آموزش و پرورش
شهر تهران

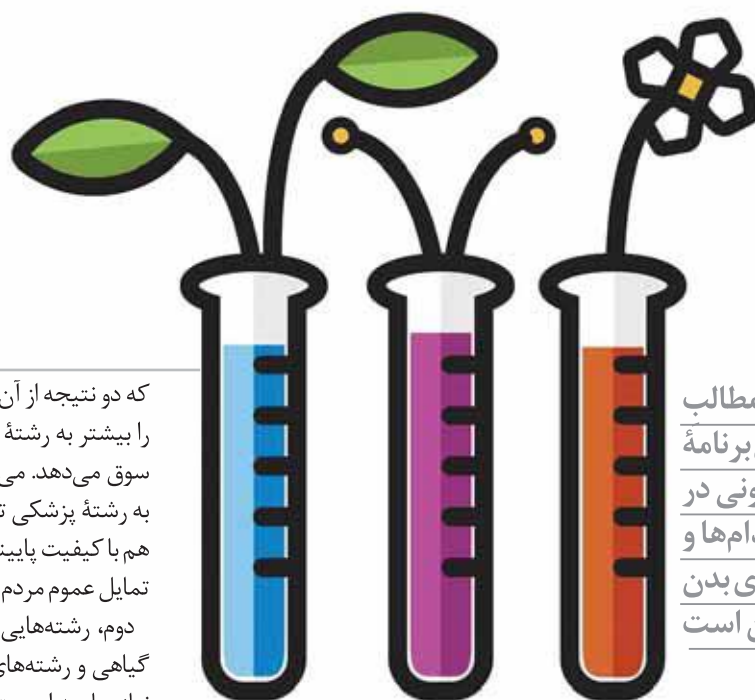


جایی هم برای پژوهش و فعالیت‌های آزمایشگاهی در مدارس باز کنیم؛ در غیر این صورت، این نحوه نادرست آموزش بر جامعه اثر می‌گذارد. کلاس‌های درس زیست‌شناسی محل‌های آشنایی دانش‌آموزان با مسائل مرتبط با تندرستی و مسائل مربوط به آن و بیماری‌ها و نیز مسائل مربوط به بوم‌شناسی است. دانش‌آموزان باید بتوانند به راحتی و با آرامش خاطر پرسش‌های خود را از فردی مطمئن که همان معلم است، پرسسند. در حالی که معمولاً در طرح درس معلم‌ها زمانی برای بحث و چالش در این زمینه‌ها قرار داده نمی‌شود. بنابراین، باید تعادلی ایجاد کنیم، در غیر این صورت دانش‌آموزانی تربیت کرده‌ایم که در هیچ زمینه‌ای مهارت و تخصص ندارند و حتی از پس مشکلات خود هم برنمی‌آیند، چه رسد به مشکلات جامعه.

چه موارد دیگری در این زمینه به نظرتان می‌رسد؟

از موارد دیگر، حذف درس و ساعات هفتگی آزمایشگاه زیست‌شناسی است. درسی که هم‌اکنون تحت عنوان «آزمایشگاه علوم تجربی» تدریس می‌شود، جز دردسر برای دانش‌آموز و معلمی که مسئول آن است، نتیجه دیگری ندارد.

کم بودن تعداد سرفصل‌های بخش گیاهی برنامه درسی نسبت به بخش جانوری نیز یکی دیگر از مشکلات است. بیشتر مطالب جانوری برنامه درسی کنونی در زمینه اندام‌ها و بافت‌های بدن انسان است



بیشتر مطالب
جانوری برنامه
درسی کنونی در
زمینه اندام ها و
بافت های بدن
انسان است

که دو نتیجه از آن حاصل می شود: اول، دانش آموزان را بیشتر به رشته پزشکی و رشته های وابسته به آن سوق می دهد. می دانیم که افزایش تقاضا برای ورود به رشته پزشکی تبعات خوبی برای جامعه ندارد؛ آن هم با کیفیت پایینی که بسیاری از دانشگاه ها به علت تمایل عموم مردم به وجود آورده اند.

دوم، رشته هایی مثل کشاورزی، زیست شناسی گیاهی و رشته های وابسته به محیط زیست که الآن نیاز جامعه است و در بسیاری از کشورها دارای اهمیت بسیاری هستند، کم اهمیت شده اند.

همچنین، فقط در دو فصل از کتاب دوازدهم به رشته مهمی مثل زیست فناوری اشاره شده است. می توان آزمایش های جالب و راحتی برای این فصل ها در نظر گرفت. البته، آزمایش هایی در برنامه فعلی وجود دارند، ولی به علت کم اطلاعی معلم های زیست شناسی اجرا نمی شوند؛ حتی گاه آموزش نظری مطالب مرتبط با این بخش هم به خوبی انجام نمی شود.

اگر به کم و کیف آموزش زیست شناسی در چهل سال گذشته در کشورمان بپردازیم، هم در برنامه درسی، مانند تعداد صفحات کتاب های درسی، هم در تعداد ساعات هفتگی زیست شناسی، هم در مباحث درسی و هم در تعداد کتاب های درسی برای هر پایه و پایه های مختلف روندی کاهشی می بینیم. به نظر شما این روند کاهشی تا چه اندازه با پیشرفت جهانی و انفجار علوم زیستی به ویژه در سده بیست و یکم مطابقت دارد؟

در چند سال اخیر دانش جهانی زیست شناسی هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی افزایش قابل توجه داشته است. رشد علم زیست شناسی به گونه ای شتابان است که اگر حدود دو سال از آن دور باشی، هنگام بازگشت مجدد به آن با مطالب جدید و حجم زیادی





در چند سال اخیر شاهد کاهش ساعات هفتگی درس زیست‌شناسی و حجم کتاب‌های درسی زیست‌شناسی بوده‌ایم

و تألیف کرد. پرداختن به مسائل بوم‌شناختی و مطالب مرتبط با آن نیاز جامعه است. آشنایی با روش‌های جدید تولید محصولات پزشکی، کشاورزی، صنعت و محیط‌زیست که همه از گرایش‌های زیست‌فناوری هستند، ضروری است. برای بعضی از فصل‌های کتاب درسی نیازی نیست وارد جزئیات شویم. باید مطالب طوری تدوین شوند که اطلاعات کلی، ولی جامع و قابل فهمی را به دانش‌آموز بدهند و در صورتی که دانش‌آموز به آن علاقه‌مند بود، می‌تواند در دانشگاه به‌طور تخصصی به آن وارد شود.

ممکن است برای اشکالاتی که فرمودید حداقل یک مثال بزنید؛ مانند آنچه در مورد ژنتیک گفتید؟

چون قبلاً در ارزیابی و نقد کتاب‌های جدید تألیف اشکالات به‌صورت تخصصی و با جزئیات کامل مطرح شده است، در اینجا بازگویی مجدد آن وقت شما و خوانندگان محترم را خواهد گرفت. بنابراین فقط به یک مورد بسنده می‌کنم:

در فصل مربوط به زیست‌فناوری، چون شروع آشنایی دانش‌آموزان با این موضوع به‌صورت کامل و مفصل است (آشنایی اولیه دانش‌آموزان با این فصل به پایه هشتم برمی‌گردد) و با توجه به تعداد کم صفحات اختصاص داده شده برای این فصل، باید اطلاعات کلی و جامعی از موضوع مطرح شود، تا دانش‌آموز مفهوم درستی از زیست‌فناوری و کاربردهای آن به‌دست آورد؛ ولی در این فصل به یکی از موضوع‌ها که انتقال ژن در این فناوری نوین است و کاربرد بعضی از بخش‌ها که در پژوهش‌های ایران

مواجه می‌شود که گویی با آن بیگانه‌ای؛ ولی اینکه بخواهیم همه سرفصل‌ها را حتی با کیفیت متوسط وارد کتاب‌های درسی کنیم، امکان‌پذیر نیست. دانش‌آموزان علاوه بر زیست‌شناسی باید مهارت‌های دیگری را هم در دبیرستان کسب کنند.

البته، در چند سال اخیر شاهد کاهش ساعات هفتگی درس زیست‌شناسی و حجم کتاب‌های درسی زیست‌شناسی بوده‌ایم. علاوه بر این، بعضی کتاب‌های مرتبط با زیست‌شناسی هم از برنامه حذف شده‌اند. کاهش تعداد ساعات هفتگی درس زیست‌شناسی کاری نادرست بوده است که امیدواریم در این مورد تجدید نظر شود. کاهش حجم کتاب‌های درسی به‌درستی انجام نشده است. می‌توانم بگویم توزیع مطالب در کتاب‌های درسی هم به‌درستی انجام نشده است. مثلاً، در بعضی سرفصل‌ها خلاصه‌ای از مطالب به شکل نامفهوم آورده شده و در بعضی دیگر از فصل‌ها مانند ژنتیک، با وجود اینکه حجم زیادی از کتاب به آن اختصاص داده شده است، باز هم توزیع مناسب و روند منظمی از مطالب رانمی‌بینیم. مثلاً، در برخی موارد دو صفحه از کتاب به موضوعی اختصاص داده شده است که می‌شد آن را حتی در یک پاراگراف خلاصه کرد؛ در حالی که به بخش‌هایی که نیاز به توضیح بیشتر دارند، فضای مناسبی اختصاص داده نشده است و از نظر دبیران فضاهایی خالی از مطالب اصلی وجود دارد که باید آن‌ها را در کلاس درس جبران کنند. متأسفانه، تعداد ساعات هفتگی که به آن اختصاص داده شده است، جواب‌گو نیست. البته منظور محاسبات عددی ژنتیکی و فصل‌هایی که از ژنتیک حذف شده‌اند، نیست (حذف این بخش‌ها از نظر بسیاری از دبیران کار درستی است؛ منظور زمان بیشتری است که باید برای تفهیم و ارتباط بین موضوع‌ها صرف شود.

به نظر من باید کتاب‌های درسی به‌خصوص زیست‌شناسی را بر اساس نیازهای جامعه فصل‌بندی

اگر برای معلمان کارگاه‌های یک‌روزه همراه با آزمایش‌های مربوط برگزار شود، تأثیر بیشتری خواهد گذاشت

در حال اجراست و به شکل کاربردی درآمده، توضیح مختصر داده شده است. این فصل اگر با مثال‌های کاربردی که در حل مشکلات محیط زیستی بسیار مؤثرند همراه شود، می‌تواند یکی از پرتعدادترین رشته‌های دانشگاهی باشد و در کارآفرینی نیز نقش مهمی ایفا کند.

نظر شما درباره نحوه آموزش معلمان زیست‌شناسی در حال حاضر چیست؟

با توجه به جدیدالتألیف بودن کتاب‌های درسی زیست‌شناسی، بازنگری مطالب درسی و آموزش آن‌ها از نیازهای ضروری برای آموزش این کتاب‌هاست. دوره‌های آموزش ضمن خدمتی که به صورت برخط برگزار شده است، تا حدود زیادی این نیاز را برطرف کرده‌اند؛ حضور مؤلفان این کتاب‌ها و توضیح مطالب هر فصل کمک بزرگی به پاسخ‌گویی به بسیاری از پرسش‌ها کرده است؛ به خصوص با وجود مشکلات ترافیک و کم بودن زمان، این روش آموزش مؤثر است؛ ولی کافی نیست. اگر کارگاه‌های یک‌روزه همراه با آزمایش‌های مربوط برگزار شود، تأثیر بیشتری خواهد گذاشت. برگزاری این کارگاه‌ها علاوه بر ارتباط مستقیم معلم‌ها با مدرسان و رفع اشکال، خود یک هم‌اندیشی بین معلمان برقرار می‌کند که در آموزش و رفع اشکال این کتاب‌ها مؤثر است. این کارگاه‌ها می‌توانند طی دو روز پشت سر هم، در آخر هفته از صبح تا عصر در یک پژوهش‌سرا با امکانات آزمایشگاهی خوب برگزار شوند.

تهیه پویانمایی‌ها (انیمیشن‌ها) و فیلم‌های آموزشی مناسب از سوی وزارت آموزش و پرورش برای بعضی





رشد آموزش زیست‌شناسی تنها نشریه زیست‌شناسی است که مورد قبول معلمان و اساتید دانشگاه‌هاست

به‌روزی است که همه گرایش‌های زیست‌شناسی را شامل می‌شوند. مقالات شما به زبانی شیوا و روان ترجمه و یا تدوین می‌شوند و بیشتر آن‌ها هم‌سو با سرفصل‌های کتاب‌های درسی هستند. بنابراین، خود این نشریه همانند یک کتاب راهنمای معلم؛ اما در سطحی بالاتر عمل می‌کند که خود کمک بزرگی به تفهیم مطالب کتاب‌های درسی است و بسیاری از پرسش‌های تخصصی را پاسخ می‌دهد.

علاوه بر این، نشریه رشد آموزش زیست‌شناسی شامل مقالاتی در رابطه با نحوه آموزش زیست‌شناسی در مدارس است که بیشتر آن‌ها بسیار جذاب و مفیدند. همچنین، دارای خبرهایی مرتبط با موضوع زیست‌شناسی است که خود در اطلاع‌رسانی نقش مهمی ایفا می‌کنند؛ مانند خبرهای مربوط به المپیادهای زیست‌شناسی، همایش‌ها، کنفرانس‌ها و انجمن‌های علمی مرتبط با زیست‌شناسی.

توصیه من به این نشریه، به‌عنوان خواننده علاقه‌مند این است که همان‌طور که تنوع موضوع و مقالات را رعایت کرده‌اید، سعی کنید مقالاتی به چاپ برسانید که بتوانند کمبودهای علمی و آموزشی کتاب‌های درسی را جبران کنند. از چاپ مقالات قدیمی و موضوع‌های کم‌اهمیت بپرهیزید؛ چون کیفیت بالای مطالب این نشریه و همراه بودن با مشکلات معلم‌ها و کتاب‌های درسی عوامل جذب مخاطبین است؛ به‌خصوص که تنها نشریه زیست‌شناسی است که مورد قبول معلمان و اساتید دانشگاه‌هاست.

از شما سپاسگزاریم.

بخش‌های دشوار و نامفهوم کمک بزرگی به بهبود آموزش می‌کند. به‌علاوه، باعث یکسان‌سازی روند آموزش در مدارس و جلوگیری از تدریس سلیقه‌ای و خارج از چارچوب می‌شود.

چگونه می‌توان معلمان را به انجام کارهای عملی بیشتر در حین تدریس ترغیب کرد؟

اکثر معلم‌های زیست‌شناسی به دلیل آشنا نبودن با روش‌های آزمایشگاهی تمایلی به انجام آزمایش ندارند و کمبود وقت و امکانات را بهانه قرار می‌دهند. البته، نمی‌توان منکر نبودن امکانات اولیه آزمایشگاهی، مانند میکروسکوپ در بسیاری از مدارس بود؛ ولی تشریح اندام‌ها در کلاس درس هم امکان‌پذیر است. برای ترغیب معلم‌هایی توان کارگاه‌های آزمایشگاهی را به‌صورت آموزش ضمن خدمت و با امتیازهای بالا برگزار کرد، تا ضمن آشنایی با روش‌های آزمایشگاهی به این باور برسند که انجام آزمایش‌ها باعث سرعت و تفهیم عمیق مطالب درسی می‌شود. علاوه بر این، می‌توان در فرم امتیازبندی امتیازهای ویژه‌ای برای دبیرانی که تدریس همراه با آزمایش انجام می‌دهند، در نظر گرفت.

درباره این نشریه، یعنی نشریه رشد آموزش زیست‌شناسی چه نظری دارید؟ با توجه به اینکه در حال حاضر از این نشریه فقط سه شماره در سال منتشر می‌شود، چه توصیه‌هایی برای بهبود آن دارید؟

اینجانب از همان سال‌های اول دوره کارشناسی از علاقه‌مندان این نشریه بوده‌ام. علت آن وجود مقالات

نوزاد پروانه مونا رک هدف دیگری دارد



واحد لطفی

دبیر زیست‌شناسی سروآباد

Vahed.lotfi@hotmail.com

و دریچه ورود دانش آموزان به دنیای زیست‌شناسی است. هدف اصلی این صفحه از کتاب، اشاره به رفتار مهاجرت به عنوان یکی از شگفتی‌های دنیای زنده است. همچنین، به مواردی مرتبط با زیست‌شناسی، مانند خوردن، پرواز کردن، یاخسته‌های عصبی و ... اشاره کلی دارد. در سایر فصل‌ها هم قبل از شروع گفتار اول، مطلبی مرتبط با فصل، برای ایجاد انگیزه و اشتیاق برای دانش آموزان نوشته شده است؛ مانند قلب مصنوعی در ابتدای فصل چهارم زیست‌شناسی پایه دهم یا نوار مغزی در ابتدای فصل اول زیست‌شناسی پایه یازدهم و موارد مشابه دیگر.

توجه به جزئیات در زیست‌شناسی لازم است اما هنگامی که اصل و شیرازه مطلب آموخته شده باشد. در غیر این صورت کمکی به یادگیری نخواهد کرد. بمباران اطلاعاتی دانش آموزان باعث انبار انبوهی از اطلاعات در ذهن آن‌ها خواهد شد. انبوه اطلاعات، بدون قرار گرفتن در چارچوبی کلی و معنادار، هرگز مفید نخواهد بود و کارایی نخواهد داشت. اصل را فدای فرع نکنیم و با اهمیت دادن زیاد به موضوعات جانبی باعث فاصله گرفتن دانش آموزان از اهداف آموزشی کتاب درسی نشویم و سعی کنیم تسهیل‌گر فرایند یادگیری باشیم.

کلیدواژه‌ها: پروانه مونا رک، کتاب کمک آموزشی.

مدتی پیش، تعدادی از کتاب‌های کمک آموزشی انتشارات مختلف را ورق می‌زدیم. به موارد جدیدی در مورد نوزاد پروانه مونا رک برخورد کردم. نوشته بود: «دقت کنید! نوزاد پروانه مونا رک سفیدرنگ است و نوارهای سطح بدنش زرد و مشکی هستند و ضخامت این نوارها یکسان نیست! توجه کنید که نوزاد پروانه مونا رک دارای شش شاخک است که طول شاخک‌ها متفاوت است! نوزاد پروانه مونا رک از گیاهی دولپه‌ای تغذیه می‌کند و ...».

نمی‌دانم هدف این کتاب‌ها از مطرح کردن این موضوعات چیست و این مطالب چه ارتباطی با اهداف آموزشی فصل اول از کتاب زیست‌شناسی ۱ دارد؛ اما بعید می‌دانم هدف مؤلف از گذاشتن این تصویر هیچ کدام از موارد فوق باشد.

در کتاب‌های مرجع و شناخته شده زیست‌شناسی، همچون بیولوژی سلولومون و بیولوژی کمپبل، در ابتدای هر فصل، موضوعی جذاب و مرتبط با فصل، برای برقراری رابطه صحیح خواننده با موضوع فصل گنجانده شده است. تصویر نوزاد پروانه مونا رک در صفحه اول کتاب زیست‌شناسی پایه دهم، اولین تصویر از اولین کتاب زیست‌شناسی متوسطه دوم

**هدف اصلی صفحه اول کتاب
درسی زیست‌شناسی پایه
دهم اشاره به رفتار مهاجرتی
به عنوان یکی از شگفتی‌های
دنیای زنده است**

روش‌های تثبیت کربن دی‌اکسید در اتوتروف‌ها

کلیدواژه‌ها:

تثبیت کربن دی‌اکسید اتوتروف، چرخه.

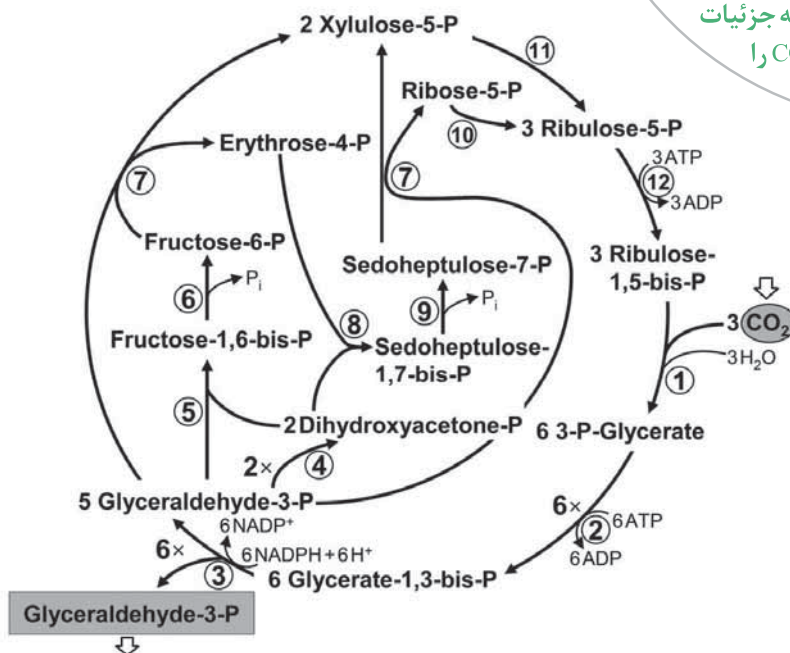
مقدمه

تثبیت CO_2 و تولید مواد آلی توسط جانداران اتوتروف برای حیات کره زمین مهم و حیاتی است؛ زیرا مواد آلی مورد نیاز جانداران هتروتروف را تأمین می‌کند. تاکنون شش روش مختلف برای تثبیت CO_2 در اتوتروف‌ها شناسایی شده است که طی آن‌ها سالانه بالغ بر ۲۰۰ میلیارد تن کربن دی‌اکسید تثبیت می‌شود. تثبیت کربن دی‌اکسید واکنشی انرژی‌خواه است و به منبع انرژی و همچنین ترکیبات احیاکننده برای تأمین الکترون نیاز دارد. الکترون‌های مورد نیاز توسط مولکول‌هایی همچون فردوکسین احیاشده، NADH و NADPH و انرژی به‌طور مستقیم توسط ATP تأمین می‌شود. البته، منبع اولیه انرژی نور گوگرد و یا هیدروژن است. با توجه به وجود آنزیم‌ها، کوآنزیم‌ها و متابولیت‌های متعدد در مسیرهای تثبیت CO_2 ، در ادامه سعی می‌کنیم بدون پرداختن به جزئیات این روش‌های طبیعی تثبیت CO_2 را معرفی کنیم.

نظام جلیلیان
دکترای زیست‌شناسی و
دبیر زیست‌شناسی خرمشهر

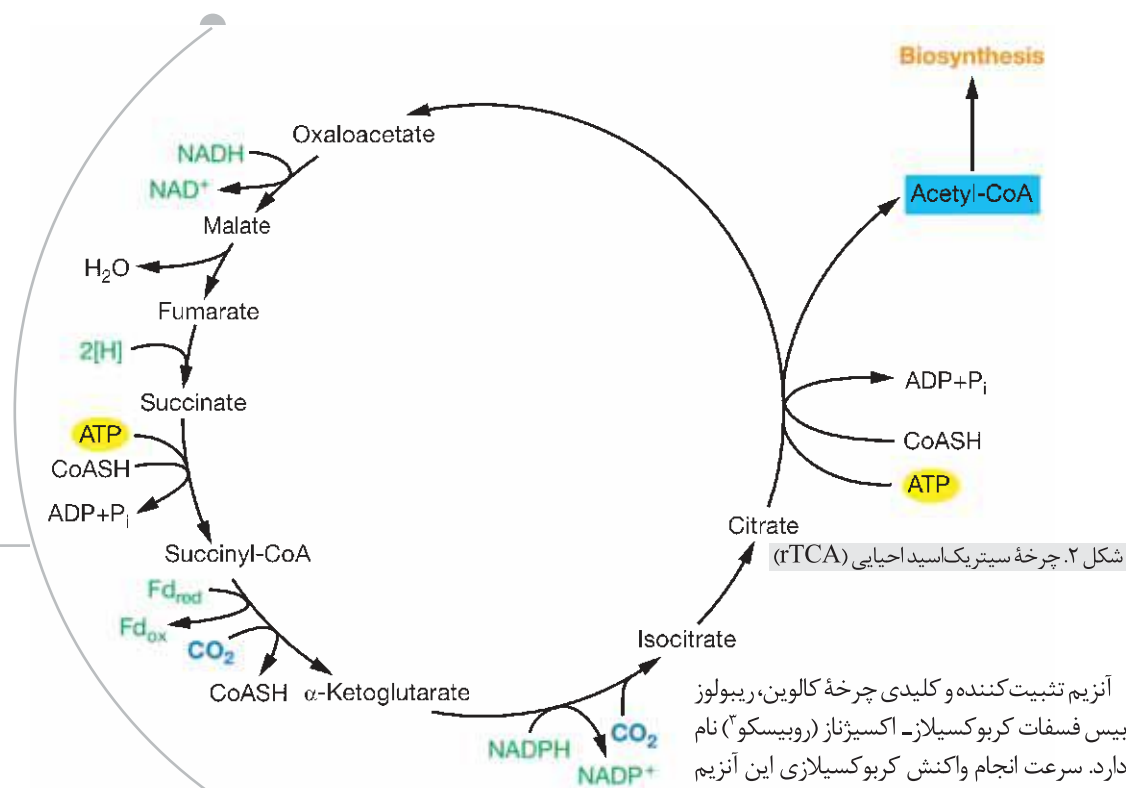
چرخه کالوین - بنسون - باشام^۱ یا چرخه پنتوز فسفات احیایی

این چرخه مهم‌ترین و پرکاربردترین مسیر تثبیت CO_2 است که در یوکاریوت‌های اتوتروف، سیانوباکتری‌ها، بسیاری از پروتئوباکتری‌های هوازی یا هوازی اختیاری متعلق به زیرگروه‌های آلفا، بتا و گاما، برخی مایکوباکتری‌ها و برخی باکتری‌های غیرگوگردی سبز وجود دارد. واکنش‌های آنزیمی چرخه کالوین در یوکاریوت‌های اتوتروف در بستره کلروپلاست و در سیانوباکتری، برخی باکتری‌های شوره‌گذار و تیوباسیل‌ها در ساختارهایی چندوجهی موسوم به کربوکسی زوم^۲ انجام می‌شوند. در چرخه کالوین به ازای تثبیت هر سه مولکول CO_2 ، یک مولکول گلیسرآلدئید^۳ فسفات تولید می‌شود. طی این واکنش‌ها برای تثبیت هر مولکول CO_2 ، سه مولکول ATP و دو مولکول NADPH مصرف می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱. چرخه کالوین یا چرخه پنتوز فسفات احیایی

چرخه کالوین - بنسون - باشام
یا چرخه پنتوز فسفات احیایی،
مهم‌ترین و پرکاربردترین مسیر
تثبیت CO_2 است



شکل ۲. چرخه سیتریک اسید احیایی (rTCA)

آنزیم تثبیت کننده و کلیدی چرخه کالوین، ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز- اکسیژناز (روبیسکو^۲) نام دارد. سرعت انجام واکنش کربوکسیلازی این آنزیم پایین است به طوری که در هر ثانیه بین ۱ تا ۱۰ مولکول کربن دی اکسید را تثبیت می کند. بنابراین، برای رسیدن به سرعت واکنش بالا، به مقدار زیادی از این پروتئین نیاز هست. به همین علت، بین ۳۰ تا ۵۰ درصد پروتئین های محلول برگ را تشکیل می دهد و تخمین زده شده است که به ازای هر نفر روی کره زمین، ۵ کیلوگرم از این آنزیم در طبیعت وجود داشته باشد. بیش از ۹۰ درصد کربن معدنی که به زیست توده^۴ تبدیل می شود، توسط آنزیم روبیسکو تثبیت می شود.

تاکنون چهار نوع آنزیم روبیسکو شناسایی شده است که از نظر تمایل به اکسیژن، سرعت واکنش کربوکسیلازی و ساختار با هم تفاوت دارند؛ مثلاً، نوع ۱ که در گیاهان، جلبک ها و سیانوباکتری یافت می شود، دارای هشت زیر واحد بزرگ و هشت زیر واحد کوچک (L_8S_8) است؛ در حالی که نوع ۲ فقط از دو زیر واحد بزرگ (L_2) تشکیل شده است.

در فتوسنتز کنندگان C^4 و CAM که تثبیت اولیه کربن دی اکسید قبل از چرخه کالوین انجام می گیرد، آنزیم تثبیت کننده اولیه، فسفوانول پیرووات کربوکسیلاز (PEPCase) نام دارد که به جای CO_2 از HCO_3^- استفاده می کند و فعالیت اکسیژنازی ندارد.

چرخه آرنون- بوکانان^۵ یا چرخه سیتریک اسید احیایی

چرخه سیتریک اسید احیایی در واقع در جهت مخالف یا معکوس چرخه کربس انجام می گیرد. البته با توجه به برگشتناپذیر بودن برخی از واکنش های چرخه کربس، این واکنش ها با آنزیم های دیگری در

جهت معکوس پیش برده می شوند. این روش تثبیت CO_2 در باکتری های گوگردی سبز، پروتئوباکتری ها به ویژه زیر گروه های دلتا و اپسیلون، نیتروسیپرا^۶ و هیدروژنوباکتر ترموفیلوس (نوعی باکتری اکسید کننده هیدروژن) دیده می شود. در چرخه سیتریک اسید احیایی به ازای تثبیت دو مولکول CO_2 یک مولکول استیل کوآنزیم A تولید می شود. استیل کوآنزیم A حاصل شده برای سنتز مولکول های آلی دیگری همچون پیرووات، فسفوانول پیرووات و گز الواستات مورد استفاده قرار می گیرد (شکل ۲).

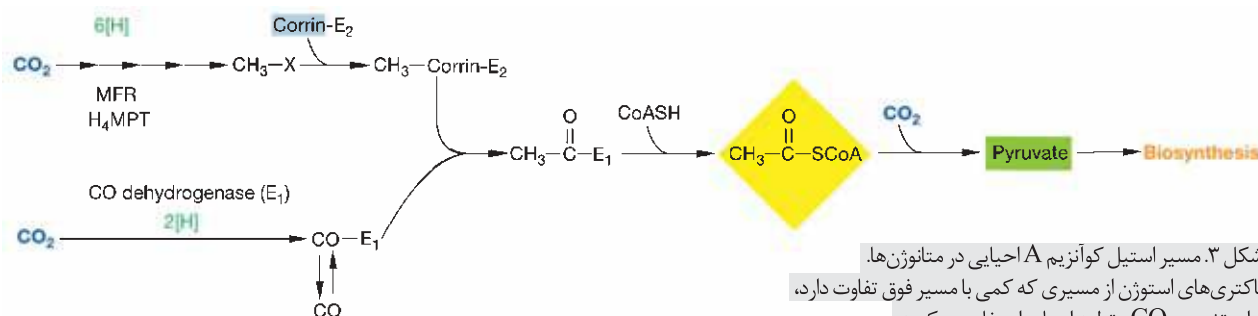
چرخه سیتریک اسید احیایی در واقع در جهت مخالف یا معکوس چرخه کربس انجام می گیرد

در این روش تثبیت CO_2 ، با توجه به تفاوت های جزئی که در باکتری های مختلف دیده می شود به عنوان تأمین کننده الکترون عمل می کند و ATP (Fd_{red}) و NADPH و فردوکسین احیاشده (Fd_{red}) تأمین کننده انرژی است. در چرخه سیتریک اسید احیایی دو آنزیم تثبیت کننده کربن دی اکسید وجود دارد: آلفا کتوگلو تارات سنتاز وابسته به فردوکسین و ایزوسیترات دهیدروژناز.

در مجموع طی چرخه سیتریک اسید احیایی برای تثبیت هر مولکول CO_2 ، یک مولکول ATP و دو مولکول NADPH مصرف می شود.

مسیر وود- لیونگ دال^۷ یا مسیر استیل کوآنزیم A احیایی

در این روش که به صورت خطی و غیر چرخه ای است، دو مولکول CO_2 به صورت یک مولکول استیل کوآنزیم A تثبیت می شوند. این مسیر در برخی



چرخه دی‌کربوکسیلات ۴-

هیدروکسی بوتیرات^{۱۵} (چرخه DC/HB)

این چرخه در دو راسته ترموپروتال^{۱۶} و دسولفوروکوکال^{۱۷} از گروه آرکی‌باکتری‌ها شناسایی شده است. طی این چرخه یک مولکول استیل کوآنزیم A از تثبیت یک مولکول CO_2 و یک مولکول HCO_2^- ساخته می‌شود. در چرخه DC/HB دو آنزیم تثبیت‌کننده CO_2 وجود دارد: پیرووات سنتتاز و فسفوانول پیرووات کربوکسیلاز (شکل ۴ الف). در این چرخه، ۳ مولکول ATP (۵ پیوند پرانرژی، چون دو مولکول پیروفسفات آزاد می‌شود) و ۴ مولکول NAD(P)H برای تولید استیل کوآنزیم A، مصرف می‌شود.

چرخه ۳- هیدروکسی پروپیونات ۴-

هیدروکسی بوتیرات^{۱۸} (چرخه HP/HB)

سولفولوبوس^{۱۹} که نوعی آرکی‌باکتری است از این چرخه برای تثبیت CO_2 استفاده می‌کند. این چرخه شبیه به چرخه دی‌کربوکسیلات ۴- هیدروکسی بوتیرات است و بخشی از مسیر تثبیت در هر دو یکسان است (شکل ۴ الف و ب). تفاوت از نظر نوع آنزیم کربوکسیله‌کننده است و اینکه در این چرخه از دو مولکول HCO_2^- برای تثبیت استفاده می‌شود. طی چرخه ۳- هیدروکسی پروپیونات ۴- هیدروکسی بوتیرات یک مولکول استیل کوآنزیم A از تثبیت دو اتم کربن (به صورت HCO_2^-) ساخته می‌شود. در این چرخه دو آنزیم تثبیت‌کننده CO_2 وجود دارد: استیل کوآنزیم A کربوکسیلاز و پروپیونیل کوآنزیم

آرکی‌باکتری‌های متانوزن، باکتری‌های استوژن و باکتری‌های دیگری همچون برخی پلانکتومیست‌ها^{۲۰} و اسپروکت‌ها^{۲۱} دیده می‌شود. تاکنون چندین نوع مسیر استیل کوآنزیم A احیایی شناسایی شده است که از نظر نوع کوآنزیم و حامل‌های الکترونی با یکدیگر تفاوت دارند. در این مسیرها از آنزیم‌ها و کوآنزیم‌های غیرمعمولی همچون کربن مونوکسیددهیدروژناز^{۲۲}، تتراهیدروپترین^{۲۳} (H_4PT)، تتراهیدروفولات^{۲۴} (THF)، متانوفوران^{۲۵} (MFR)، تتراهیدرومتانوپترین^{۲۶} (H_4MPT) و کوآنزیم F_{420} استفاده می‌شود. در این مسیر، نسبت به سایر مسیرهای تثبیت CO_2 ، کمترین میزان مصرف انرژی دیده می‌شود؛ به‌طوری که برای تثبیت هر دو مولکول CO_2 یک مولکول ATP و چهار مولکول NADPH مصرف می‌شود (شکل ۳).

در مسیر استیل کوآنزیم A احیایی ابتدا دو مولکول CO_2 با دو روش مختلف تثبیت و سپس برای تشکیل گروه استیل با هم ترکیب می‌شوند. یک مولکول CO_2 به صورت گروه متیل، احیاشده و به کوآنزیم تتراهیدروپترین متصل می‌گردد مولکول CO_2 دیگر به صورت کربن مونوکسید احیاشده و به نیکل در جایگاه فعال آنزیم کربن مونوکسید دهیدروژناز متصل می‌شود. این آنزیم به صورت استیل کوآنزیم A سنتاز نیز عمل می‌کند و پس از گرفتن گروه متیل و ترکیب آن با CO ، استیل کوآنزیم A تولید می‌کند. در این مسیر، دو آنزیم فومارات دهیدروژناز و کربن مونوکسید دهیدروژناز آنزیم‌های تثبیت‌کننده CO_2 هستند.

در مسیر وود-

لیونگ دال یا

مسیر استیل

کوآنزیم A

احیایی دو

مولکول CO_2

به صورت یک

مولکول استیل

کوآنزیم A تثبیت

می‌شوند

A کروکسیلاز. در این چرخه برای تولید هر مولکول استیل کوآنزیم A، ۴ مولکول ATP (۶ پیوند پرانرژی) و ۴ مولکول NADPH مصرف می‌شود.

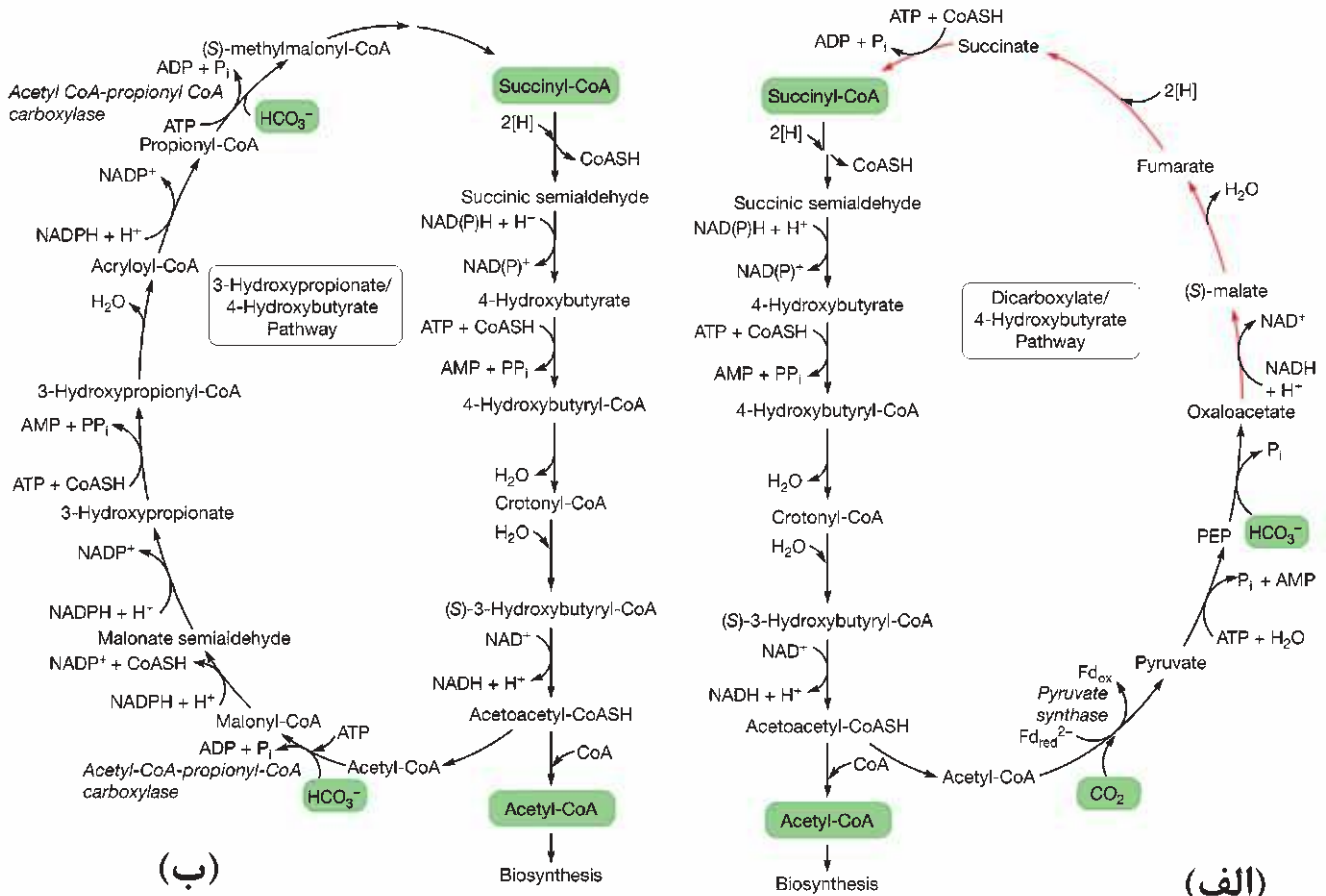
چرخه فوکس-هولو^{۲۰} یا چرخه ۳-هیدروکسی پروپیونات

این چرخه اولین بار در نوعی باکتری غیر گوگردی سبز (کلروفلکسوس اورانتیاکوس^{۲۱})

این دو چرخه، سه مولکول HCO_3^- به یک مولکول پیرووات تبدیل می‌شود. این روش تثبیت، بسیار پیچیده است و برای تولید یک مولکول پیرووات، ۵ مولکول ATP (۷ پیوند پرانرژی) و ۵ مولکول NADPH مصرف می‌شود.

در چرخه هیدروکسی پروپیونات دو آنزیم تثبیت کننده CO_2 وجود دارد: استیل کوآنزیم A کربوکسیلاز که با کربوکسیله کردن استیل کوآنزیم

شکل ۴. الف) چرخه دی کربوکسیلات ۴-هیدروکسی بوتیرات. ب) چرخه ۳-هیدروکسی پروپیونات ۴-هیدروکسی بوتیرات.



A سبب تشکیل مالونیل کوآنزیم A می‌شود و آنزیم پروپیونیل کوآنزیم A کربوکسیلاز که سبب تشکیل متیل مالونیل کوآنزیم A می‌شود (شکل ۵)

مقایسه روش‌های مختلف تثبیت CO_2

در جدول زیر به صورت خلاصه تفاوت‌های مهم شش روش تثبیت CO_2 نشان داده شده است. در روش‌های مختلف تثبیت CO_2 ، تفاوت‌هایی از نظر

شناسایی شد. گلی اوکسالات محصول ابتدایی فرایند تثبیت در این روش است؛ اما چون گلی اوکسالات واسطه کلیدی و مرکزی در مسیرهای متابولیسمی نیست توسط چرخه دیگری به پیرووات تبدیل می‌شود. بنابراین، چرخه تثبیت هیدروکسی پروپیونات عملاً از دو چرخه مرتبط به هم تشکیل شده است؛ چرخه اول سبب تولید گلی اوکسالات و چرخه دوم سبب تشکیل پیرووات می‌شود. طی



سولفولوبوس
که نوعی
آرکی باکتری
است، از چرخه
۳-هیدروکسی
پروپیونات-۴
هیدروکسی
بوتیرات (چرخه
(HP/HB
استفاده می کند

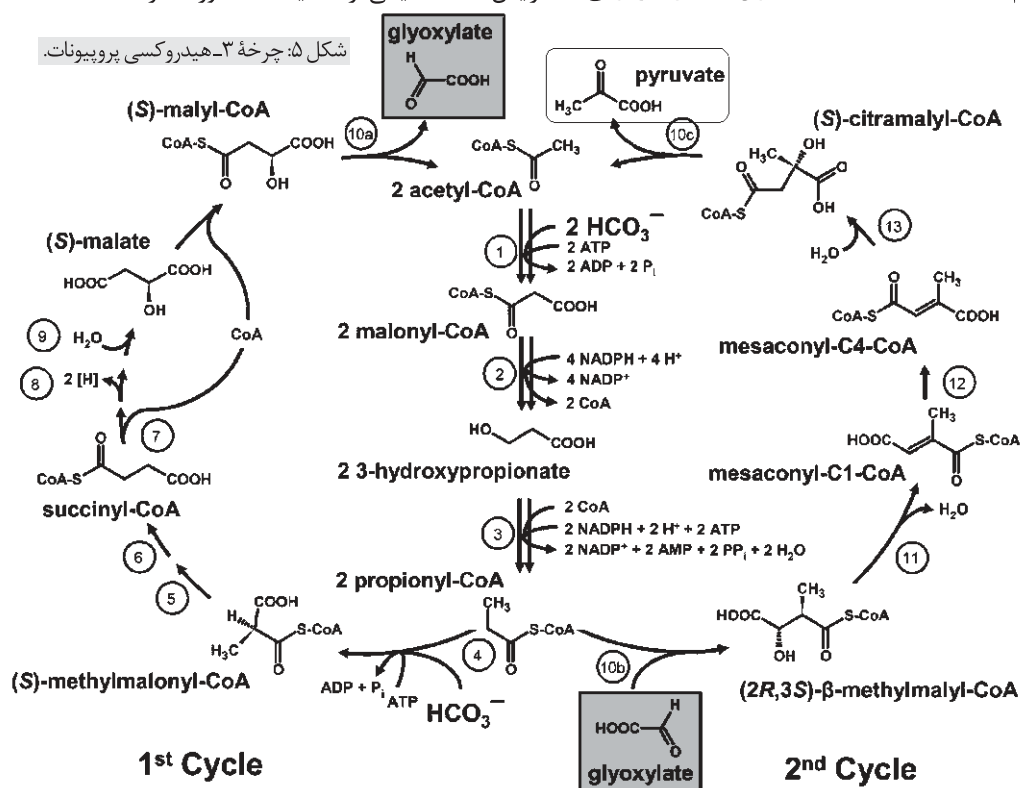
گاما پروتئوباکتری همزیست، چرخه کالوین و چرخه سیتریک اسید احیایی وجود دارد و بسته به میزان انرژی سلول از یکی از این دو روش، برای تثبیت CO_2 استفاده می کند؛ در این باکتری در موقعیت های پرانرژی چرخه کالوین و در شرایط کم انرژی چرخه مقرون به صرفه سیتریک اسید احیایی مورد استفاده قرار می گیرد.

طراحی، مهندسی و بهبود مسیرهای تثبیت CO_2

شناسایی و فهم دقیق مسیرهای طبیعی تثبیت، به محققان کمک می کند تا با استفاده از تکنیک های مهندسی ژنتیک میزان و کارایی تثبیت CO_2 را افزایش دهند. یکی از تحقیقات صورت گرفته

منبع کربن معدنی (CO_2 یا HCO_3^-)، میزان انرژی مصرفی، نوع آنزیم های تثبیت کننده CO_2 ، ترکیب اولیه حاصل از تثبیت و نوع منبع انرژی دیده می شود. در این میان، چرخه کالوین مهم ترین و البته پرهزینه ترین مسیر تثبیت است. در ضمن در سه مسیر تثبیت (مسیر استیل کوآنزیم A احیایی، چرخه سیتریک اسید احیایی و چرخه دی کربوکسیلات ۴-هیدروکسی بوتیرات) آنزیم های حساس به اکسیژن وجود دارد. بنابراین، در شرایط بدون اکسیژن یا کم اکسیژن انجام می گیرند و درواقع مسیرهایی به هوازی هستند.

لازم به ذکر است که برخی باکتری ها برای تولید مواد آلی می توانند از دو روش مختلف تثبیت CO_2 استفاده کنند. به عنوان مثال، در نوعی



خلاصه‌ای از شش روش طبیعی تثبیت CO _۲						
نوع مسیر	منبع انرژی	ATP/ CO _۲	NAD(P) H _۲ /CO _۲	آنزیم‌های تثبیت‌کننده CO _۲	مثال	واکنش کلی
چرخه کالوین	نور	۳	۲	روبیسکو	گیاهان، جلبک‌ها	$3\text{CO}_2 + 9\text{ATP} + 6\text{NADPH} \rightarrow \text{GA-3P} + 9\text{ADP} + 6\text{NADP}^+ + 8\text{P}_i$
چرخه سیتریک اسید احیایی	نور گوگرد	۱	۲	الفاکتوگلوکوتارات سنتتاز، ایزوسیترات دهیدروژناز	کلروبیوم (باکتری گوگردی سبز)	$2\text{CO}_2 + 2\text{ATP} + 2\text{NAD(P)H} + \text{FADH} + \text{Fd}_{\text{red}} + \text{CoASH} \rightarrow \text{AcCoA} + 2\text{ADP} + 2\text{P}_i + 2\text{NAD(P)}^+ + \text{FAD}^+ + \text{Fd}_{\text{ox}}$
مسیر استیل کوآنزیم A احیایی	هیدروژن	۵/۱	۲	فومات دهیدروژناز، دهیدروژناز	متنوباکتریوم (آرکی باکتری)	$2\text{CO}_2 + \text{ATP} + 2\text{NAD(P)H} + 2\text{Fd}_{\text{red}} + \text{CoASH} \rightarrow \text{AcCoA} + \text{ADP} + \text{P}_i + 2\text{NADP}^+ + 2\text{Fd}_{\text{ox}}$
چرخه DC/HB	هیدروژن گوگرد	۵/۱	۲	پیرووات سنتتاز، فسفوانول پیرووات کربوکسیلاز	لگنی کوکوس (آرکی باکتری)	$\text{CO}_2 + \text{HCO}_3^- + 2\text{ATP} + \text{NAD(P)H} + \text{Fd}_{\text{red}} + 4\text{MV}_{\text{red}} + \text{CoASH} \rightarrow 2\text{PP}_i + \text{NAD(P)}^+ + \text{Fd}_{\text{ox}} + 4\text{MV}_{\text{ox}}$
چرخه HP/HB	هیدروژن گوگرد	۲	۲	استیل کوآنزیم A کربوکسیلاز، پروپیونیل کوآنزیم A کربوکسیلاز	متالوسفرا (آرکی باکتری)	$2\text{HCO}_3^- + 4\text{ATP} + 4\text{NAD(P)H} + \text{CoASH} \rightarrow \text{AcCoA} + 3\text{ADP} + 2\text{P}_i + \text{AMP} + \text{PP}_i + 4\text{NADP}^+$
چرخه هیدروکسی پروپیونات	نور	۶۷/۱	۶۷/۱	استیل کوآنزیم A کربوکسیلاز، پروپیونیل کوآنزیم A کربوکسیلاز	کلروفلکسوس (باکتری غیر گوگردی سبز)	$3\text{HCO}_3^- + 5\text{ATP} + 5\text{NAD(P)H} \rightarrow \text{Pyruvate} + 3\text{ADP} + 2\text{AMP} + 2\text{P}_i + 2\text{PP}_i + 5\text{NAD(P)}^+$
a) $1 \text{ Fd}_{\text{red}} = 1 \text{ NAD(P)H}$; $1 \text{ FADH} = 1 \text{ NAD(P)H}$; $2 \text{ MV}_{\text{re}} = 1 \text{ NAD(P)H}$						

استفاده کنند و به‌طور مستقیم الکترون را از کاتد دریافت کنند و درواقع الکتروسینتز^{۲۲} انجام دهند. نوعی باکتری استوژن می‌تواند به‌طور طبیعی الکترون را از کاتد جذب کند و برای تثبیت CO_۲ مورد استفاده قرار دهد. مطالعات نیز نشان داده است که نوعی باکتری^{۲۳} مهندسی شده نیز برای تثبیت CO_۲ و تولید ایزوبوتانل از الکتروسینتز استفاده می‌کند. یکی دیگر از کارهای انجام گرفته، افزایش تراکم CO_۲ در محل فعالیت آنزیم روبیسکو است. می‌دانیم که واکنش‌های تنفس نوری در کلروپلاست، پراکسی‌زوم و میتوکندری انجام می‌گیرد. حاصل

امکان استفاده از انرژی الکتروسینتز برای فرایند تثبیت بوده است. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، تثبیت CO_۲ فرایندی انرژی‌خواه است و به ترکیبات احیاکننده به‌عنوان منبع الکترون نیز احتیاج دارد. در فتوسنتزکنندگان اکسیژن‌زا، الکترون‌های لازم از فتولیز آب تأمین می‌شود و اکسیژن نیز آزاد می‌شود؛ اما در برخی از روش‌های تثبیت CO_۲، آنزیم‌های حساس به اکسیژن وجود دارد. بنابراین، در طبیعت از ترکیبات جایگزینی همچون گاز هیدروژن استفاده می‌شود. استراتژی جدید محققان، شناسایی یا مهندسی اتوتروف‌هایی است که از الکتروسینتز

چرخه فوکس-هولو یا چرخه ۳-هیدروکسی پروپیونات اولین بار در نوعی باکتری غیر گوگردی سبز (کلروفلکسوس اورانتیا کوس) شناسایی شد

آنزیم روبیسکو به منظور افزایش فعالیت و تمایل آن به CO_2 و همچنین طراحی مسیرهای جدید تثبیت CO_2 با برنامه‌های رایانه‌ای اشاره کرد. در یک تحقیق جالب، انجام چرخه کالوین و تولید قند توسط این چرخه در باکتری اشریشیاکلائی امکان پذیر شده است. به طور طبیعی در این باکتری در مسیرهای پنتوز فسفات و گلوکونوژنز همه آنزیم‌های لازم برای انجام چرخه کالوین، به جز دو مورد آن - آنزیم‌های روبیسکو و فسفوریبولو کیناز - یافت می‌شود. محققان ژن این دو آنزیم را به اشریشیاکلائی منتقل کردند. باکتری‌های دست‌ورزی شده موفق شدند با انجام چرخه کالوین، قند تولید کنند. البته در این باکتری حاصل واکنش‌های متابولیسمی درون خود باکتری است؛ چراکه واکنش‌های نوری فتوسنتزی در این باکتری انجام نگرفته است. در تحقیقی دیگر، با انتقال ژن‌های لازم، باکتری‌هایی طراحی کرده‌اند که می‌توانند مولکول‌های کلروفیل را سنتز کنند. چنین تحقیقاتی امید به طراحی و انجام فتوسنتز در باکتری‌های هتروترفی همچون اشریشیاکلائی را بیشتر کرده است.

بخشی از واکنش‌های تنفس نوری در کلروپلاست، تولید گلیکولات است که در ادامه به پراکسی زوم منتقل می‌شود و طی واکنش‌هایی در میتوکندری CO_2 از آن جدا می‌شود. محققان سعی کرده‌اند که محل رهاسازی CO_2 را به کلروپلاست منتقل کنند تا از مصرف ATP و عوامل احیاکننده طی واکنش‌های تنفس نوری جلوگیری و امکان تثبیت سریع CO_2 توسط روبیسکو را فراهم کنند. بدین منظور سه ژن مسیر تجزیه گلیکولات را از باکتری اشریشیاکلائی به کلروپلاست آراییدپسیس منتقل کرده‌اند، این گیاهان تراریخته سریع تر رشد و قندهای محلول بیشتری تولید می‌کنند. در مطالعه دیگری نیز با بیان بیش از حد سه آنزیم در استرومای کلروپلاست آراییدپسیس موجب شده‌اند که مولکول‌های گلیکولات طی واکنش‌هایی به سه دو مولکول CO_2 تبدیل و در ضمن NADH و NADPH نیز تولید شود.

از دیگر کارهای انجام گرفته می‌توان به دست‌ورزی



منابع

1. Erb TJ, Zarzycki J. A short history of RubisCO: the rise and fall (?) of Nature's predominant CO_2 fixing enzyme. *Curr Opin Biotechnol*. 2018 Feb; 49:100-107
2. Robert Tabita F. The hydroxypropionate pathway of CO_2 fixation: Fait accompli. *PNAS* December 15, 2009 106 (50) 21015-21016
3. Berg Ivan A. Ecological Aspects of the Distribution of Different Autotrophic CO_2 Fixation Pathways. *Applied and Environmental Microbiology*, Mar. 2011, p. 1925-1936
4. Ducat Daniel C, Silver Pamela A. Improving Carbon Fixation Pathways. *Curr Opin Chem Biol*. 2012 August; 16(3-4): 337-344.
5. Willey Joanne M, Sherwood Linda M, Woolverton Christopher J. Prescott's microbiology. Tenth edition. Copyright by McGraw-Hill; 2017
6. Berg IA1, Ramos-Vera WH, Petri A, Huber H, Fuchs G. Study of the distribution of autotrophic CO_2 fixation cycles in Crenarchaeota. *Microbiology*. 2010 Jan; 156(Pt 1):256-69.
7. Salimijazi F, Parra E, Barstow B. Electrical energy storage with engineered biological systems. *J Biol Eng*. 2019 May 3; 13:38.
8. Antonovsky, N. et al. Sugar Synthesis from CO_2 in *Escherichia coli*. *Cell*. 2016 Jun 30; 166(1):115-25.
9. Herz, E. et al. The genetic basis for the adaptation of *E. coli* to sugar synthesis from CO_2 . *Nat Commun*. 2017 Nov 22; 8(1):1705
10. Chen, E. et al. Complete enzyme set for chlorophyll biosynthesis in *Escherichia coli*. *Science Advances*. 2018; Vol. 4, no. 1, eaq1407
۱۱. تایز لینکلن، زایگر ادوارد، مولر این ماکس، مورفی آنکوس (۲۰۱۵). *فیزیولوژی و نمو گیاهی*، ترجمه محمد کافی و همکاران، مشهد، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد ۱۳۹۴.

پی‌نوشت‌ها

1. Calvin-Benson-Bassham cycle
2. Carboxysomes
3. RuBisCO
4. Biomass
5. Arnon-Buchanan cycle
6. Nitrospirae
7. Wood-Ljungdahl pathway
8. planctomycetes
9. spirochetes
10. CO dehydrogenase
11. tetrahydropterin (H_4 TPT)
12. tetrahydrofolate (THF)
13. methanofuran (MFR)
14. tetrahydromethanopterin (H_4 MPT)
15. Dicarboxylate/4-Hydroxybutyrate (DC/HB) Cycles
16. Thermoproteales
17. Desulfurococcales
18. 3-Hydroxypropionate/4-Hydroxybutyrate (HP/HB) Cycles
19. Sulfolobus
20. Fuchs-Holo (bi-) cycle
21. *Chloroflexus aurantiacus*
22. electrosynthesis
23. *Ralstonia eutropha* H16

نمای نزدیک

زنپور عسل *Apis mellifera* روی زنبق مشبک



عکس ها از عزیز عذار

دبیر زیست شناسی نقده

چک اروپایی *Saxicola rubicola*

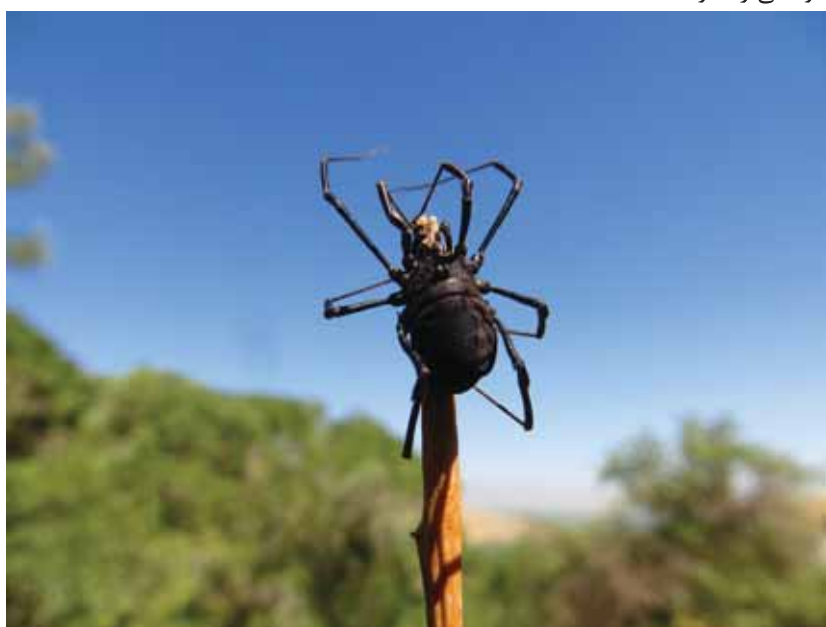


سوسک سرگین غلطان از *Scara baeus*





سوسکی از خانواده Nemastomatidae



زنبوری از خانواده Scoliidae و از جنس Scolia

پروانه *kirinia Climene*



زنبور عسل روی زعفران دوگله



حلزون خشکی‌زی

سوسک شاخک بلند از خانواده Cerambycidae



سوسک چوب‌خوار از جنس Buprestis



عنکبوت *Neoscona theisi*



سوسک برگ از خانواده Chrysomelidae



نوعی سوسک



پروانه سفید

چک سپیری، شکل پاییزه



مقدمه

توصیف آرکئوپتریکس^۱ در سال ۱۸۶۱ چنان تأثیرگذار بود که داروین در ویرایش چهارم کتاب «خاستگاه گونه‌ها» از آن نام برد و به ویژگی‌های مهمی اشاره کرد که آرکئوپتریکس را به «حلقه گمشده» میان خزندگان و پرندگان تبدیل می‌کنند: «...این مرغ غریب با دمی دراز که در هر بند آن جفتی پر روئیده و بال‌هایی آراسته به دو ناخن آزاد [از هم] در الواح آهکی سولن‌هافن پیدا شده است، قویا هیچ کشف متأخر دیگری چنین به قوت نشان نمی‌دهد که پیش از این، چه اندازه اندک دربارهٔ باشندگان سابق زمین می‌دانستیم» (داروین، خاستگاه گونه‌ها، ۱۸۶۶، ص. ۳۶۷). اکنون مدت‌ها از آن زمان می‌گذرد. اطلاعات بسیار زیادی دربارهٔ باشندگان سابق زمین، به خصوص نیاکان پرندگان، به دست آمده است، اما هنوز هم کل این اطلاعات چیزی نیست جز نقاطی که باید به هم متصل شوند. گرچه این نقاط ماهیتی حقیقی و عینی دارند، خطوطی که میان نقاط یافت‌شده رسم خواهیم کرد، فرضیات و نظریاتی در علم تجربی هستند که باید با نگاهی ابطال‌گرا و سنجش‌گرانه مورد قضاوت قرار گیرند؛ مثلاً، فرضیاتی برای پاسخ به این پرسش‌ها که نخستین بار پرواز چگونه تکامل یافت؟ پرها برای پرواز تکامل یافتند یا پرواز معلول تکامل پرها بود؟ نخستین پرندگان از زمین به هوا می‌پریدند یا از شاخه‌های درختان؟ شاید هرگز نتوانیم قطعاً این فرضیات و نظریات را قبول یا رد کنیم، اما با کشف سنگواره‌های بیشتر و پیوسته‌تر شدن نقاط شناخته‌شده، به حقیقت اندکی نزدیک‌تر می‌شویم.

پرهای گمشدهٔ سیمرغ

داستان حیرت‌انگیز تکامل پرواز در پرندگان

عرفان خسروی

معلم زیست‌شناسی

کلیدواژه‌ها: دایناسورها، تروسورها، خزندگان. | دیرینه‌شناسی و زیست‌شناسی تکاملی

کشف رابطهٔ پرندگان و دایناسورها

داروین در ویرایش‌های نهایی کتابش، به نظریات دوستش، تامس هاکسلی^۲، دربارهٔ آرکئوپتریکس نیز اشاره می‌کند. هاکسلی در خلال سال‌های ۱۸۶۸ تا ۱۸۷۰ در مقالاتی^۳ به شباهت‌های آرکئوپتریکس (و پرندگان امروزی) با دایناسورها اشاره کرد و پرندگان امروزی را نسل بازمانده از تکامل دایناسورها دانست. تا اوایل سدهٔ بیستم نیز دیرینه‌شناسان دیگر مانند هاکسلی فکر می‌کردند^۴ و البته ما هم امروزه همانند هاکسلی فکر می‌کنیم. از میان ۳۵ صفت مشترکی که هاکسلی میان پرندگان و دایناسورها نشان داد، هفده مورد هنوز هم درست و دقیق شمرده می‌شوند. با وجود این، پس از مرگ هاکسلی، فرضیهٔ او به فراموشی سپرده شد.^۵ در همان سال ۱۸۵۹ که

کتاب خاستگاه گونه‌ها برای نخستین بار منتشر شد، کودکی در دانمارک متولد شد که در میان‌سال‌ی فرضیهٔ هاکسلی را زیر سوال برد. گرهارد هیلمن^۶، پزشک، تصویرگر و دیرینه‌شناس دانمارکی، در سال ۱۹۱۶ کتابی به زبان دانمارکی نوشت به نام «خاستگاه پرندگان»^۷ که ده سال بعد به انگلیسی ترجمه شد. او در این کتاب به روشنی نشان داد که پرندگان بیش از هر گروه دیگر به دایناسورها شباهت دارند، اما رابطه میان دایناسورها و پرندگان را رد کرد؛ به این علت که عقیده داشت دایناسورها فاقد استخوان ترقوه هستند؛ در حالی که پرندگان ترقوه دارند. استخوان‌های ترقوه پرندگان از دو سو به هم متصل شده و استخوانی ۷ مانند تشکیل داده‌اند (موسوم به furcula یا چنگالک که در فارسی

استخوان ۷ مانند میان دو کتف پرندگان که در لفظ عامیانه فارسی «جناغ» نامیده می‌شود، درواقع ترقوه‌های جوش خورده آن‌هاست

پرها برای پرواز تکامل یافتند یا پرواز معلول تکامل پرها بود؟

شکل ۱: نخستین سنگواره آرکئوپتریکس مشهور به نمونه موزه لندن (سمت راست) که فاقد قسمت اعظم بقایای سر و گردن است و مشهورترین نمونه آرکئوپتریکس موسوم به نمونه موزه برلین (سمت چپ) که تصویر کاملی از سر و دندان‌های ریز در آن دیده می‌شود.



به غلط «جناغ» نامیده می‌شود). هیلمن با دست گذاشتن بر همین موضوع فرضیه‌ی هاکسلی را رد کرد و سر رشته‌ی تکامل پرندگان برای هفتاد سال از دست دیرینه‌شناسان گم شد.

هیلمن اشتباه می‌کرد. در سال ۱۹۲۴ سنگواره دایناسوری در مغولستان کشف و توصیف شد که درست شبیه پرندگان، استخوان ترقوه‌ای ۷ مانند داشت.^۹ در سال ۱۹۳۶ سنگواره دایناسور دیگری در آمریکای شمالی کشف شد که باز هم استخوان ترقوه آشکاری داشت. برای دیرینه‌شناسان امروز، نمونه‌های متعدد دیگری از دایناسورهایی با استخوان ترقوه، هر تردیدی را درباره خویشاوندی پرندگان و دایناسورها از میان برده است.^{۱۰} اما تا سال ۱۹۸۶ که ژاک گوتیه^{۱۱} برای نخستین بار با تحلیل‌های فیلوژنتیک نشان داد آرکئوپتریکس و پرندگان از تبار دایناسورها هستند، فرضیه هاکسلی همچنان در محاق بود.^{۱۲} پس از انتشار تحلیل‌های فیلوژنتیک گوتیه، صدها پژوهش مشابه با روش‌های مختلف به تحلیل فیلوژنتیک دایناسورها پرداخته و همگی نشان داده‌اند که حق با گوتیه (و هاکسلی) بوده است و پرندگان دایناسور هستند.^{۱۳}

شکل ۲: استخوان ترقوه یا چنگالک در آرکئوپتریکس (بالا) در مقایسه با با تیرانوسورس (پایین سمت راست) و ولاسی‌راپتور (پایین سمت چپ). این استخوان ۷ مانند که با رنگ روشن مشخص شده، میان دو نیمه کمر بند شانه‌ای قرار گرفته، یعنی در سمت پیشین استخوان جناغ قرار دارد و از هر طرف به استخوان غرابی و کتف می‌رسد.



دایناسورها چه جانورانی بودند؟

برخی فکر می‌کنند هر خزنده غول‌پیکر، یا هر خزنده ماقبل تاریخ یا حتی همه موجودات ماقبل تاریخ دایناسور هستند. هیچ کدام از این‌ها درست نیست. خزندگان تا پایان دوران پالئوزوئیک (۲۵۲ میلیون سال پیش) به گروه‌های متعددی منشعب شده بودند که امروز آن‌ها را از سنگواره‌هایشان می‌شناسیم و رده‌بندی می‌کنیم. آن زمان هنوز هیچ کدام از گروه‌های مشهور خزندگان، مثل مارمولک‌ها و مارها و لاک‌پشت‌ها و تمساح‌ها وجود نداشتند، اما تبارهایی تکامل یافته بودند که بعدها منتهی به تکامل گروه‌های متعارف امروزی خزندگان شدند.

دایناسورها در میان خزندگان

دو تبار از تبارهای خزندگان که در پایان دوران پالئوزوئیک تکامل یافته بودند، آرکوسورومورف‌ها^{۱۴} و لیپیدوسورومورف‌ها^{۱۵} بودند. انشعاب این دو گروه

پرنندگان امروزی

تنها گروه

دایناسورها

هستند که

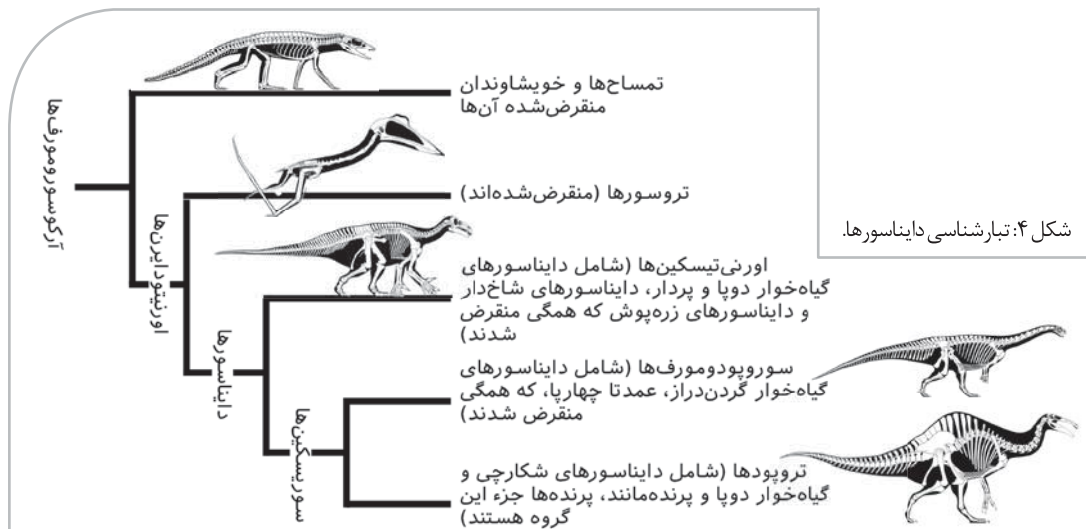
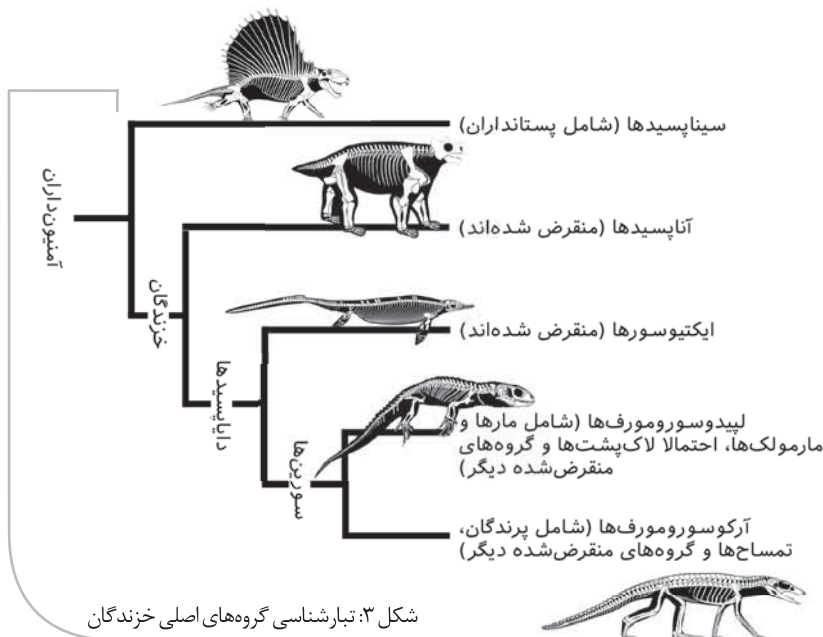
تا امروز زنده

مانده‌اند

از نیای مشترکشان در اواخر پالئوژوئیک رخ داد. مهم‌ترین تفاوت‌های این دو گروه در شیوه قرار گرفتن پاها بود. پاهای لپیدوسورومورف‌ها مشابه وضعیتی که در بسیاری از مهره‌داران خشکی‌زی دوران پالئوژوئیک دیده می‌شد، به سمت دو طرف بدن خارج می‌شد، اما پاهای آرکوسورومورف‌ها با وضعیتی تازه در زیر بدن و عمود بر سطح زمین قرار می‌گرفت. هر کدام از این دو گروه شامل زیرگروه‌های مختلفی است که به تدریج طی دوران مزوزوئیک (۲۵۲ تا ۶۶ میلیون سال پیش) تکامل یافتند. مارها، مارمولک‌ها و احتمالاً لاک‌پشت‌ها چندتا از تبارهایی هستند که در دل تبار لپیدوسورومورف‌ها تکامل پیدا کردند. تمساح‌ها و تروسورها (خزندگان پروازگر) و دایناسورها هم چند تا از تبارهایی هستند که در دل تبار آرکوسورومورف‌ها تکامل یافتند. خزندگان دریازی هم (که به غلط دایناسور دریازی نامیده می‌شوند) احتمالاً از خویشاوندان دور لاک‌پشت‌ها و جزء تبار لپیدوسورومورف‌ها بوده‌اند. همه این گروه‌ها در دوران مزوزوئیک تنوع گسترده‌ای داشتند؛ مثلاً، خویشاوندان تمساح‌ها در اوایل دوران مزوزوئیک تنوع ریختی زیادی داشتند و شامل انواع مختلفی از خزندگان کوچک و بزرگ خشکی‌زی دونه، نیمه‌آبی یا کاملاً دریازی می‌شدند. حتی گروه‌هایی از تمساح‌ها گیاه‌خوار بودند. برخی از آن‌ها دندان‌های خود را از دست داده، مثل لاک‌پشت‌ها و پرنندگان منقار داشتند و حتی برخی از این تمساح‌های گیاه‌خوار بی‌دندان، روی دوپای عقب خود راه می‌رفتند و دوپا شده بودند که نباید این موجودات را با دایناسورها اشتباه گرفت. دایناسورها هم مثل تمساح‌ها آرکوسورومورف هستند، اما تباری دیگر را تشکیل می‌دهند.

خزندگان دوپا

اجداد دایناسورها آرکوسورومورف‌هایی دوپا بودند، اما کالبدشناسی پای آن‌ها تفاوت‌های زیادی با پای تمساح‌ها (حتی با تمساح‌های دوپای گیاه‌خوار) داشت. گرچه هر دو گروه تمساح‌ها و دایناسورها در اوایل دوران مزوزوئیک (۲۲۰ میلیون سال پیش) تکامل یافتند و هر دو گروه شامل انواعی دونه و دوپا می‌شد، اما تمساح‌های دوپا تا حدود ۲۰۰ میلیون سال پیش دوام آوردند و سرانجام در رقابت بر سر شیوه زندگی از دایناسورهای دوپا شکست خوردند. از حدود ۲۰۰ میلیون سال پیش گروه‌هایی از دایناسورها هم رفته‌رفته به دلیل بزرگ شدن جثه دوباره به حالت چهارپا درآمدند.





شکل ۵. آرکئوپتریکس شاید تنها به این دلیل مهم‌تر از سایر دایناسورهای پردار تلقی می‌شود که ۱۶۰ سال پیش کشف شد؛ یعنی خیلی زودتر از باقی خویشاوندانش و برای پرهایی که در سنگواره‌اش آشکارا دیده می‌شوند، طی همه این سال‌ها عنوان «نخستین پرنده» را داشت، اما بررسی‌های اخیر نشان می‌دهند که اگر آرکئوپتریکس پرنده است (که هست) دایناسورهای پردار دیگر مثل ولاسی‌راپتور نیز باید پرنده شمرده شوند. از سوی دیگر، توانایی پرواز میلیون‌ها سال بعد از آرکئوپتریکس تکامل یافته است و به این ترتیب، نخستین پرندگان، پروازگران حقیقی نبودند.

خزندگان خون گرم

تروسورها (خزندگان پروازگر) هم گروه دیگری از آرکوسورومورف‌ها بودند که خویشاوندی نزدیک‌تری با دایناسورها داشتند. ترسورها بال‌هایی پوستی داشتند، شبیه بال خفاش، با این تفاوت که در خفاش پرده‌ی پوستی بال میان چهار انگشت کشیده شده، اما در ترسورها فقط یکی از انگشتان دست دراز شده و حامل بال پوستی بود. دایناسورها و ترسورها نزدیک‌ترین خویشاوندان یکدیگر بودند، اما ترسورها را نباید با دایناسورها اشتباه کرد. گردن‌های کشیده، پوششی از پره‌های کرک‌مانند و کیسه‌های هوایی متصل به شش (هم برای کاهش جرم حجمی بدن، هم برای بهبود کارایی تنفسی و هم برای خنک کردن بدن هنگام فعالیت) ویژگی مشترک دایناسورها و ترسورها بود که در تماس‌ها و لپیدوسورومورف‌ها پیدا نمی‌شد. وجود پره‌های کرک‌مانند در نیای مشترک ترسورها و دایناسورها نشان می‌دهد هر دو گروه خون گرم بوده‌اند. خود دایناسورها شامل سه زیرگروه بزرگ می‌شوند: سوروپودومورف‌ها که دایناسورهایی گیاه‌خوار با گردن‌های دراز بودند. سوروپودومورف‌های اولیه دوبا بودند، اما ۲۰۰ میلیون سال پیش با بزرگ شدن و سنگین شدن بدن آن‌ها، گروهی از آن‌ها حرکت روی چهارپا را انتخاب کردند. سوروپودومورف‌های چهارپای طی چند میلیون سال به بزرگ‌ترین جانورانی تبدیل شدند که بر زمین قدم برداشتند. حدس می‌زنیم سوروپودومورف‌های کوچک‌جثه اولیه هم پر داشته‌اند، اما با بزرگ شدن جثه‌هایشان، پرهایشان را از دست داده‌اند. تروپودها عمدتاً دایناسورهای شکارچی هستند. همه تروپودها دوبا باقی ماندند، اما همه آن‌ها شکارچی باقی نماندند. پره‌های تروپودها تکامل و تنوع زیادی پیدا کرد و گروه‌هایی از تروپودها صاحب پرهایی تزئینی و بزرگ روی دم‌ها و دست‌های خود شدند. اورنی‌تیسکین‌ها گروه دیگری از دایناسورها بودند که مثل سوروپودومورف‌ها گیاه‌خوار بودند و مثل تروپودها دوبا؛ نیز نمونه‌های پردار زیادی از آن‌ها در سنگواره‌ها پیدا شده است. گروه‌هایی از آن‌ها هم با بزرگ شدن جثه به چهارپایی رو آوردند. دایناسورهای زره‌پوش،



شکل ۶: نمونه‌هایی از ترسورها که دایناسور نبودند، اما نزدیک‌ترین خویشاوندان دایناسورها به شمار می‌روند. هر دو نمونه از خانواده اژدرخیده‌ها (Azhdarchidae) و از ترسورهای کرتاسه بالایی اند که جثه‌هایی بزرگ (عرض بال ۱۰ متر و حتی بیشتر)، دم کوتاه و منقارهایی بدون دندان، داشتند. نمونه گردن کوتاه‌تر *Hatzegopteryx* (هاتزگوپتریکس) نام دارد که در کرتاسه بالایی، در جزایری زندگی می‌کرد که امروزه اروپای مرکزی را می‌سازند و از بچه دایناسورها تغذیه می‌کرد. نمونه گردن دراز، *Quetzalcoatlus* (کنزال کوآتلس) نام دارد که در کرتاسه بالایی در آمریکای شمالی، لاشه‌خواری می‌کرد. قامت کنزال کوآتلس به قد زرافه بود. بدن ترسورها پوشیده از پره‌های موم‌مانند بود (تصویرسازی امیرحسین بهجتی).

شاخ‌دار و منقاردار کی‌ها گروه‌هایی از اورنی‌تیسکین‌ها بزرگ‌جثه هستند.

خزندگان پردار امروزی

پرندگان امروزی تنها گروه دایناسورها هستند که تا امروز زنده مانده‌اند. دیواره کامل قلب میان دو بطن قلب (که مانع مخلوط شدن خون تیره و روشن می‌شود)، سنگدان، پوسته تخم‌آهکی، ساخت لانه برای تخم‌گذاری، مراقبت از بچه‌ها، قرار گرفتن پاها

این گروه‌ها هم بال‌هایی کامل و مناسب برای پرواز داشته‌اند. اما خوشبختانه از مراحل اولیه تکامل پرواز در پرندگان، شواهد خوبی به جا مانده است.

دایناسورهای بال‌دار

شکی نیست که پر پیش از پرواز تکامل یافته است. تا مدت‌ها قدیمی‌ترین موجود پرداری که می‌شناختیم آرکئوپتیریکس بود که شاه‌پرهایی کامل دارد. اما طی بیست - سی سال اخیر، نمونه‌های جدیدی از سنگواره‌های دایناسورهای پردار کشف شدند که به روشنی مراحل تکامل پر را نشان می‌دهند. دایناسورهایی که تنها پوششی از پوش پر دارند؛ دایناسورهایی که تنها پوششی از کرک پر دارند؛ دایناسورهایی که ترکیبی از پر و فلس در کنار هم روی پوست خود دارند؛ دایناسورهایی که پرهایی با شکل‌های متفاوت نسبت به پرهایی پرندگان امروزی دارند و سرانجام دایناسورهایی که پرهایی بزرگ اما تیغ‌مانند دارند. علاوه بر این‌ها از دیرباز می‌دانستیم که بدن تروسورها، یعنی همان خزندگان پروازگر بال‌پوستی که نزدیک‌ترین خویشاوندان دایناسورها به شمار می‌روند، از پوششی موممانند پوشیده شده بود. مدت‌ها بر سر اینکه شاید این موها نیز نوعی پرابتدایی باشند، بحث وجود داشت تا سرانجام سال گذشته سنگواره تروسوری پیدا شد که موهای روی سطح پوستش، به وضوح الگویی منشعب داشتند. این یافته

طی بیست -

سی سال اخیر،

نمونه‌های جدیدی

از سنگواره‌های

دایناسورهای

پردار کشف شدند

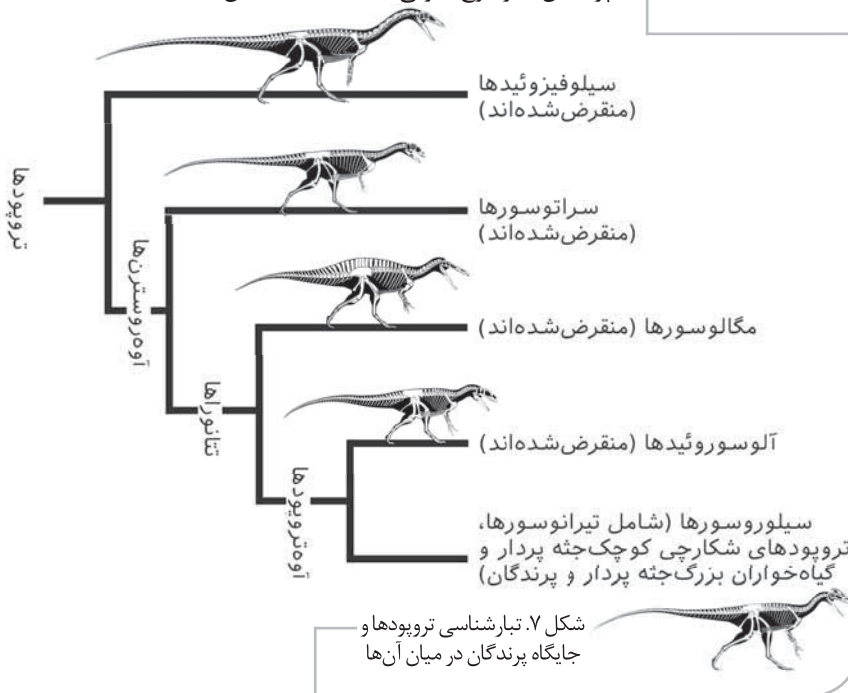
که به روشنی

مراحل تکامل پر

را نشان می‌دهند

نخستین پروازها

حدود ۴۰۰ میلیون سال پیش، گروهی از بندپایان شش‌پا که ما معمولاً آن‌ها را حشرات می‌نامیم، به تریبی که هنوز درباره آن اطمینان نداریم (شاید از چین‌های پوستی جانبی بدن یا شاید از توسعه آبشش‌های نیایی متصل به پاها) بال درآوردند و شروع به پرواز کردند. حشرات نخستین جانورانی بودند که توانستند با کمک اندام‌هایی که هوا را به هم می‌زدند، از زمین جدا شوند و شروع به پرواز کنند. ۲۲۸ میلیون سال پیش گروهی از خزندگان که پیش‌تر قلبی کاملاً چهارحفره‌ای، بدنی پوشیده از پره‌های کرک‌مانند و سوخت‌وسازی احتمالاً خون‌گرم داشتند، با بال‌هایی پوستی که میان انگشت شماره ۴ دست و پهلوها و پاها کشیده شده بود، شروع به پرواز کردند. این‌ها تروسورها بودند؛ نخستین مهره‌داران پروازگر و تنها گروه پروازگری که ۶۶ میلیون سال پیش، نسلش کاملاً منقرض شد. حدود ۱۴۵ میلیون سال پیش، گروه دیگری از خزندگان پردار به شیوه‌ای متفاوت با تروسورها شروع به پرواز کردند. آن‌ها مجهز به نوع خاصی از پره‌های مستحکم و بزرگ بودند و با کمک همین پرها شروع به پریدن میان شاخه‌های درختان کردند. این‌ها دایناسورها بودند و نسل گروهی از دایناسورهای پردار پروازگر تا امروز باقی مانده است. سرانجام حدود ۵۳ میلیون سال پیش، گروهی از پستانداران صاحب بال‌هایی پوستی شدند و شروع کردند به پرواز. این پستانداران پروازگر خفاش‌ها هستند و تا امروز هنوز منقرض نشده‌اند. درباره اینکه نخستین حشرات، نخستین تروسورها و نخستین خفاش‌ها چطور پرواز را شروع کردند، تقریباً هیچ چیز نمی‌دانیم. هنوز نمونه‌ای از سنگواره اجداد این گروه‌ها کشف نشده که بال‌هایی نصفه داشته باشند. قدیمی‌ترین نمونه‌های کشف‌شده هر کدام از



کافی بود تا وجود پر را به نیای مشترک دایناسورها و تروسورها نیز تعمیم بدهیم. طبق آنچه در سنگواره‌ها مشهود است، نخستین پرها که در دایناسورها و تروسورها و نیای مشترک آن‌ها وجود داشته، چیزی بوده است شبیه کرک‌های زردرنگ جوجه پرندگان امروزی. اما سؤال بزرگی همچنان باقی می‌ماند: چرا برخی دایناسورها صاحب شاه‌پر شدند؟

ماجرای تاژک باکتری

مخالفان نظریهٔ تکامل برای رد کردن این نظریه دست به دامن تکامل ساختارهایی از جمله تاژک باکتری‌ها می‌شوند. تاژک باکتری از چندین نوع پروتئین مختلف ساخته شده که تنها در کنار همدیگر می‌توانند تاژک را به پیش‌ران یاخته‌ای تبدیل کنند. غیبت هر کدام از این پروتئین‌ها کافی است تا تاژک کار نکند. مخالفان نظریهٔ تکامل می‌گویند که احتمال پیدایش بختانه هر کدام از این پروتئین‌ها بسیار اندک است؛ چه رسد به اینکه حدود ۱۰ تا ۲۰ پروتئین مختلف هم‌زمان جهش یابند و طوری کنار هم قرار گیرند که بتوانند به تاژک تبدیل شوند. حتی اگر یکی از این پروتئین‌ها هم‌زمان با بقیه پیدا نشود، تاژک کار نخواهد کرد و انتخاب طبیعی، تاژی که کار نمی‌کند، چرا باید برگزیند؟ مشابه همین استدلال را می‌توان برای بال پرندگان به کار برد. شاه‌پره‌ای بال تنها در نهایت کمال خود می‌تواند به کار پرواز آیند. اما تکامل شاه‌پرها از کرک‌پرها ناگهان رخ نداده است. ابتدا پوش‌پرها تکامل یافتند، بعد شاه‌پره‌ای کوتاه با دو نیمه متقارن که به کار پرواز نمی‌آیند، بعد شاه‌پرهایی بلندتر تکامل یافتند که همچنان دو نیمه متقارن داشتند و سرانجام شاه‌پرهایی بلند و محکم پیدا شدند که یک نیمه‌شان پهن‌تر از نیمه دیگر بود و این یعنی، شاه‌پر مورد نظر خاصیت هواپویایی^{۱۷} هم دارد و می‌تواند به کار پرواز آید. منتها تا پیش از پیدایش پرواز، انتخاب طبیعی چرا باید شاه‌پری را برگزیند که به درد پرواز نمی‌خورد؟

پاسخ این معما در فرایندی تکامل نهفته است به نام هم‌سازگاری.^{۱۸} هم‌سازگاری نوع خاصی از سازگاری است که در آن صفتی به دلیلی مورد انتخاب طبیعی قرار می‌گیرد، اما پس از مدتی در کنار چند صفت دیگر، کاربرد جدیدی هم پیدا می‌کند؛ مثلاً پمپ‌های پروتونی در غشای یاختهٔ باکتری با انتقال پروتون، ATP می‌سازند یا مصرف می‌کنند. ساختار و عملکرد این پمپ‌ها با پروتئین‌هایی که مسئول چرخاندن

هم‌سازگاری نوع خاصی از سازگاری است که در آن صفتی به دلیلی مورد انتخاب طبیعی قرار می‌گیرد، اما پس از مدتی در کنار چند صفت دیگر، کاربرد جدیدی هم پیدا می‌کند

تاژک هستند، یکی است. این شباهت نشان می‌دهد پس از آنکه پمپ‌های پروتونی برای جابه‌جایی پروتون تکامل یافتند، در کنار پروتئین‌هایی دیگر (که هر کدام برای استفاده‌های دیگر تکامل یافته بودند) به کار ساخت تاژک هم آمدند. انتخاب طبیعی تک‌تک این پروتئین‌ها را پیش‌تر، برای مقاصد دیگری انتخاب کرده بود؛ نه صرفاً برای ساخت تاژک در آینده. شواهد سنگواره‌ای نشان می‌دهد شاه‌پره‌ای تروپودانیز برای مقصودی به جز پرواز رشد کرده‌اند. شاه‌پره‌ای بلندی که روی دست‌ها، دم و حتی پاهای دایناسورهای بالغ دیده می‌شوند، اما در نمونه‌های نابالغ همین گونه‌های پردار کوچک یا غایب هستند، نشانه خوبی است که این ساختارها در آغاز صفات ثانویه جنسی بوده‌اند که برای جفت‌یابی تکامل یافته‌اند. البته این توضیح ضروری است که هنوز هم در پرندگان، شاه‌پرها کاربرد آغازین خود را حفظ کرده‌اند و پرندگان زیادی هستند که با شاه‌پره‌ای گشوده و حرکاتی موزون، توجه جنس مخالف را جلب می‌کنند. در بسیاری از پرندگان (مثلاً درناها) هر دو جنس ظاهر یکسان دارند و هر دو پرنده نر و ماده با رقص‌های جفت‌یابی، طرف مقابل را برای تولیدمثل ارزیابی می‌کنند. بنابراین، نباید انتظار داشت صفات ثانویه جنسی لزوماً در یکی از دو جنس پررنگ‌تر باشد.

پرواز از روی درخت یا از روی زمین؟

یکی دیگر از معماهای بزرگ دربارهٔ تکامل پرواز این است که نخستین دایناسورهای پردار چگونه پرواز کردند؟ از روی درخت به زمین پریدند یا از



شکل ۸. حضور شاه‌پر در دایناسورهای پردار بی‌پرواز بالغ و فقدان آن در دایناسورهای نابالغ نشان‌دهندهٔ نقش شاه‌پر به عنوان صفت ثانویهٔ جنسی است.



شکل ۹: وجود پر در دایناسورها بیش از آن که تا ۳۰ سال پیش تصور می شد، عمومیت دارد. در این شکل گله ای *Zhuchengtyrannus* (زوچنگوتیرانوس) جوان دیده می شوند که به نبرد خانواده ای *Ischioceratops* (ایسکیوسراتوپس) رفته اند. زوچنگوتیرانوس خویشاوند آسیایی تیرانوسورس است و ایسکیوسراتوپس، سرده ای از تبار دایناسورهای شاخ دار. سنگواره های نمایندگان هر دو گروه نشان می دهد این دایناسورها پر دار بوده اند. پرهای دایناسورهای شاخ دار موم مانند و تیغ مانند بودند و پرهای دایناسورهای گوشت خوار، بیشتر به پر پرندگان شبیه بود (تصویرسازی امیر حسین بهجتی).

یعنی قدرت پایین آمدن بال دست بسیار ضعیف تر از پرندگان امروزی بوده است.

از سوی دیگر مفصل بازو و کتف به شکلی است که دست/بال نمی تواند به سمت پشت بدن خم شود و حداکثر به سمت طرفین باز می شود؛ بنابراین، هنگام بال زدن، از طرفین (حالت افقی) به سمت پایین بدن (عمودی) حرکت می کرده و بیشترین نیرو در حالی وارد می شده که بال ها در پایین بدن به حالت عمودی درآمده بودند. در پرندگان امروزی، دست/بال کاملاً به سمت پشت بدن خم می شود و هنگام بال زدن از حالت عمودی (به سمت بالا) به سمت پایین می آید و بیشترین نیرو زمانی وارد می شود که بال ها در دو طرف بدن باز هستند. تغییر سمت و سوی مفصل بازو به سمت پشت مدت ها پس از آرکئوپتریکس رخ داد بنابراین، می توانیم نتیجه بگیریم آرکئوپتریکس قادر به بال زدن نبوده و نخستین پروازها، محدود به سر خوردن در هوا با بال های گشوده بوده که احتمالاً از شاخه ای به شاخه دیگر انجام می شده است.

دایناسورها چند بار پرواز کردند؟

این فرض که آرکئوپتریکس نیای پرندگان امروزی است، بسیار شایع، اما نادرست است. آرکئوپتریکس ویژگی هایی دارد که نشان می دهد نیای مستقیم پرندگان امروزی نیست. در حقیقت آرکئوپتریکس یکی

نه آرکئوپتریکس

و نه هیچ کدام

از نمونه های

مشابهی که

در اواخر دوره

ژوراسیک تا

اوایل دوره

کرتاسه

می زیستند،

توانایی بال زدن

نداشتند

روی زمین پر زدند و پریدند؟ اهمیت این سوال وقتی مشخص می شود که بدانیم بیشتر تروپودهای پر دار، دایناسورهایی شکارچی و دونده با جثه بوقلمون تا شترمرغ بوده اند. این دایناسورها گرچه شاه پرهای بلندی داشتند، مثل پرندگان بی پرواز یا کم پرواز امروزی، بیشتر روی زمین می دویدند و به صورت گروهی به شکار دایناسورهای بزرگ تر می رفتند، اما معدودی از آن ها جثه هایی کوچک تر داشتند و ساختار دست/بال آن ها نشان می دهد دست کم توانایی سر خوردن در هوا به کمک بال های گشوده را داشته اند. آرکئوپتریکس یکی از همین دایناسورهای کوچک جثه پر دار بود که می توانست با بال های گشوده روی هوا سر بخورد.

نه آرکئوپتریکس و نه هیچ کدام از نمونه های مشابهی که در اواخر دوره ژوراسیک (۱۴۵ میلیون سال پیش) تا اوایل دوره کرتاسه (۱۲۰ میلیون سال پیش) می زیستند، توانایی بال زدن نداشتند. از سویی استخوان جناغ (Sternum، استخوانی بزرگ که در پرنده های امروزی زیر قفسه قرار دارد و ماهیچه های پروازی سینه ای به آن متصل می شود) در آرکئوپتریکس و سایر پرندگان قدیمی بسیار کوچک، ضعیف و حتی غیراستخوانی (غضروفی) است. استخوان جناغ کوچک، یعنی ماهیچه های سینه ای کوچک و کوچک بودن ماهیچه های سینه ای،



شکل ۱۰: یی (Yi)
دایناسوری از
خویشاوندان پرندگان
بود که با سازوکاری
متفاوت پرواز می کرد.
بال های پوستی و
خفاش مانند این
دایناسور نشان می دهد
استعداد پرواز در
بسیاری تروپودها وجود
داشته، اما تجلی آن
به صورت پرواز، بارها
به صورت جداگانه
و با سازوکارهایی
متفاوت رخ داده
است (تصویرسازی
امیر حسین بهجتی).

تحلیل های فیلوژنتیک نشان می دهد این دایناسورها نسبت نزدیک تری با پرندگان امروزی دارند تا آرکئوپتریکس و ولاسی راپتور و سایر دایناسورهای پردار، اما همین که سازوکار متفاوتی برای پرواز در آن ها تکامل یافته است، نشان می دهد تکامل پرواز چندین بار به صورت های مختلف در دایناسورها رخ داده است و تبار پرندگان، گروهی از دایناسورهای پردار بوده اند که از آغاز توانایی پرواز نداشته اند و بعدها به تدریج و در مسیری جدا از آرکئوپتریکس، این توانایی در پرندگان تکامل و توسعه یافته است.

خزندگانی با استعداد پرواز

اگر امروز تروسورها زنده بودند، به احتمال زیاد در فرهنگ عامه به عنوان گروهی از مرغان شناخته می شدند. بررسی های دیرینه شناختی و تکاملی نشان می دهد بسیاری از ویژگی هایی که پرندگان را مستعد تکامل پرواز کرد، از قبیل سوخت و ساز خون گرم، وجود پر و کیسه های هوایی متصل به شش ها در میان تروسورها و پرندگان خاستگاه مشترکی دارند. علاوه بر این می دانیم که نه یک گروه، بلکه دست کم پنج گروه مختلف از دایناسورهای پردار، تا حدودی توانایی پریدن و سر خوردن در هوا و پرواز را به دست آورده بودند. پرندگان تنها بازماندگان از دایناسورهای پردار هستند. تمام این ها نشان می دهد فرضیه هم سازگاری چقدر درست و دقیق است. سازگاری های منتهی به پرواز در همه این خزندگان به دلایلی دیگر تکامل یافته است، ولی بعدها در پرواز هم نقش بازی کردند؛ مثلاً، کیسه های هوایی احتمالاً برای بهبود کارایی تنفس و افزایش سوخت و ساز در نیای مشترک دایناسورها و تروسورها تکامل یافتند.

**این فرض که
آرکئوپتریکس
نیای پرندگان
امروزی است
رایج اما نادرست
است**

از چندین گونه دایناسورهای پرداری است که زمانی در کره زمین پراکنده بودند و نیای پرندگان نیز یکی از همین دایناسورها بوده است، اما آرکئوپتریکس بانیای پرندگان تفاوت هایی داشته است. آخرین بررسی های فیلوژنتیک^{۲۰} به روشنی نشان می دهد آرکئوپتریکس خویشاوندی نزدیک تری با دایناسورهای شکارچی و پردار مشهوری مثل ولاسی راپتور^{۲۱} دارد تا با پرندگان امروزی. علاوه بر آرکئوپتریکس، چند نمونه دیگر از دایناسورهای پردار نیز توانایی محدودی در پرواز یا سر خوردن روی هوا داشته اند. اغلب این نمونه ها از جمله راهونه ویس^{۲۲} و مایکرو راپتور^{۲۳} خویشاوندی نزدیک تری با ولاسی راپتور و سایر شکارچیان دونده دوره کرتاسه داشته اند، اما نکته عجیب اینجاست که این چند دایناسور پرواز گر، هر کدام متعلق به تباری هستند که اغلب نمونه های آن ها قادر به همین حد از پرواز هم نبوده اند. به نظر می رسد توانایی پرواز در نیای مشترک این دایناسورها وجود نداشته، یا بسیار محدود بوده است.^{۲۴} گروه دیگری نیز که به پرندگان امروزی منتهی می شوند، همچنین شامل انواع اولیه هستند که اثری از توانایی پرواز یا سر خوردن در هوا میان آن ها دیده نمی شود. بنابراین به نظر می رسد توانایی پرواز در دایناسورهای پردار، دست کم چند بار جداگانه تکامل یافته است. منتها یکی از این گروه ها موفق شده است در رقابت با سایر دایناسورهای پردار، پیروز شود و نسل همین گروه که امروزه پرندگان نامیده می شود، تا امروز باقی مانده است.

جالب ترین نکته درباره این حقیقت که پرواز چندین بار در دایناسورهای پردار تکامل یافته، این است که همه گروه هایی که توانایی پرواز اولیه داشتند، از سازوکاری یکسان برای پریدن استفاده نمی کردند. اسکانسوریوپ تریجیدها^{۲۵} گروهی عجیب از تبار دایناسورهای پردار بودند که گویی به طور ثانویه شاه پرهای پروازی خود را از دست داده بودند. جثه آن ها به اندازه کبوتر یا حتی کوچک تر و قدمت آن ها (۱۶۵-۱۵۶ میلیون سال پیش) حتی از آرکئوپتریکس هم بیشتر بود. دو سرده بهتر شناخته شده از این خانواده، یی^{۲۶} و آمیوپ تریکس^{۲۷} به وضوح شواهدی از تکامل نوع متفاوتی بال را نشان می دهند. بال این دایناسورها شبیه بال تروسورها و خفاش ها بدون پر و کاملاً پوستی بوده، منتها این پوست میان انگشتان دوم و سوم دست و پهلوها کشیده شده بود. به علاوه، استخوانی دراز و میله مانند نیز از مچ دست این دایناسورها به سمت عقب کشیده شده بود و پرده پوستی بال را پشتیبانی می کرد.

این کیسه‌ها به دایناسورهای بزرگ‌جثه کمک کردند جثه‌هایی بسیار غول‌آسا پیدا کنند، اما با جرم بسیار کمتر از چیزی که انتظار می‌رفت. اگر جرم حجمی دایناسورهای غول‌آسا به اندازه پستانداران می‌بود، جرم بزرگ‌ترین دایناسورها باید به حدود ۱۵۰ تن می‌رسید، اما در حقیقت جرم این دایناسورها حداکثر بین ۵۰ تا ۸۰ تن بوده است و این یعنی فشار مکانیکی کمتر به ماهیچه‌ها و استخوان‌ها به لطف بدنی که پر از کیسه‌های هوایی است. همین کیسه‌های هوایی بدن تروپودهای پردار و نمونه‌های امروزی آن‌ها، یعنی پرندگان را نیز سبک‌تر و نقش مهمی در تکامل پرواز ایفا کردند. اگر پرنده‌ای به جثه گربه (مثلاً مرغ خانگی) را در یک دست بگیرید و

پی‌نوشت‌ها

1. *Archaeopteryx*
2. Thomas Henry Huxley
۳. در مقاله‌هایی در سال ۱۸۶۸، *سالنامه* و تشریح تاریخ طبیعی به نشانی goo.gl/khD7aZ، صفحه ۶۶ و ۱۸۷۰، *فصل‌نامه انجمن زمین‌شناسی* به نشانی goo.gl/KnkCYM
۴. در سال ۱۸۸۴ اوتیل چارلز مارش، دیرینه‌شناس و مکتشف بزرگ آمریکایی نیز که بسیاری از دایناسورهای مشهور آمریکا را در غرب وحشی کشف کرده بود، رده‌بندی مفصلی از دایناسورهای کشف‌شده تا آن زمان ارائه کرد و به شباهت آرکیوپتریکس و یکی از دایناسورهای شکارچی به‌نام سراتوسورس (*Ceratosaurus*) که خودش پیدا کرده بود (نیچر به نشانی goo.gl/itBEBX) اشاره کرد. مارش هم نتیجه گرفت که آرکیوپتریکس و پرنده‌ها دایناسور هستند. دیرینه‌شناس مشهور دیگری که نظر هاکسلی را دنبال کرد فرانز نویچا، دیرینه‌شناس اشراف‌زاده مجار بود که در سال ۱۹۰۷ مقاله‌ای درباره تکامل پرواز نوشت (شرح اقدامات انجمن جانورشناسی لندن به نشانی bit.ly/۲۰۵BsoT) و در آن نتیجه گرفت آرکیوپتریکس از نسل دایناسورهای دونده (و نه درخت‌زی) تکامل یافته است.
۵. ریچارد اودن، توصیف‌کننده نخستین سنگواره آرکیوپتریکس، مشهور به نمونه [موزه تاریخ طبیعی] لندن، هم مخالف سرسخت نظریه تکامل داروین بود و طبعاً مخالف تکامل پرنده‌ها از دایناسورها. مخالفت او باعث شد انعکاس خبر کشف سنگواره آرکیوپتریکس در برخی کتاب‌های تاریخ طبیعی به‌خصوص در فرانسه بدون کوچک‌ترین دلالت‌های تکاملی باشد.
6. Gerhard Heilmann
۷. به دانمارکی *Vor Nuværende Viden om Fuglenes Afstamning* و ترجمه انگلیسی آن *The Origin of Birds*
۸. Clavicle
۹. هنری فریفلد آربورن ولاسی‌راپتور (*Velociraptor*)، سورونئیوئیدس (*Sauromithoides*) و اوی‌راپتور (*Oviraptor*) را در مقاله‌ای در تجربیات موزه تاریخ طبیعی آمریکا توصیف کرده که هرسه از خویشاوندان نزدیک پرندگان به شمار می‌روند. در صفحه ۱۱ این مقاله تصویر اسکلت اوی‌راپتور دیده می‌شود و ترقوه پرنده‌مانند آن با علامت Ic (مخفف Interclavicle یا میان‌ترقوه) مشخص شده است. مقاله را در این نشانی خواهید یافت: bit.ly/۲Ddbwp
۱۰. جان آستروم با کشف داینونیکوس (*Deinonychus*) در ۱۹۶۴ و توصیف آن در ۱۹۶۹ (خبرنامه موزه تاریخ طبیعی بی‌بادی، goo.gl/tAT۳۳G) و توصیف نمونه جدیدی از آرکیوپتریکس در ۱۹۷۰ (ساینس، bit.ly/۲XJcALW) شباهت‌های زیادی میان داینونیکوس – که دایناسوری شکارچی و دونده به جثه گرگ بود – و آرکیوپتریکس نشان داد و طی سال‌های بعد این نظریه را پی‌گیری کرد (۱۹۷۳، نیچر: ۱۹۷۵، *سالنامه مروری علوم زمین و سیاره‌ای*: bit.ly/۲qwQM5P، ۱۹۷۶، تشریح زیست‌شناختی انجمن لینه‌ای: bit.ly/۳۵y۲SKM)، رابرت باکر و پیتر گالتون در سال ۱۹۷۴ مقاله‌ای انقلابی منتشر کردند و نشان دادند نه تنها پرنده‌ها از دایناسورها مشتق شدند، بلکه آنها را جزء دایناسورها رده‌بندی کردند (نیچر: goo.gl/eM۶۸۸y)، باکر همین ادعای انقلابی را در مقاله‌ای در سال ۱۹۷۵ (ساینس/تفکیک آمریکن: bit.ly/۲L۶DYDZ) و در کتاب مهم و تأثیرگذار تکرار کرد که در سال ۱۹۸۶ با عنوان عقاید نامتعارفی درباره دایناسورها (bit.ly/۳۷DJXCL) منتشر شد.
۱۲. مقاله گوتیه در کتاب *خاستگاه پرندگان و تکامل پرواز* منتشر شد؛ قابل‌بازیابی در: bit.ly/۲KjpBT۱
۱۳. برای اطلاعات بیشتر درباره مبانی رده‌بندی پرندگان به عنوان زیرگروهی از خزندگان رک: عرفان خسروی، «آیا پرندگان خزنده‌اند؟»، *رشد آموزش زیست‌شناسی* ۲۹:۲، زمستان ۱۳۹۲، صص ۱۶–۱؛ به نشانی: roshdmag.ir/fa/article/۹۶۴۰
14. Archosauromorpha
15. Lepidosauromorpha
16. Ornithischian Dinosaurs
17. Aerodynamic
18. Exaptation
19. Adaptation
۲۰. اسکات هارتمن و همکارانش اخیراً جامع‌ترین و دقیق‌ترین تحلیل تبارشناختی درباره تکامل دایناسورهای پردار را در دل مقاله‌ای منتشر کردند که به توصیف گونه‌ای جدید از تروپودهای پرنده‌مانند از آمریکای شمالی می‌پردازد. تحلیل تبارشناختی این مقاله عمده‌تا حاصل کار بیست‌ساله نویسنده دوم مقاله، میکی مورتیمر است. او از اواخر دهه ۱۹۹۰ مشغول جمع‌آوری اطلاعات، مقایسه و تصحیح داده‌های برآمده از تحلیل‌های تبارشناختی تروپودها بوده است. این مقاله در این نشانی قابل دسترسی است: peerj.com/articles/۲۲۴۷
21. *Velociraptor*
22. *Rahonavis*
23. *Microaptor*
۲۴. البته این نظر مورد توافق همه دیرینه‌شناسان نیست. هنرمند و دایناسورشناس دیگری به‌نام گرگوری پاؤل در کتابی که در سال ۱۹۸۸ به‌نام دایناسورهای شکارچی جهان (bit.ly/۲۳bolox) منتشر کرد، مدعی شد آرکیوپتریکس نه‌تنها عموی بزرگ پرندگان امروزی است، بلکه بسیاری از دایناسورهای شکارچی دونده غیردرخت‌زی و غیرپرواز گر مشهور – که از سوی دیرینه‌شناسان دیگر، پسرعموهای پرندگان تلقی شده بودند – در حقیقت پرنده‌هایی ابتدایی بودند که از نسل پرنده‌هایی کوچک‌جثه مثل آرکیوپتریکس تکامل یافته، ولی مثل شترمرغ‌های امروزی، پرواز را کنار گذاشته و به‌طور ثانویه بی‌پرواز شده‌اند. او در تمامی کتاب‌ها و آثار بعدی خود نیز از همین نظریه دفاع کرده است.
25. Scansoriopterygidae
26. Yi
27. *Ambopteryx*

گربه‌ای را در دست دیگر، متوجه خواهید شد که بدن پرنده چقدر سبک‌تر از پستاندار هم‌جثه است. باقی صفات منتهی به تکامل پرواز نیز به همین صورت باعث شدند که گروه‌های متعددی از تروپودهای پردار، مستعد پریدن میان شاخ و برگ درختان باشند. این نکته تکاملی شاید برای گروه‌های دیگر جانداران نیز صادق باشد که تکامل صفات شاخص برخی گروه‌ها، شاید چندان آنی و دفعی نبوده باشد و سازگاری‌های اولیه، مدت‌ها پیش‌تر در نیاکان گروه موردنظر پیدا شده باشند یا صفت مورد نظر، مدت‌ها بعد از تکامل آن گروه با به هم پیوستن سازگاری‌های مختلف، «کامل شده» باشد.



Ellen Jorgensen

زیست‌شناس و کنشگر ارتباط بین علم و جامعه

ترجمه: مهرگان روزبه

دبیر زیست‌شناسی شهر تهران

اشاره

فناوری ویرایش ژنوم از موضوع‌های جدید علم زیست‌شناسی و مورد بحث‌های بسیاری در جامعه است. در اینجا ترجمه سخنرانی الِن جورگنسن، زیست‌شناس و کنشگر علم و جامعه را که به زبانی ساده بیان شده است، می‌آوریم تا در صورت لزوم مورد استفادهٔ معلمانی باشد که در کلاس درس با پرسش‌های دانش‌آموزان در خصوص این فناوری پیچیده؛ ولی کارآمد روبه‌رو می‌شوند.

کلیدواژه‌ها

فناوری‌های ویرایش ژنوم، RNA راهنما، کاس ۹.

آیا کریسپر ساده و ارزان است؟

● امروزه، کریسپر

در بسیاری از

رسانه‌ها مورد بحث

قرار می‌گیرد و

واژه‌های «ساده» و

«ارزان» را برای آن

به کار می‌برند

معمولی حاکم بر آن به پیش می‌رود. به همین علت، طی شش سال گذشته، مأموریت شخصی من این شده است که مطمئن شوم بسیاری از مردم به اندازهٔ کافی از این نوع فناوری‌ها و کاربردهای آن‌ها سر در می‌آورند.

امروزه، کریسپر در بسیاری از رسانه‌ها مورد بحث قرار می‌گیرد و واژه‌های «ساده» و «ارزان» را برای آن به کار می‌برند. می‌خواهیم در اینجا کمی عمیق‌تر شویم و به واقعیت‌ها و افسانه‌هایی که کریسپر را در بر گرفته‌اند، توجه کنیم.

اگر بخواهیم ژنی را با کریسپر ویرایش کنیم،

- کسی چیزی دربارهٔ کریسپر^۱ شنیده است؟

- بله.

- اگر نشنیده بودید تعجب می‌کردم.

- کریسپر نوعی فناوری برای ویرایش ژنوم است که بسیار کارآمد و بحث‌انگیز است و بحث‌های فراوانی جالبی را هم سبب شده است. مثلاً آیا می‌توانیم با آن ماموت‌های پشمالو را دوباره زنده کنیم؟ آیا می‌توانیم با آن جنین انسان را ویرایش کنیم؟ یا چطور می‌توانیم با استفاده از این فناوری از شر یک گونه که آن را مضر می‌دانیم خلاص شویم؟

این شاخه از علم بسیار سریع‌تر از سازوکارهای

ابتدا باید DNA آن را خراب کنیم، یعنی مارپیچ دورشته‌ای آن را قیچی کنیم. بعد فرایندهای ترمیمی سلولی شروع به کار می‌کنند. باید فرایند ترمیم را به گونه‌ای مدیریت کنیم که ویرایش مورد نظر ما را انجام دهد؛ نه ویرایشی را که به طور طبیعی انجام می‌دهند. کریسپر سامانه‌ای دو بخشی است. یک پروتئین دارد به نام کاس^۹ و بخشی که RNA راهنما نام دارد که من دوست دارم اسمش را بگذارم «هدایت کننده موشک». عاشق این هستم که انسان‌نگاری کنم. پس کاس^۹ چیزی مثل بازی پک-من^۴ است که می‌خواهد DNA را بخورد و RNA راهنما قلاده‌ای است که آن را تا نقطه هدف در ژنوم هدایت می‌کند. مجموع این دو بخش را کریسپر می‌نامیم و در واقع، آن را از یک سامانه دفاعی بسیار بسیار قدیمی باکتری‌ها دزدیده‌ایم.

جالب است بدانید که فقط ۲۰ نوکلئوتید از RNA راهنما هدف را شناسایی می‌کند. طرح آن بسیار ساده و ارزان قیمت است. RNA راهنما، قسمت پویای سامانه است. بقیه قسمت‌ها در واکنش‌های مختلف یکسان‌اند و بی‌تغییر باقی می‌مانند. این باعث می‌شود کار این ابزار نیرومند بسیار آسان باشد.

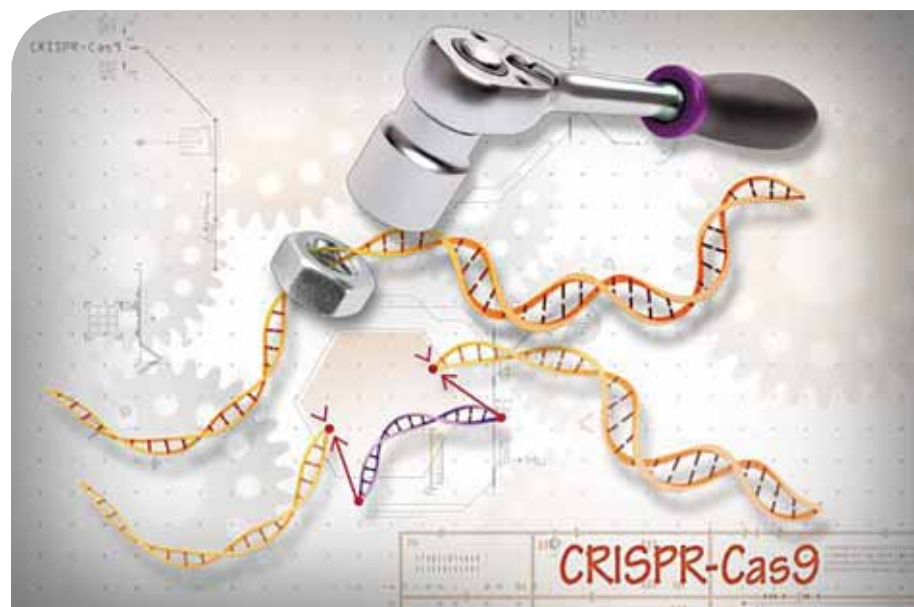
مجموعه RNA راهنما و پروتئین کاس^۹ در طول ژنوم جلو و عقب می‌رود و وقتی که به جایگاهی می‌رسد که منطبق با RNA راهنماست، به درون مارپیچ دورشته‌ای نفوذ می‌کند، بعد پروتئین کاس^۹ آن را برش می‌دهد. سلول در این حالت ناگهان در وضعیت اضطرار و اضطراب تمام‌عیار قرار می‌گیرد،

چون بخشی از DNA آن شکسته شده است. بعد چه اتفاقی می‌افتد؟ کمک فوراً از راه می‌رسد. دو روش ترمیم‌کننده وجود دارد: در روش اول، DNA را می‌گیرند و دو تکه جداشده را دوباره به هم می‌رسانند. این روش چندان کارآمد نیست، چون طی آن بعضی وقت‌ها یک باز اضافه یا حذف می‌شود. اگر بخواهیم ژنی را ناکار کنیم، این روش جواب می‌دهد؛ اما اگر بخواهیم واقعا ژنی را ویرایش کنیم، با این روش نمی‌شود.

روش ترمیم‌کننده دوم بسیار جالب‌تر است. در این روش، همولوگ یک تکه DNA را می‌گیرد. یادآوری می‌کنم که ما یک نسخه از ژنوم‌مان را از مادر و نسخه دیگر را از پدرمان دریافت کرده‌ایم. پس اگر یک نسخه آسیب ببیند، می‌تواند با استفاده از نسخه دوم، آن را ترمیم کند. ترمیم انجام و ژنوم دوباره ایمن می‌شود.

ما با این روش، تکه‌ای از DNA را می‌زدیم و تکه‌ای دیگر را به جای آن می‌گذاریم. تکه‌ای که دو انتهای آن مشابه؛ اما قسمت میانی آن متفاوت است. اکنون، هرچه بخواهیم، می‌توانیم در قسمت میانی

● به من ایمیل می‌زنند: سلام، آیا من می‌توانم شب‌هایی که آزمایشگاه شما باز است، بیایم و مثلاً ژنوم مرا مهندسی کنید؟ شنیده‌ام که خیلی ارزان و ساده است





● داستان جالبی دربارهٔ یک دختر بچه وجود دارد که سرطان خون او را درمان کردند. خون را از بدن او بیرون کشیدند، آن را با کمک کریسپر تصحیح کردند و برگرداندند به درون بدن

دادن این جور کارها واقعاً ساده نیست. نمی‌خواستم بگویم که یک جنگ مالکیت معنوی هم در این بین در جریان است؛ حتی اگر چیزی را اختراع کرده باشی. مؤسسهٔ «برود»^۵ و «یوسی برکلی»^۶ در مرکز این جنگ بزرگ مالکیت هستند. مشاهدهٔ آن واقعاً شگفت‌انگیز است. چون همدیگر را به کلاهبرداری متهم می‌کنند. این جنگ قرار است سال‌ها ادامه داشته باشد. آخرش هم باید مبلغ هنگفتی بابت مجوز به کسی بدهی تا بتوانی از این‌ها استفاده کنی. پس، آیا واقعاً ارزان است؟ خوب، بله، اگر یک آزمایشگاه داشته باشی و در آن کارهای تحقیقاتی پایه‌ای انجام بدهی، ارزان است.

چقدر ساده است؟ بگذارید این ادعا را بررسی کنیم. همیشه جزئیات مشکل ایجاد می‌کنند. ما واقعاً دربارهٔ سلول چیزهای زیادی نمی‌دانیم. نزد ما، سلول هنوز نوعی جعبهٔ سیاه است. برای نمونه، نمی‌دانیم که چرا بعضی از RNAهای راهنما خیلی خوب کار و بعضی دیگر بد کار می‌کنند. نمی‌دانیم چرا بعضی سلول‌ها با یک مسیر ترمیمی کار می‌کنند و بعضی‌ها مسیر دیگری را لازم دارند.

به علاوه، قبل از هر چیز، باید این سامانه را به داخل سلول وارد کنیم. کار در ظرف پتری، زیاد سخت نیست؛ اما اگه بخواهی در یک جاندار انجام بدهی، واقعاً مهارت می‌خواهد. مشکلی نیست که اگر از اجزایی مانند خون یا مغز استخوان استفاده کنی،

جای دهیم و سلول را گول بزنیم. پس می‌توانیم یکی از حروف را عوض کنیم، حروفی را برداریم؛ ولی از همه مهم‌تر، می‌توانیم DNA جدیدی به جای آن بگذاریم، مانند اسب تروا.

ویژگی جالب آن سامانه هدف‌گذاری آن است. یعنی، سال‌هاست DNA را به درون سلول‌ها وارد می‌کنیم. درست است؟ اما با این ابزار، می‌توانیم دقیقاً به هدف بزنیم.

بسیاری از مردم می‌گویند که این ابزار بسیار ارزان یا ساده است. من مسئول یک آزمایشگاه عمومی‌ام. ایمیل‌هایی به من می‌رسد که در آن مردم می‌پرسند؛ مثلاً، می‌نویسند: سلام، آیا من می‌توانم شب‌هایی که آزمایشگاه شما باز است، بیایم و مثلاً، ژنوم مرا مهندسی کنید؟ جدی می‌گویم. جواب می‌دهم: نه، نمی‌توانی. پاسخ می‌شنوم که: اما شنیده‌ام که خیلی ارزان و ساده است.

باید این را کمی بررسی کنیم. چقدر ارزان است؟ بله، به نسبت ارزان است. هزینهٔ متوسط مواد آزمایشی را از چند هزار دلار به چند صد دلار کاهش داده است و زمان را هم از چند هفته به چند روز کاهش داده که خیلی خوب است؛ اما به آزمایشگاهی حرفه‌ای برای کار نیاز داریم. خارج از یک آزمایشگاه حرفه‌ای نتیجهٔ مناسبی به دست نمی‌آید. منظورم این است که به حرف افرادی که ادعا می‌کنند که این کارها را می‌شود در آشپزخانه انجام داد، گوش نکنید. انجام

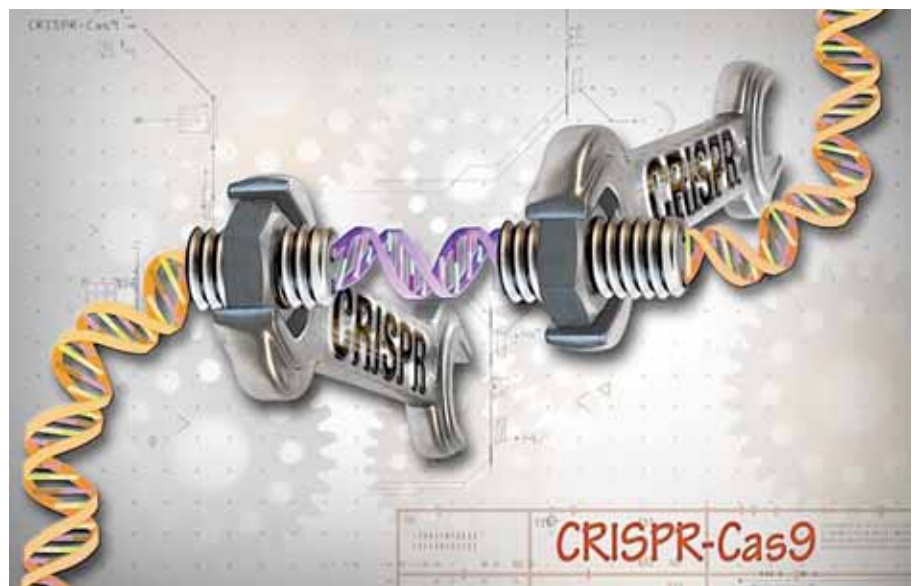
روی این‌ها تحقیقات زیادی در حال انجام است. داستان جالبی دربارهٔ یک دختر بچه وجود دارد که سرطان خون او را درمان کردند. خون را از بدن او بیرون کشیدند، آن را با کمک کریسپر تصحیح کردند و برگرداندند به درون بدن. این یکی از رشته‌های تحقیقاتی است که در حال انجام است؛ اما در حال حاضر اگر بخواهیم روی همهٔ بدن کار کنیم، باید از ویروس استفاده کنیم. باید ویروس را بگیریم، کریسپر را درون آن بگذاریم و آن را به درون بدن تزریق کنیم. حالا ویروس درون بدن است و نمی‌دانیم چه تأثیر بلند مدتی دارد. به علاوه، کریسپر گاه هدف‌گیری اشتباه دارد، البته، درصد آن خیلی کم است، ولی اشتباه وجود دارد. نمی‌دانیم در مسیر زمان چه اتفاقی خواهد افتاد.

این‌ها سوالات پیش‌پاافتاده‌ای هستند. دانشمندان

بدهند؛ مثلاً، بیماری‌های جانوری را بهبود ببخشیم، یا راهکارهایی برای تولید صنعتی مواد شیمیایی ارزشمند در مخازن تخمیر به دست آوریم، یا حتی تحقیقات بنیادی در مورد چگونگی کارکرد ژن‌ها انجام دهیم.

آری، کریسپر را باید این‌گونه معرفی کنیم و من دوست ندارم در مورد آن اغراق کنیم و مواردی را نادیده بگیریم. بسیاری از دانشمندان در حال کار با کریسپر هستند و چیزی که برای من جالب است، این است که آیا جامعه ما از این محققان حمایت می‌کند؟

به این موضوع فکر کنید. ما فراساختاری داریم که در آن افرادی همهٔ وقت خود را صرف تحقیق روی آن می‌کنند. همهٔ ما روی کریسپر کار می‌کنیم و همه چوپانان آن هستیم. همه مسئولیم.



سعی می‌کنند آن‌ها را حل کنند و امیدواریم که در نهایت حل شوند. اما اصلاً این طور نیست که دستگاهی را روشن کنیم، خودش کار بکند. نه، حداقل نه به این زودی‌ها. پس آیا واقعاً ساده است؟ خوب، اگر چند سال با آن کار کرده باشی، بله، ساده است.

موضوع دیگر این است که ما واقعاً نمی‌دانیم وقتی که یک نقطه مشخص در ژنوم را تغییر می‌دهیم، چه روی می‌دهد. ما راه درازی در پیش داریم تا درک کنیم مثلاً چگونه کاری کنیم که خوک بال یا یک پای اضافی در بیاورد. خیلی جالب خواهد بود. نه؟ اما هم‌اکنون هزاران هزار پژوهشگر در حال کار روی کریسپر هستند تا کارهای بسیار مهم‌تری انجام

پس از همه می‌خواهم که این فناوری را بشناسند. چون فقط با شناخت است که خواهیم توانست آن را به پیش ببریم و مدیریت کنیم و مطمئن باشیم که سرانجام نتایج خوبی برای ما و سیاره‌مان خواهد داشت.

پی‌نوشت‌ها

1. CRISPR
2. Cas9
3. guide RNA
4. PAC-MAN
5. Broad Institute
6. UC Berkeley

منبع

1. TED Summit:
https://www.ted.com/talks/ellen_jorgensen_what_you_need_to_know_about_crispr.

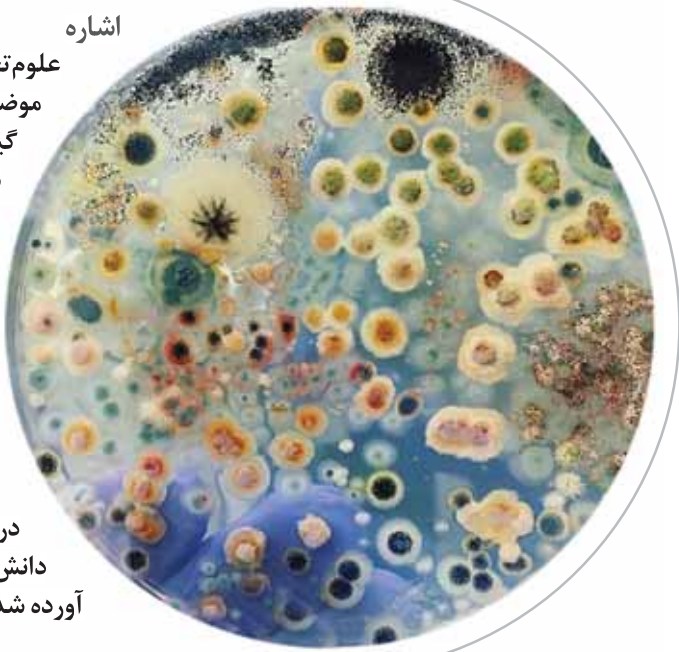
● یک جنگ مالکیت
 معنوی هم در این
 بین در جریان است؛
 حتی اگر چیزی را
 اختراع کرده باشی.
 مؤسسه‌های «برود»
 و انستیتو «برود» و
 «یو سی برکلی» در
 مرکز این جنگ بزرگ
 مالکیت هستند

پیشنادهایی برای پروژه‌های دانش آموزی

زهرا پاک‌نیت
دبیر علوم تجربی

اشاره

علوم تجربی و زیست‌شناسی متوسطه بسیاری از موضوع‌های مربوط به جانداران، مانند جانوران، گیاهان و انسان‌ها را پوشش می‌دهد. بنابراین، به نظر می‌رسد انتخاب پروژه‌های دانش‌آموزی از میان این گستره وسیع از ساختار و کار جانداران آسان باشد؛ اما گاه این کار در عمل چندان آسان نیست. زمانی که برای اولین بار می‌خواهید شروع به تحقیق کنید، هزاران طرح به فکرتان می‌رسد؛ اما در عمل با مشکلات بسیاری روبه‌رو می‌شوید؛ چون کمبود امکانات و وضعیت آموزش‌طوری است که بسیاری از آن‌ها را نمی‌توانید اجرا کنید. در اینجا چند پیشنهاد کلی برای چند پروژه دانش‌آموزی، به ویژه برای دانش‌آموزان متوسطه اول آورده شده است.



کلیدواژه‌ها:

پروژه دانش‌آموزی، علوم تجربی، زیست‌شناسی.

زمانی که برای اولین بار می‌خواهید شروع به تحقیق کنید، هزاران طرح به فکرتان می‌رسد؛ اما در عمل با مشکلات بسیاری روبه‌رو می‌شوید

اثر بر گیاهان

اثرهای چند ماده مختلف را بر گیاهان آزمایش کنید. گیاهان را در ظروفی هم‌اندازه و هم‌جنس قرار دهید و سپس اثرهای مواد مختلف را روی آن‌ها آزمایش کنید.

می‌توانید انواع مختلف خاک گلدان را با خاک معمولی مقایسه کنید؛ اما برای آزمون اثرهای مواد دیگر، از یک نوع خاک استفاده کنید. می‌توانید گیاهان با انواع مختلف آب بطری یا آب لوله‌کشی





در زیر میکروسکوپ مشاهده کنید تا باکتری‌ها یا ناخالصی‌های آن را ببینید. سپس قدری از آب را بنوشید و دوباره آن را با آب پر کنید و این بار هم به جست‌وجوی باکتری‌ها و ناخالصی‌های موجود در آب پردازید.

میکروب در اجتماع

ممکن است زمانی که میکروب‌های موجود در اماکن عمومی مختلف را با هم مقایسه می‌کنید، قدری شگفت‌زده شوید. از کلاس درس، دست‌شویی‌ها، فروشگاه‌ها و حتی کتاب‌های کتابخانه عمومی نمونه‌برداری کنید. در زیر میکروسکوپ میکروب‌های این اماکن را مشاهده و با هم مقایسه کنید. یافته‌های خود را در جدول تنظیم و توضیح دهید.

مو

نحوه واکنش مو به انواع مختلف محصولات که روی مو استفاده می‌شوند، آزمایش کنید: شامپوها، حالت‌دهنده‌ها، ژل‌های مو، اسپری‌های مو و دیگر محصولات را آزمایش کنید. به دنبال باقی‌مانده این محصولات روی موها باشید؛ اما قبل از اینکه شروع کنید، ابتدا چند تار مو بردارید. سازگاری و سلامت موهای نمونه را در زیر میکروسکوپ بررسی و نتایج را با موهای پس از استفاده از محصولات مقایسه و هر گونه تغییرات در ظاهر موها را یادداشت کنید. سپس به دنبال نشانه‌هایی باشید که محصولات بر مو برجای گذاشته‌اند. توجه داشته باشید که برای آزمایش چند محصول به زمان بیشتری نیاز دارید. هر محصول را چند روز پس از محصول قبلی آزمایش کنید.

آبیاری کنید، یا با افزودن مقدار کمی سرکه یا دیگر مواد واکنش گیاهان را نسبت به آن‌ها بسنجید. اثرهای مواد مختلف را بر گیاهان مشاهده و اندازه‌گیری کنید و تعیین کنید که هر گیاه در مقایسه با بقیه چگونه رشد می‌کند.

از کلاس درس، دست‌شویی‌ها،

فروشگاه‌ها و حتی کتاب‌های

کتابخانه عمومی نمونه‌برداری کنید و

میکروب‌های آن‌ها را با هم مقایسه

کنید

می‌توانید انواع

مختلف خاک

گلدان را با خاک

معمولی مقایسه

کنید



بطری‌های چندبار مصرف آب

معمولاً بطری‌های آب آشامیدنی یکبار مصرف هستند و بعد از خالی شدن آن‌ها را دور می‌ریزیم. اما بعضی دانش‌آموزان از بطری‌های آب دائمی و چندبار مصرف استفاده می‌کنند و هر بار پس از خالی شدن، آن‌ها را دوباره با آب آشامیدنی پر می‌کنند.

می‌توانید میزان میکروب‌ها و ناخالصی‌های موجود در بطری‌های چندبار مصرف را پس از پر کردن دوباره آن‌ها آزمایش کنید. کار را با نمونه‌گیری از لبه بیرونی بطری آغاز کنید. نمونه‌هایی از آن‌ها را

میزان میکروب‌ها

وناخالصی‌های

موجود در

بطری‌های

چندبار مصرف را

پس از پر کردن

دوباره آن‌ها

آزمایش کنید



بررسی تولید حشره‌کش‌های گیاهی



پژوهشگران: بهاره جعفری طاوسلو، ملیکا گودرزی
دبیر راهنمای اول: معصومه السادات رحمتی
دبیر راهنمای دوم: سعیده سیفی
پژوهش‌سرای دانش‌آموزی کاوش (دبیرستان آزادی)
منطقه کهریزک شهرستان‌های استان تهران
ناظر پژوهش: دکتر سیدحسین موسی کاظمی
دانشکده بهداشت و علوم پزشکی دانشگاه تهران

چکیده

مسئله آلودگی محیط با حشره‌کش‌ها مشکلی است که در سراسر جهان وجود دارد. معلوم شده است که روان آب حاصل از مناطق شهری، بازگشت آب به جریان اصلی و شسته شدن زمین‌های کشاورزی عامل‌های مهم این آلودگی هستند. حشره‌کش‌ها همان‌طور که باعث کنترل آفات می‌شوند، به روش‌های مختلف به موجودات غیر هدف از جمله انسان و حشرات مفید، مثل زنبور عسل و آبزیان غیر هدف چون ماهی‌ها آسیب می‌رسانند. اصلی‌ترین علت تشابه این صدمات وارده، آنزیم‌های حیاتی، هورمون‌ها و دیگر سامانه‌های بیوشیمیایی هستند. به همین علت استفاده از ترکیبات گیاهی می‌تواند از آثار زیانبار حشره‌کش‌ها کم کرد. در این پژوهش تولید حشره‌کش گیاهی دوست‌دار محیط زیست بررسی شد.

موضوع

کلیدواژه‌ها

تنباکو،
خرزهره، بومادران،
آویشن، بدره،
نانوذرات اکسید مس،
شسته SEM، XRD.

تحقیقات فشرده در حال حاضر، حشره‌کش‌های گیاهی تجاری مناسب محدود و ناکافی هستند. از این رو، در این تحقیق آزمایشگاهی از عصاره‌های آبی، اسانس و نانوذرات به‌عنوان جایگزین حشره‌کش‌های شیمیایی استفاده شد که مشخصاً روی پشه آنوفل عامل بیماری مالاریا امتحان شد.

هدف

این پروژه با هدف تولید حشره‌کش‌های گیاهی دوست‌دار طبیعت با استفاده از پوست میوه و گیاهان

در این پروژه با توجه به عوارض ناشی از حشره‌کش‌های شیمیایی به مطالعه عصاره یا ترکیبات گیاهی که جایگزین‌های بسیار مناسبی برای حشره‌کش‌ها هستند، پرداخته شده است. این ترکیبات به‌راحتی در طبیعت تجزیه می‌شوند، در حالی که به انسان و موجودات دیگری که مورد هدف نیستند آسیب نمی‌رسانند. در سال‌های اخیر، این مشتقات گیاهی، در کنترل آفات و حشرات موذی بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. با این حال، با وجود

روش

و بهره‌گیری از اسانس و عصاره‌های آن‌ها، نظیر پوسست میوه انار، گیاهان بومادران، بدره، خرزهره و تنباکو (نیکوتین) روی پشه آنوفل برای رفع مشکلات ناشی از سموم حشره‌کش‌های شیمیایی صورت گرفته است.

روش تحقیق و بررسی در این پروژه براساس پژوهش‌های علمی کاربردی است که با مراجعه به سایت‌های معتبر، با استفاده از مقالات و منابع معتبر انجام شده است. ما در این تحقیق آزمایشگاهی اثر عصاره‌های آبی با غلظت‌های ۶۶۰ - ۳۶۱ و ۶۶۰ میکرولیتر در میلی‌لیتر از برگ‌ها و ساقه گیاهان خرزهره، تنباکو، بدره و اسانس بومادران بر پشه آنوفل را مورد مطالعه قرار دادیم. آزمایش‌ها در شرایط دمایی ملایم و در ساعات روشنایی و تاریکی انجام گرفت. برای بهینه سازی این عصاره‌ها از خواص آنتی باکتریال آویشن برای جلوگیری از رشد کپک استفاده شد. علاوه بر آن اثر حشره‌کشی نانوذرات اکسید مس که با استفاده از روش ساده و سبز با استفاده از عصاره پوسست انار در دمای اتاق سنتز شدند، نیز بررسی شد. نانوذرات اکسید مس با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی و پراش اشعه ایکس شناسایی شدند. نانوذرات اکسید مس به تنهایی اثر حشره‌کشی بسیار قابل توجهی از خود نشان دادند.

مقدمه

پشه آنوفل، عامل واگیر بیماری مالاریا است. محیط زیست این پشه به‌طور قوی تحت تأثیر عوامل دما، رطوبت، تبخیر و تعرق و بارش است. مالاریا بیماری شایع نواحی گرمسیر و نیمه‌معتدل است. این بیماری در مناطق سردسیر ناپایدار و ریشه‌کنی آن آسان، اما در نواحی گرمسیر پایدار است. دما و نمناکی دو عامل بسیار مؤثر بر زندگی و بقای پشه آنوفل است. رشد نوزاد پشه آنوفل با دمایی حدود ۳۰ درجه سلسیوس آغاز و به ۱۵ درجه پایان می‌یابد و دمای مطلوب حدود ۶۵ درجه سلسیوس است. آنوفل

بالغ در دماهای بیش از ۱۰ درجه تاب نمی‌آورد و می‌میرد و شدت مرگ و میر پشه‌های آنوفل زمانی افزایش می‌یابد که گرما با خشکی هوا توأم باشد [۳]. با بررسی‌های انجام شده، محدوده مناسب دمایی برای شیوع بیماری مالاریا در جنوب و جنوب شرقی ایران با توجه به گونه‌های موجود حشره، ۶۵ تا ۱۵ درجه سلسیوس است [۶]. مالاریا نوعی بیماری عفونی حاد یا مزمن خونی است که به وسیله انگل پلاسمودیوم که به نوبت انسان و حشره میزبان را آلوده می‌کند، ایجاد می‌شود. انگل مالاریا به وسیله نیش انواع بخصوصی از پشه آنوفل ماده آلوده به انگل را به انسان منتقل و عامل آن که پلاسمودیوم است موجب بیماری می‌شود [۳].

هر ماده یا ترکیبی از مواد که به منظور جلوگیری، هلاک کردن، کاهش یا دفع هر نوع آفت به کار می‌رود، آفت‌کش نام دارد [۳]. آفت‌کش‌ها از آلاینده‌های مقاوم به تجزیه و جزء ترکیبات موجود در پساب‌های ناشی از صنایع تولیدکننده آفت‌کش‌ها و زه‌کشی زمین‌های کشاورزی هستند [۴]. عوارض سوء بهداشتی ناشی آفت‌کش‌ها عبارت‌اند از عوارض کوتاه‌مدت مانند: درد در ناحیه شکمی، سرگیجه، سردرد، دوبینی، تهوع، مشکلات چشمی و پوستی است و از عوارض درازمدت آن می‌توان به افزایش احتمال بروز مشکلات تنفسی، اختلالات حافظه، افسردگی، نواقص عصبی، سرطان و عقیمی اشاره کرد [۵].

در این پروژه، با توجه به عوارض ناشی از سموم حشره‌کش‌های شیمیایی و نیز بیماری‌زایی پشه آنوفل به‌خصوص بعد از بلایای طبیعی، مثل سیل در استان کرمانشاه در ایران، تصمیم به تحقیق و بررسی در مورد حشره‌کش‌های گیاهی گرفتیم که در این راستا از گیاهان تنباکو، خرزهره، بدره عصاره‌گیری کردیم و همچنین اسانس گیاه بومادران را تهیه کردیم؛ علاوه بر این‌ها با استفاده روش سنتز سبز نانوذرات اکسید مس را به کمک عصاره پوست انار سنتز کردیم.

در سال‌های اخیر،
این مشتقات گیاهی،
در کنترل آفات و
حشرات موذی بسیار
مورد توجه قرار
گرفته‌اند

بیان مسئله

بعضی پشه‌ها، مخصوصاً پشه آنوفل ناقل بیماری مالاریاست. مالاریا نوعی بیماری است که انسان‌ها را در بسیاری از کشورها تهدید می‌کند. این حشرات، میلیون‌ها سال است که با ما زندگی و تکامل حاصل می‌کنند. بنابراین، کنترل آن‌ها برای انسان‌ها بسیار دشوار است. از آنجا که از اسپری‌های حشره‌کش علیه آن‌ها استفاده می‌شود، آن‌ها در برابر این اسپری‌ها مقاوم می‌شوند. علاوه بر آن، استفاده از سموم شیمیایی در کنترل این حشره باعث بروز مشکلاتی می‌شود، از جمله:

۱. خطرات شغلی برای کارگران شاغل در کارخانه‌های تولیدکننده سموم،
 ۲. خطرات محیطی مرتبط با اثرات جانبی بر موجودات غیر هدف،
 ۳. آلودگی محیط، خاک، آب‌های سطحی و زیرزمینی،
 ۴. از دست رفتن احشام و دام‌ها،
 ۵. ظهور و بروز باقیمانده‌های آفت‌کش‌ها در مواد غذایی،
 ۶. ظهور گونه‌های مقاوم به آفات.
- در این پروژه، ساخت حشره‌کش‌های گیاهی و سنتز سبز نانو ذرات مس به منظور رفع معایب حشره‌کش‌های شیمیایی طراحی شده است.

اهداف پژوهش

اهداف کلی

تولید حشره‌کش گیاهی دوست‌دار طبیعت با استفاده از گیاهان خرزهره، تنباکو، بومادران، بذر و سنتز نانو ذرات اکسید مس با خواص حشره‌کشی برای حذف پشه آنوفل.

اهداف جزئی

- بررسی مضرات ناشی از حشره‌کش‌های شیمیایی،
- بررسی فواید حشره‌کش‌های گیاهی،
- بررسی فواید و قابلیت‌های گیاه گون و صمغ کتیرا،

- بررسی فواید سنتز سبز اکسید مس به روش ساده و مقرون به صرفه و کارایی بالا.

اهداف کاربردی

- کاهش استفاده از سموم شیمیایی،
- رفع معایب سموم شیمیایی به کمک عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی،
- سنتز سبز نانو ذرات اکسید مس به عنوان جایگزینی مناسب و مقرون به صرفه،
- استفاده مناسب و به اندازه گیاه سریش و صمغ عربی و صمغ کتیرا برای تولید مالچ طبیعی و مقرون به صرفه.

فرضیه‌ها

۱. عصاره‌های گیاهی می‌توانند اثرهای حشره‌کشی از خود نشان دهند.
۲. اثرهای حشره‌کشی آن‌ها یکسان نیست.
۳. گیاه خرزهره بیشترین اثر آفت‌کشی را نسبت به گیاهان دیگر دارد.
۴. نانوذرات اکسید مس علاوه بر خواص آنتی‌اکسیدانی به میزان زیاد قابلیت حشره‌کشی از خود نشان می‌دهند.

سؤالات پژوهشی

- بیشترین شیوع پشه آنوفل در چه فصلی از سال است؟
- در چه مناطقی امکان رشد این حشره بیشتر است؟
- حشره‌کش‌های شیمیایی چه مضراتی دارند؟
- آیا حشره‌کش‌های گیاهی می‌توانند جایگزین مناسبی برای حشره‌کش‌های شیمیایی باشند؟
- آیا حشره‌کش‌های گیاهی به موجودات غیر هدف آسیب می‌رسانند؟
- آیا استفاده از حشره‌کش‌های گیاهی مقرون به صرفه است؟
- آیا نانو ذرات اکسید مس سنتز شده در این

روش انجام کار

عصاره‌گیری

در این پروژه به منظور ساخت حشره‌کش‌های گیاهی عصاره‌های تنباکو، خرزهره و بدره به کمک دستگاه سوکسله استخراج شد. بدین ترتیب که ابتدا ساقه و برگ‌های این گیاهان برای از بین بردن آلودگی‌ها و گرد و غبار چندین بار با آب مقطر شسته شد؛ سپس این گیاهان به مدت یک الی دو هفته در تاریکی خشک شدند و در نهایت پودر آن‌ها با استفاده از الک سایز ۶۶ آماده شد. پودرهای تهیه‌شده را در محفظه کاغذی که به کمک کاغذ صافی ساخته شده بود، ریخته شدند و در دستگاه سوکسله به‌طور جداگانه و در زمان‌های مختلف قرار داده شدند. میانگین مدت عصاره‌گیری به کمک این دستگاه ۵ ساعت بود.

اسانس‌گیری

در مرحله بعد، اسانس گیاه بومادران با استفاده از دستگاه کلونجر تهیه شد. در این مرحله از آماده‌سازی، گیاه بومادران طبق روش گفته شده در مرحله عصاره‌گیری، ابتدا خشک و برای اسانس‌گیری مناسب شد.



شکل ۱. دستگاه کلونجر اسانس‌گیری از گیاه بومادران

پژوهش می‌توانند جایگزینی مناسب و با صرفه اقتصادی و در عین حال دوستدار محیط زیست باشند؟

● سالانه چند نفر در ایران به بیماری مالاریا مبتلا می‌شوند؟

اهمیت و ضرورت تحقیق

آفت‌کش‌ها می‌توانند از راه پوست، استنشاق، یا خوراکی به درون بدن راه یابند. اغلب مصرف اتفاقی این مواد باعث مسمومیت‌های حاد می‌شود. بسیاری از این مواد ترکیبات بسیار خطرناک و قدرتمندی هستند. مشابه اغلب سموم دیگر، علائم حاد و تحت حاد این ترکیبات هم وابسته به مقدار است و در مقدارهای بسیار پایین، مانند آنچه که به صورت باقیمانده در غذا یافت می‌شود، ظاهر نمی‌شوند؛ ولی با وجود این، مصرف غیراصولی آفت‌کش‌ها در برخی موارد باعث بروز مسمومیت‌های کشنده شده است [۶]. مطالعات گسترده به‌خصوص در سه دهه اخیر حکایت از عوارض خطرناک این مواد پرمصرف بر سلامت انسان دارد. اگرچه هیچ‌کس نمی‌تواند فواید و اثرات مثبت آفت‌کش‌ها را در زندگی انسان انکار کند، ولی توانایی حرکت این مواد در اتمسفر، آب و نیز توانایی تجمع آن‌ها در محیط زنده از جمله انسان و حیات‌وحش خطرات جبران‌ناپذیری به همراه داشته است. آفت‌کش‌ها در تمام مراحل زندگی انسان، از دوران جنینی گرفته تا دوران نوزادی، در زمان شیردهی، بلوغ و بزرگسالی تأثیرگذار است [۷].

لذا تحقیق و جست‌وجو در ارائه روشی نوین برای جایگزینی این مواد با ویژگی قابل رقابت امری ضروری به نظر می‌رسد.

روش جمع‌آوری اطلاعات

این پروژه پژوهشی کاربردی است که با مراجعه به سایت‌های معتبر علمی و مقالات مرتبط به روش میدانی جمع‌آوری شده است.

سنتز سبز نانوذرات اکسید مس تهیه عصاره پوست انار

برای تهیه نانوذرات اکسید، ابتدا پوست تازه میوه انار به خوبی توسط آب مقطر شسته شد و سپس برای مدت ۶ ساعت در دمای ۵۶ درجه سلسیوس در آون خشک شد. سپس ۳۶ گرم پودر پوست انار به دست آمده با اندازه ۶۶ مش برای عصاره گیری توسط دستگاه سوکسله آماده شد.

تهیه نانوذرات اکسید مس به وسیله عصاره پوست انار

این روش سنتزی به دلیل استفاده از مواد طبیعی دوستدار محیط زیست است. ۶۶۵ گرم استات مس با خلوص ۹۹/۹ درصد به ۴۶۶ میلی لیتر آب دو بار تقطیر اضافه شد و به مدت ۵ دقیقه همراه با حرارت دادن به طور کامل هم زده شد. سپس عصاره انار به صورت قطره در شرایط ملایم (در دمای اتاق) به محلول استات مس یک به ۲ اضافه



شکل ۳. تشکیل نانوذرات اکسید مس (رنگ قهوه ای)

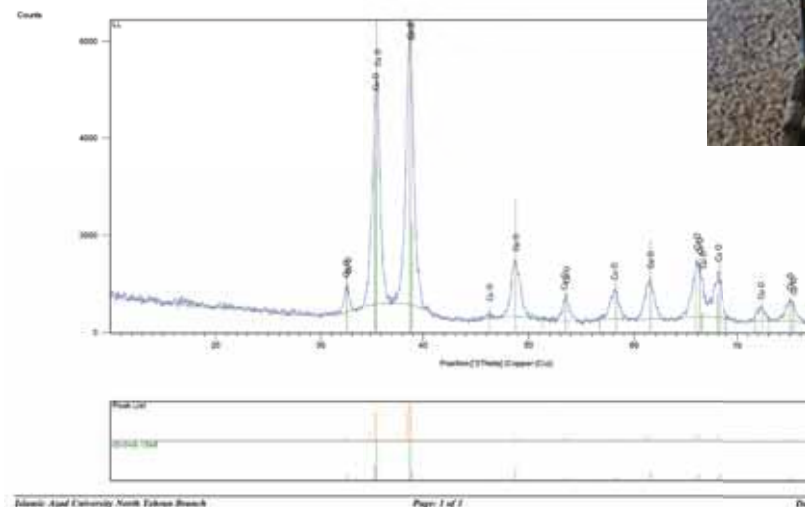
شد. به محض اضافه کردن اولین قطرات رنگ محلول از آبی به سبز و سپس به قهوه ای تغییر یافت که نشانه تشکیل نانو ذرات اکسید مس است. امتیاز این روش، شرایط ملایم و صرفه جویی در مصرف انرژی است.

مشخصه یابی نانوذرات اکسید مس

مشخصه یابی به کمک دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی و پراش اشعه ایکس



شکل ۲. سنتز نانوذرات اکسید مس (تغییر رنگ آبی به سبز)

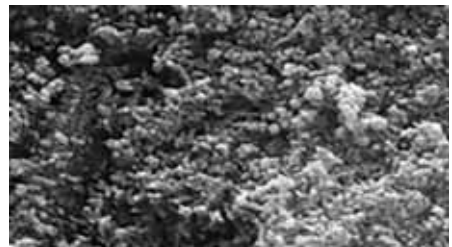


شکل ۴. الگوی پراش اشعه ایکس از نانوذرات سنتز شده از عصاره پوست انار

اغلب مصرف
اتفاقی این مواد
باعث مسمومیت های
حاد می شود

برای بررسی اثر سمیت هریک از عصاره‌های گیاهان خرزهره، تنباکو و بدره و اسانس بومادران، نانوذرات اکسید مس ۲۰ عدد از نمونه‌های پشه‌آنوفل به محتوی بشرهای حاوی محلول‌های سمی تهیه شده با غلظت‌های متفاوت اضافه شد. یک بشر محتوی آب مقطر و ۲۰ عدد پشه‌آنوفل به‌عنوان شاهد نیز آماده شد. آزمایش‌ها در شرایط دمایی ۶۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۵۶-۰۶٪ به مدت ۶۴ ساعت در ساعات تاریکی و روشنایی انجام شد. پس از ۶۴ ساعت تعداد پشه‌های مرده و زنده موجود در ظرف شمرده و درصد مرگ و میر یا تلفات محاسبه شد.

الگوی پراش اشعه ایکس (XRD) در شکل ۴ نشان‌دهنده ماهیت کریستالی نانوذرات اکسید مس است که موقعیت قله‌ها در تطابق با قله نمونه اکسید مس مرجع است و ساختار بلوری را تأیید می‌کند.



شکل ۵. تصویر SEM نانوذرات اکسید مس سنتز شده در دمای اتاق

تصویر SEM یا میکروسکوپ الکترونی روبشی در شکل ۵، تصویر پراکندگی نسبتاً خوب نانوذرات اکسید مس با مورفولوژی کروی را نشان می‌دهد. با توجه به تصویر اندازه متوسط نانوذرات حدوداً بین ۳۶ تا ۳۶۶ نانومتر است.

بررسی اثر حشره‌کشی عصاره‌ها، اسانس و نانوذرات اکسید مس سنتز شده



شکل ۶. محل پرورش پشه‌های آنوفل استفنسی در آزمایشگاه حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین



شکل ۷. بشرهای محتوی محلول سمی و پشه‌های آنوفل استفنسی

تهیه محلول‌های سمی

محلول‌ها از هریک از ترکیبات ۶۵۶ میلی‌لیتر در بشرهای ۴۶۶ میلی‌لیتری با غلظت‌های ۶۶۰۰-۳۶۱ و ۶۶۰ میکرولیتر بر میلی‌لیتر تهیه شد.

روش آزمایش

پشه‌آنوفل استفنسی (ناقل اصلی مالاریا در جنوب ایران) در آزمایشگاه حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین دانشکده بهداشت انستیتو تحقیقات بهداشتی، پرورش داده می‌شود.



ابزار و مواد گردآوری اطلاعات

- کلونجر، سوکسله، بالن ژوژه، بشر، ارلن، مزور، چراغ الکلی.
- اتانول، آب دوبار تقطیر، استات مس یک‌آبه، پوست انار،
- گیاهان: خرزهره، بومادران، تنباکو، بدره

جدول ۳. درصد مرگ و میر پشه آنوفل در غلظت‌های مختلف از محلول‌های گیاهی سمی (حشره کش) بعد از ۶۴ ساعت

ردیف	آزمون شاهد	تعداد کل	تعداد زنده	تعداد مرده	درصد مرگ و میر
۱	خرزهره $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۵۰	۱۰	۱۰
۲	خرزهره $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۵۰	۱۰	۱۰
۳	خرزهره $361 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۶۰	۱۲	۸
۴	خرزهره $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۷۵	۱۵	۵
۵	نانوذرات اکسید مس $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۴۲.۵	۸	۱۲
۶	نانوذرات اکسید مس $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۴۲.۵	۹	۱۱
۷	نانوذرات اکسید مس $361 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۵۵	۱۱	۹
۸	نانوذرات اکسید مس $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۷۰	۱۴	۷
۹	تنباکوکول $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۲۷.۵	۶	۱۴
۱۰	تنباکوکول $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۲۷.۵	۵	۱۵
۱۱	تنباکوکول $361 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۴۰	۸	۱۲
۱۲	تنباکوکول $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۴۵	۹	۱۱
۱۳	بومادران $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۲۰	۵	۱۵
۱۴	بومادران $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۲۰	۳	۱۷
۱۵	بومادران $361 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۳۵	۷	۱۴
۱۶	بومادران $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۴۰	۸	۱۲
۱۷	بدره $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۳.۷۵	۱	۱۹
۱۸	بدره $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۳.۷۵	۲	۱۸
۱۹	بدره $36 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۱۵	۳	۱۸
۲۰	بدره $660 \mu\text{l/ml}$	۲۰	۲۵	۵	۱۵
۲۱	شاهد	۲۰	۵.۲۶	۱	۱۹

جدول ۱. درصد مرگ و میر پشه آنوفل در غلظت‌های مختلف از محلول‌های گیاهی سمی (حشره کش) بعد از ۶۴ ساعت

مختلف مقدار LC₅₀ قابل پیش بینی است

نتیجه گیری

سننر سبز نانوذرات اکسید مس در مقیاس بالا در زمان بسیار کوتاه با پراکندگی و پایداری نانوذرات با موفقیت انجام شد. این نانو ساختار با خواص آنتی باکتریال و با LC₅₀ حدود ۶۶۷۶ بهترین نتیجه

بحث و نتیجه گیری

محاسبه درصد مرگ و در هر نمونه در غلظت مشخص تعداد کل پشه آنوفل در غلظت‌های مختلف / تعداد پشه آنوفل در غلظت‌های مختلف در کنترل $100/X =$ با توجه به درصد تلفات به دست آمده در غلظت‌های

جدول ۶. نتایج محاسبه LC_{۵۰} در مورد عصاره‌ها، اسانس‌ها و نانوساختارها

بدره	بومادران	تتباکو	نانواکسیدمس	خرزهره	LC _{۵۰}
بیشتر از ۵	۱۶۵	۶۶۶۶	۶۶۷۶	۶۶۰۰	LC _{۵۰}

جدول ۲. نتایج محاسبه LC_{۵۰} در مورد عصاره‌ها، اسانس‌ها و نانوساختارها

۹

با توجه به عوارض ناشی از سموم حشره‌کش‌های گیاهی و نیز بیماری زایی پشه آنوفل و حذف مالاریا به خصوص بعد از بلایای طبیعی، مثل سیل در استان کرمانشاه در ایران، تصمیم به تحقیق و بررسی در مورد حشره‌کش‌های شیمیایی گرفتیم

را به دست داد. اگرچه خرزهره با LC_{۵۰} کمتر از نانواکسید مس کشندگی بیشتری داشت؛ اما از آنجا که گیاه خرزهره سمی است و برای موجودات غیرهدف و انسان مضر است، نمی‌تواند جایگزین مناسبی برای حشره‌کش‌های شیمیایی باشد. در مقابل، نانوساختار اکسید مس به انسان و موجودات غیرهدف آسیب نمی‌رساند. گیاه بدره بالاترین LC_{۵۰} را داشت.

پیشنهادهات

با توجه به استفاده از آفت‌کش‌ها و حشره‌کش‌های سمی شیمیایی که می‌توانند باعث مسمومیت موجودات زنده غیرهدف شوند، با توجه به ماندگاری

پی‌نوشت‌ها

1. An.stephens:Bandar abbasstrain
2. (CH₃COOH)_۲Cu.H₂O

منابع

- [۱] هوشور، زردشت؛ ۱۳۶۵ (مقدمه‌ای بر جغرافیای پزشکی ایران، انتشارات جهاد دانشگاهی، چاپ اول.
- [۲] احمدیان مرج، ابوالفضل مباشری، محمدرضا ولدان زوج، محمدجواد و یوسف رضایی (۱۳۸۷) (تعیین مناطق با ریسک بالای شیوع مالاریا با استفاده از شاخص‌های ماهواره‌ای و زمینی، همایش ژئوماتیک و چهارمین همایش یکسان سازی نام‌های جغرافیایی، سازمان نقشه‌برداری کل کشور.
- [3] Manuel,A.E., Eugenio,L.P., Elena,M.C., Jesus,S.G., Juan-carlos, M.,Luis GR.(2007). The Mobility and degradation of pesticides in the soils and pollution of ground-water resources. agriculture, Ecosystems and environment.3088,3-14.
- [4] ISIRI 1053, "Guidelines for Drinking-Water Quality", ICS:13.060.020. 5th.revision. Institute of Standards and Industrial Research of Iran.
- [5] Gaya UI, Abdullah AH, Hussein MZ, Zainal Z. Photocatalytic removal of 2,4,6-trichlorophenol from water exploiting commercial ZnO powder. Desalination. 2010 11/30/:263(1-3):176-82
- [6] Concon ,J.M.(1988).Food toxicology. Part A and B. Marcel Dekker , New York.
- [7] World health organization.(2003).Guidlines on the management of public health pesticides.Report of WHO Interregional Consultation, Chiang Mai,Thailand.
- [8]Copping, L.G. and S.O. Duke. 2007. Natural products that have been used commercially as crop protection agents.Pest Manage. Sci. 63: 524-554.
- [9]Isman, M.B., S. Miresmailli and C. Machia. 2011. Commercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products. Phytochem. Rev. 10: 197-402.
- [10] Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Prot. 19: 603-608.
- [11] Koul, O., S. Walia and G.S. Dhaliwal. 2008. Essential oils as green pesticides: Potential and constraints. Biopes-
- tic.Int. 4: 63-84.
- [12] .Kumar, P., S. Mishra, A. Malik and S. Satya. 2011. Insecticidal properties of Mentha species: A review. Indian Crop Prod. 34: 802-718
- [۱۳] مهرناز ریاضی، جهانگیر خواجه‌علی، نفیسه پورجواد و علیرضا بلندنظر، اثر کشندگی و دورکنندگی فرمولاسیون اسانس نعناع بر شته جالیز در شرایط گلخانه تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۳۱ تاریخ پذیرش ۹۳/۸/۲۶
- [14] Al-Antary, T.M., Khadir, B., 2013. Toxicity of four insecticides on longevity andfecundity of three populations of the green peach aphid for three generations.Jordan J. Agric. Sci., 52-62.
- [15] Karthik, A.D., Geetha, K., 2013. Synthesis of copper precursor: copper and its oxidenanoparticles by green chemical reduction method and its antimicrobialactivity. J. Appl. Pharm. Sci. 3, 16-21.
- [16] Mohan, S., Singh, Y., Verna, D.K., Hassan, S.H., 2015. Synthesis of CuO nanoparticlesthrough green route using Citrus limon juice and its application as nanosorbentfor Cr(VI) remediation: process optimization with RSM and ANN-GA basedmodel. Process Safety Environ. Prot. 96, 156-166.
- [17] Salem, N.M., 2015. Antibacterial activity of synthesizedcopper oxide nanoparticles using Malva sylvestris leaf extract. SMU Med. J. 2, 91-101
- [18] Awwad, A.M., Ibrahim, Q., 2015. Optical and X-ray diffraction characterization ofbiosynthesis copper oxide nanoparticles using carob leaf extract. Arab J. Phys.Chem. 2, 20-24.Awwad, A.M., Albidd, B.A.,
- [۱۹] نقش سامانه موسمی در تشدید بیماری مالاریا در جنوب استان سیستان و بلوچستان موردکاوی: ایرانشهر نسرین حسین آبادی، دکتر تقی طاوسی، فائقه الماسی.
- [20] Raiesi A, Nikpour F, Ansari-Moghaddam A, Ranjbar M, Rakhshani F, Mohammadi M, et al(2011) Baseline results of the first malaria indicator survey in Iran at the health facility level, Malaria Journal 10:319.

اشاره

حدود بیست سال است که نوجوانان فنلاندی در یک آزمون استاندارد بین‌المللی موسوم به پیزا (برنامه بین‌المللی ارزیابی دانش‌آموزان PISA) می‌درخشند. این کشور اسکاندیناوی هنگامی که اولین نتایج برنامه بین‌المللی ارزشیابی دانش‌آموزان در دسامبر ۲۰۰۱ منتشر شد، جهان و حتی مردم خود را به شگفتی انداخت زیرا کودکان ۱۵ ساله فنلاندی در این آزمون به بالاترین امتیازها دست یافتند. نظام آموزشی فنلاند با استفاده از مدلی سبک و نرم در آموزش، نتایج تأثیرگذاری به دست آورده است. در ادامه به ویژگی‌های این نظام آموزشی می‌پردازیم.

ویژگی‌های نظام جدید آموزشی فنلاند:

- از مهم‌ترین ویژگی‌های نظام آموزشی فنلاند که به برتری دانش‌آموزان در آزمون پیزا انجامید، می‌توان به این موارد اشاره کرد:
- روزهای کوتاه مدرسه،
- زنگ تفریح‌های فراوان،
- حداقل آزمون‌های استاندارد،
- تکالیف کم،
- برنامه درسی متعادل مبتنی بر هنر، علوم و مهارت‌های عملی.

برنامه بین‌المللی ارزیابی دانش‌آموزان چیست؟

برنامه ارزیابی بین‌المللی دانش‌آموزان (PISA) نوعی ارزشیابی بین‌المللی سه ساله است که با آزمودن دانش و مهارت‌های دانش‌آموزان ۱۵ ساله‌ای که در حال اتمام تحصیلات اجباری خود هستند، با هدف ارزیابی و مقایسه نظام‌های آموزشی سراسر جهان انجام می‌شود. برنامه پیزا چگونگی کاربرد آموخته‌های دانش‌آموزان را در زندگی واقعی ارزیابی می‌کند. تاکنون بیش از ۹۰ کشور در این ارزیابی که از سال ۲۰۰۰ آغاز شده است، شرکت کرده‌اند. در این آزمون دانش‌آموزان هر سه سال یکبار در موضوع‌های اصلی، خواندن، ریاضیات و علوم

چرا دانش‌آموزان فنلاندی می‌درخشند؟

کلیدواژه‌ها: نظام آموزشی فنلاند، برنامه بین‌المللی ارزشیابی دانش‌آموزان.

ترجمه: محمد علی ابوعلی





می‌کند. متخصصان آموزش می‌گویند که نتایج این آزمون نشان می‌دهند که کدام کشورها به‌طور مؤثرتر جوانان خود را برای کار و شهروندی در قرن بیست و یکم آماده می‌کنند.

در این برنامه، داده‌های جمع‌آوری‌شده از پرسش‌نامه‌های ارزشیابی و پس‌زمینه‌ای مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند و یک سال پس از آن نتایج ارزیابی منتشر می‌شود. برای نمونه، نتایج آخرین آزمون که در سال ۲۰۱۸ صورت گرفت، در روز سه‌شنبه ۳ دسامبر ۲۰۱۹ اعلام خواهد شد.

آزمون می‌دهند. در هر آزمون تمرکز بر یکی از موضوع‌هاست. برای نمونه، در سال ۲۰۰۰، تمرکز بر خواندن بود. علاوه بر این سه موضوع اصلی، در سال

چیزی که برنامه پیزا را در میان آزمون‌های استاندارد دیگر منحصر به فرد کرده، این است که توانایی‌های تفکر انتقادی در خواندن، ریاضی و علوم را اندازه‌گیری می‌کند

علل برتری نظام آموزشی فنلاند

در نظام آموزشی فنلاند آزمون استاندارد وجود ندارد. در این کشور مدرسه خصوصی وجود ندارد و دانش‌آموزان با خیالی آسوده در مدارس آموزش می‌بینند. در این نظام آموزشی، دانش‌آموزان ناچار نیستند بیش از حد درس بخوانند و تدابیر و محیط آموزشی کل‌نگر و در خدمت عدالت و کسب برتری جهانی آموزشی به کار گرفته می‌شود. دانش‌آموزان فنلاندی مانند ربات در اتاق‌های کم‌نور خود را زندانی و برای امتحان آماده نمی‌کنند و تحت فشار آزمون‌های استاندارد دولتی نیستند. مهم‌ترین علل این پیشرفت از این قرارند:

در فنلاند آزمون استاندارد وجود ندارد

در مدارس فنلاند آزمون استاندارد وجود ندارد. در سراسر فنلاند، معلمان دانش‌آموزان را بر پایه ویژگی‌های فردی گروه‌بندی می‌کنند و وزارت آموزش و پرورش این روند را با انتخاب نمونه‌هایی از مدارس مختلف پی‌گیری می‌کند.

۲۰۱۵ در زمینه نوآوری، مانند حل مشارکتی مسائل و در سال ۲۰۱۸ شایستگی جهانی مورد آزمایش قرار گرفتند. برخی کشورها همچنین سواد اقتصادی را هم به آزمون می‌گذارند.

دانش‌آموزان در این برنامه نه تنها آزمون می‌دهند، بلکه پرسش‌نامه‌ای برای ارائه برخی اطلاعات پس‌زمینه‌ای متنی، مانند میزان تحصیلات والدین، چگونگی مالکیت خانه مسکونی به آن‌ها داده می‌شود. علاوه بر این، مدیران مدارس نیز پرسش‌نامه‌ای درباره نحوه مدیریت مدارس پر می‌کنند. این اطلاعات، تأثیر محیط زمینه‌ای و وضعیت مدرسه را بر عملکرد دانش‌آموزان آشکار می‌کند. بعضی کشورها نیز پرسش‌نامه‌هایی درباره اطلاعات مربوط به حرفه‌های آموزشی و مهارت‌های آنان در فناوری اطلاعات و ارتباطات ارائه می‌دهند. بعضی دیگر از کشورها پرسش‌نامه‌هایی اختیاری به والدین و معلمان می‌دهند.

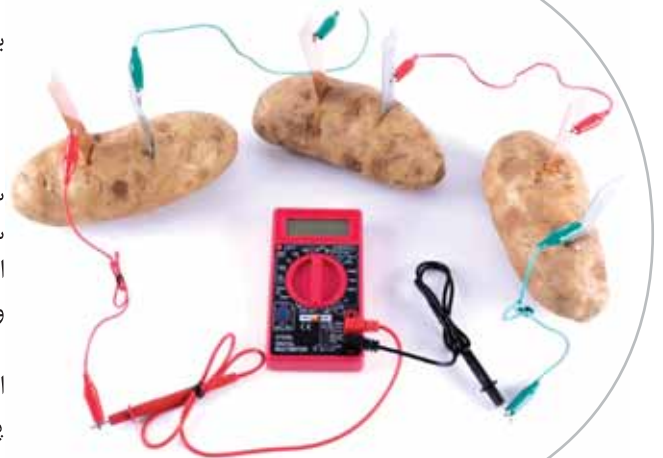
چیزی که برنامه پیزا را در میان آزمون‌های استاندارد دیگر منحصر به فرد کرده، این است که توانایی‌های تفکر انتقادی در خواندن، ریاضی و علوم را اندازه‌گیری

در نظام آموزشی فنلاند آزمون استاندارد وجود ندارد. در این کشور مدرسه خصوصی وجود ندارد و دانش‌آموزان با خیالی آسوده در مدارس آموزش می‌بینند

در فنلاند معلمان رتبه‌بندی نمی‌شوند

در بسیاری از کشورها معلمان را در مواردی مقصر می‌دانند و آنان را متهم می‌کنند که وظایف خود را به‌خوبی انجام نمی‌دهند؛ اما در فنلاند این امر کمتر وجود دارد؛ چون دلیلی وجود ندارد که در این کشور نظام «رتبه‌بندی» سخت برای معلمان وجود داشته باشد؛ چون معتقدند که پویایی رابطه بین دانش آموز و معلم را نمی‌توان براساس اصول قدیمی استاد-شاگردی و بررسی‌های اداری و معیارهای استاندارد سنجید. رابطه دانش آموز با معلم رابطه‌ای فردی و در نتیجه منحصر به فرد است.

در فنلاند همه معلمان باید قبل از ورود به حرفه معلمی مدرک کارشناسی ارشد داشته باشند. برنامه‌های آموزشی برای معلمان بسیار سختگیرانه است. اگر معلمی خوب عمل نکند، مدیر مسئولیت دارد که در این مورد اقدام کند.



در فنلاند رفاقت جای رقابت را گرفته است

نظام آموزشی بسیاری کشورها نوعی نظام رقابتی است. فنلاندی‌ها معتقدند که «برندگان واقعی رقابت نمی‌کنند». از قضا، این نگرش آن‌ها را در رقابت‌های بین‌المللی پیروز گردانیده و در رأس قرار داده است. نظام آموزشی فنلاند در پی ایجاد رقابت‌های مصنوعی نیست. معلمان هرگز دانش‌آموزان را رتبه‌بندی نمی‌کنند. بنابراین، نظام آموزشی فنلاند رفاقتی و بر مبنای همکاری بنا شده است.

در فنلاند اولویت با آموزش نیازهای اولیه است

دغدغه بسیاری از نظام‌های آموزشی نمره دانش‌آموزان در آزمون‌هاست. در این گونه

نظام‌ها آزمون‌های مختلف چندگزینه‌ای یا درک مطلب در ریاضی و علوم اولویت دارند و توجهی به روحیه و سلامت فکری و جسمی دانش‌آموزان نمی‌شود. سال‌ها پیش، نظام آموزشی فنلاند نیز همین‌گونه بود و نیاز به اصلاحات جدی داشت. فنلاندی‌ها برای ایجاد تحول، بر فرایند «بازگشت به نیازهای اولیه» متمرکز شدند و هدف‌های آموزشی را از کسب نمرات عالی به تبدیل مدرسه به مکانی برای عدالت و سلامت تغییر دادند. از دهه ۱۹۸۰ برنامه‌ریزان آموزشی فنلاند این اصول را در اولویت قرار داده‌اند:

- تحصیل باید ابزاری برای ایجاد توازن و ایجاد برابری اجتماعی باشد.
- همه دانش‌آموزان باید وعده‌های غذایی رایگان دریافت کنند.

- دانش‌آموزان باید به‌آسانی به مراقبت‌های بهداشتی و مشاوره روانی دسترسی داشته باشند.
- راهنمایی دانش‌آموزان باید انفرادی باشد.
- شروع مدرسه باید از هفت‌سالگی باشد.

دانش‌آموزان فنلاندی از هفت‌سالگی به مدت ۹ سال تحصیلات اجباری را می‌گذرانند. تحصیل از ۱۶ سالگی، یعنی از پایه نهم به بعد اختیاری است. در این مدت تمرکز بر آماده‌سازی کودکان برای زندگی واقعی است.

نظام آموزشی بسیاری از کشورها ایستا و تغییرناپذیر است. کودکان از پایه‌ای به پایه بعدی می‌روند و هر پایه برای آماده‌سازی دانش‌آموزان برای ورود به پایه بعدی و سرانجام به دانشگاه است. در حالی که برخی دانش‌آموزان به تحصیلات دانشگاهی نیاز ندارند و وارد دانشگاه نمی‌شوند. فنلاند این معما را با ارائه گزینه‌هایی برای ادامه تحصیل دانش‌آموزان حل کرده است.

**پویایی رابطه
بین دانش آموز و
معلم را نمی‌توان
براساس اصول
قدیمی استاد-
شاگردی و
بررسی‌های
اداری و
معیارهای
استاندارد
سنجید**





در فنلاند، دوره دبیرستان سه سال است. دانش آموزان در سراسر این مدت برای ورود به دانشگاه‌ها آماده می‌شوند و گرایش‌های لازم برای تحصیلات عالی را اخذ می‌کنند. آموزش حرفه‌ای فنلاند نیز سه‌ساله است و دانش آموزان را برای مشاغل مختلف آماده می‌کند؛ اما اگر کسی بخواهد از هنرستان وارد دانشگاه شود، باید در آزمون ورودی شرکت کند.

در فنلاند برنامه روزانه دیرتر از کشورهای دیگر شروع می‌شوند

بیدار شدن زود هنگام، رسیدن به مدرسه، شرکت در مراسم صبحگاهی، زمان بسیار زیادی را از دانش آموز می‌گیرد. دانش آموزان فنلاندی معمولاً از ساعت ۹:۰۰ تا ۹:۴۵ صبح در کلاس‌ها حضور دارند. تحقیقات نشان داده‌اند که کار کردن در ساعات اولیه روز برای سلامت دانش آموزان نامناسب است. مدارس فنلاند معمولاً در ساعت ۱۴ تعطیل می‌شوند. مدت کلاس‌ها طولانی‌تر ولی زنگ تفریح‌ها نیز طولانی‌تر است. در نظام آموزشی فنلاند، کلاس‌ها محل‌های اطلاع‌رسانی نیستند، بلکه به گونه‌ای کل‌نگر آموزش را به پیش می‌برند.

در فنلاند معلم همگام با دانش آموز به کلاس بالاتر می‌رود

در فنلاند معمولاً یک معلم به مدت شش سال متوالی به هر دانش آموز تدریس می‌کند. به بیان دیگر، دانش آموزان فنلاندی معمولاً در مدت شش سال یک معلم دارند. در این مدت، معلم شناخت بسیاری از دانش آموزان پیدا می‌کند و می‌تواند مربی شایسته‌تر یا حتی مانند یکی از اعضای خانواده دانش آموز باشد. در طول این سال‌ها، اعتماد متقابل و ارتباط به گونه‌ای برقرار می‌شود که هر دو طرف بتوانند یکدیگر را

بشناسند و به هم احترام بگذارند. نیازهای مختلف و سبک‌های یادگیری افراد مختلف، متفاوت است. معلمان فنلاند می‌توانند این نیازهای ویژه را برآورده کنند چون در پایان سال کلاس را به معلم دیگر تحویل نمی‌دهند.

فضای آرام‌تر

گرایش کلی در مدارس فنلاند استرس کمتر، گروه‌بندی‌های غیرضروری کمتر، در مقابل مراقبت بیشتر است. دانش آموزان معمولاً تنها یکی دو کلاس در روز دارند؛ اما چند بار برای غذا خوردن وقت دارند؛ از فعالیت‌های تفریحی لذت می‌برند و معمولاً استراحت می‌کنند.

این نوع محیط مورد نیاز معلمان هم هست. اتاق‌های معلم در تمام مدارس فنلاند وجود دارند. معلمان در آنجا می‌توانند استراحت کنند، آماده شوند و با دیگران ارتباط برقرار کنند.

تکالیف کمتر و کارهای خارج از مدرسه بیشتر

طبق گزارش اتحادیه اروپا، دانش آموزان فنلاندی کمترین میزان کار و تکالیف خارجی را در مقایسه با دانش آموزان سایر کشورها دارند. آن‌ها هر شب فقط نیم ساعت را صرف تکالیف مدرسه می‌کنند. دانش آموزان فنلاندی معلم خصوصی ندارند و بدون فشار و تنش و در تعادل روانی تحصیل می‌کنند. دانش آموزان فنلاندی هر چیزی را که نیاز دارند در مدرسه بدون فشار اضافی دریافت می‌کنند و آن‌ها بدون دغدغه در مورد نمره و تکالیف سخت و زیاد، به عنوان انسان تحت آموزش قرار می‌گیرند.

پی‌نوشت

1. Programme for International Student Assessment

در فنلاند همهٔ معلمان باید قبل از ورود به حرفهٔ معلمی مدرک کارشناسی ارشد داشته باشند و برنامه‌های آموزشی برای معلمان بسیار سختگیرانه است



وجود حافظه در گیاهان می تواند آن ها را در مقابل تنش های محیطی یا تغییر فصل سازگار کند

ترجمه: مهسا حیدری

کارشناس ارشد بیوشیمی

حافظه در گیاهان گل دار

گروهی از محققان در انگلستان و هلند سازوکاری پیدا کرده اند که به گیاهان زینتی (گیاهان گل دار) این امکان را می دهد که تغییرات محیط را احساس کنند و به یاد بیاورند.

وجود حافظه در گیاهان می تواند آن ها را در مقابل تنش های محیطی یا تغییر فصل سازگار کند. به عنوان مثال، برای بسیاری گیاهان، سرمای زمستان یادآور بازگشت فصل بهار و دمای گرم تر و گل دهی است. یکی از راه هایی که گیاهان می توانند فصل گرما را به یاد بیاورند، از طریق گروهی از پروتئین هاست که PRC2 نامیده می شوند. این پروتئین ها در سرما به هم متصل می شوند و گل دهی را به گیاه القا می کنند. با این حال، هنوز در مورد اینکه این گروه پروتئین ها چگونه می توانند تغییرات محیطی مانند سرد شدن هوا را حس کنند و فقط در صورت لزوم فعال شوند، اطلاعات اندکی وجود دارد.

این مطالعات جدید که توسط دانشمندان انجام شده است، بینش جدیدی برای عملکرد این گروه از پروتئین ها به حساسیت محیطی نشان می دهد. محققان کشف کرده اند که جزء اصلی این پروتئین ها، پروتئینی به نام VRN2 است که بسیار ناپایدار است و در دمای گرم تر و در صورتی که اکسیژن زیاد است، دائماً تجزیه می شود؛ اما در مواقعی که شرایط محیطی سخت می شود، مثلاً، زمانی که گیاه در آب فرو می رود یا اکسیژن کم می شود، این پروتئین پایدار است و باعث زنده ماندن گیاه می شود. همچنین این پروتئین در سرما تجمع می یابد که این تجمع باعث می شود که گیاه در دمای گرم تر به گل بنشیند. محققان دلایل این اتفاق را بررسی کرده اند و به نتایج شگفت انگیزی برای ارتباط بین پاسخ گیاهان به هوای

گیاهان توانایی قابل توجهی برای حس کردن و به یاد آوردن تغییرات محیط زندگی خود را دارند که آن ها را قادر می سازد بتوانند چرخه حیات خود را کنترل کنند

سرد و کاهش اکسیژن در طول دوره سیلاب رسیدند. آن این است که گیاهان توانایی قابل توجهی برای حس کردن و به یاد آوردن تغییرات محیط زندگی خود را دارند که آن ها را قادر می سازد بتوانند چرخه حیات خود را کنترل کنند. در زمانی که هوا گرم است و به پروتئین VRN2 نیازی نیست، این پروتئین به طور مدام شکسته می شود. همچنین این پروتئین به طور مداوم تغییرات محیطی را حس می کند و باعث می شود که PRC2 غیرفعال باقی بماند؛ اما در مواقعی که لازم باشد (به عنوان مثال در هوای سرد) با حس کردن شرایط محیطی، باعث فعال شدن PRC2 می شود.

از طرفی کشف این مکانیسم می تواند برای ساخت گیاهانی که قادرند خود را در شرایط مختلف محیطی سازگار کنند، به دانشمندان کمک کند. زیرا ساخت این گیاهان برای مقابله با تغییرات آب و هوایی بسیار مهم است.

البته، جانوران هم دارای ترکیب پروتئینی PRC2 هستند؛ اما پروتئین VRN2 را ندارند. به نظر می رسد این سیستم تنها و به طور خاص در گیاهان گل دار تکامل یافته است. شاید به این دلیل که گیاهان در زمین ثابت هستند و قدرت حرکت ندارند. بنابراین، می توانند با این سازوکار خود را با شرایط محیطی انطباق دهند و زنده بمانند.

این تحقیق در مجله Nature Communications منتشر شده است (Gibbs et al., ۲۰۱۸).

منبع

Gibbs, D. J., Tedds, H. M., Labandera, A.-M., Bailey, M., White, M. D., Hartman, S., . . . Dambire, C. (2018). Oxygen-dependent proteolysis regulates the stability of angiosperm polycomb repressive complex 2 subunit VERNALIZATION 2. Nature communications, 9(1), 5438.

برداشت از سایت: <http://www.sci-news.com>

انسان میدان‌های مغناطیسی زمین را حس می‌کند

• گروهی از دانشمندان علوم‌شناختی و زمین‌شناسان کشورهای چک، آمریکا و ژاپن کشف کردند که مغز انسان می‌تواند میدان‌های مغناطیسی زمین را تشخیص دهد و شناسایی کند.

زمین را میدان‌های مغناطیسی احاطه کرده‌اند. در سطح زمین، میدان‌های مغناطیسی بسیار ضعیف‌اند، تقریباً ۱۰۰ برابر ضعیف‌تر از آهن‌ربای یخچال.

بسیاری از حیوانات مهاجر مانند پرنده‌ها، لاک‌پشت‌ها، خرگوش‌ها و خرچنگ‌ها و همچنین و زنبور عسل دارای حس خاصی به نام «تشخیص مغناطیسی»^۱ هستند. این احساس به آن‌ها امکان می‌دهد که بتوانند میدان‌های مغناطیسی را برای درک جهت حرکت، ارتفاع و موقعیت مکانی خود، تشخیص دهند. اگرچه حس تشخیص مغناطیس در جانوران به خوبی مورد مطالعه قرار گرفته است، اما دانشمندان هنوز نتوانسته‌اند بیابند که این توانایی در انسان وجود دارد یا نه.

دکتر کیرشونیک^۲ دانشمند زمین‌شناس از دانشگاه توکیو و دکتر سیموچو^۳ دانشمند عصب‌شناس و همکارانش توانسته‌اند با استفاده از الکتروانسفالوگرافی (EEG) که برای ضبط فعالیت مغز داوطلبان بزرگسال در حین دستکاری میدان‌های مغناطیسی استفاده می‌شود، به این سؤال قدیمی جواب دهند.

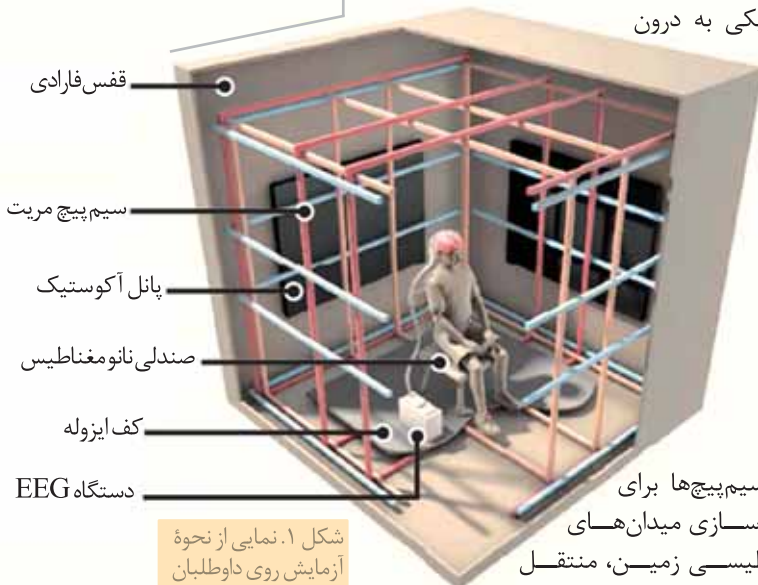
آن‌ها بیان کردند که حس تشخیص مغناطیسی در میان تمام گروه‌های مهره‌داران و بعضی از بی‌مهره‌گان وجود دارد. در حالی که بسیاری از تلاش‌های گذشته برای اینکه آیا این حس در انسان وجود دارد یا نه، بی‌نتیجه بوده است. روش EEG به ما این امکان را داده است که بتوانیم بررسی کنیم آیا در مغز انسان پاسخ ناخودآگاه به این تغییرات میدان‌های مغناطیسی وجود دارد یا نه.

روش EEG فعالیت الکتریکی مغز و نحوه پردازش اطلاعات در نورون‌های مربوطه را ثبت می‌کند. این دستگاه ابزاری مناسب برای مطالعه اعمال ناخودآگاهی است که بر اثر تحریکات فیزیکی توسط مغز پردازش می‌شوند. با این حال،

این دستگاه فرآیندهای خودآگاه را ثبت نمی‌کند؛ بلکه می‌تواند روی همه انواع محرک‌های حسی که می‌توانند بر شناخت و رفتار ما تأثیر بگذارند، بدون اینکه حتی بدانیم که دیده‌ایم، شنیده‌ایم یا یک چیز جدید را احساس کرده‌ایم، کار می‌کند. دانشمندان می‌گویند: ما فکر می‌کردیم که محرک‌های مغناطیسی زمین باید با این روش پردازش شوند. بنابراین، به امواج مغزی انسان برای پیدا کردن هر نشانه‌ای از حس مغناطیسی نگاه کردیم. آنان در این آزمایش از داوطلبان که شامل ۲۴ مرد و ۱۲ زن بودند، خواسته بودند که در یک اتاق آزمایشی بنشینند، در حالی که فعالیت الکتریکی مغزی آن‌ها مستقیماً توسط EEG ثبت می‌شد (شکل ۱).

در این آزمایش، داوطلبان روی صندلی بسیار راحت می‌نشینند. در داخل محفظه سیم‌پیچ‌های بزرگی در جهت‌های مختلف (بالا، پایین، شمال، جنوب، چپ و راست) قرار دارد. جریان الکتریکی به درون

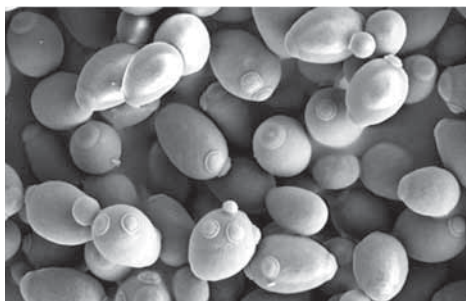
بسیاری از حیوانات
مهاجر و غیرمهاجر
دارای حس خاصی
به نام «تشخیص
مغناطیسی» هستند



شکل ۱. نمایی از نحوه آزمایش روی داوطلبان قفس فارادی صندلی غیرمغناطیسی کف مجزا ماشین EEG

این سیم‌پیچ‌ها برای شبیه‌سازی میدان‌های مغناطیسی زمین، منتقل می‌شود. این میدان می‌تواند هر جهتی، یعنی بالا، پایین، شمال، جنوب، یا هر نقطه‌ای در بین این جهات را نشان دهد و میدان‌های مغناطیسی محلی را در نیمکره شمالی و جنوبی زمین شبیه‌سازی کند. در این روش می‌توان جهت میدان مغناطیسی یا شدت آن را در فواصل زمانی ۱۰۰ میلی‌ثانیه توسط EEG ثبت و تغییرات فعالیت مغز را در پاسخ به این تغییرات میدان مغناطیسی مشاهده کرد. در این آزمایش داوطلبان به مدت ۷ دقیقه با چشمان بسته به صورت بی‌حرکت نشسته بودند.

شکل ۱. مخمرهای ساکارومایسس سرویزیه با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM



۴۲ میلیون مولکول پروتئینی در هر سلول

● دانشمندان متوجه شده‌اند که تقریباً ۴۲ میلیون مولکول پروتئینی در یک سلول ساده وجود دارد. پروتئین‌ها بر طبق دستورالعملی که در ژن‌ها ذخیره شده است، در سلول ساخته می‌شوند و بیشتر کارهای سلولی را انجام می‌دهند. پروفیسور براون می‌گوید: سلول یک واحد زیستی و عملکردی است. اینکه بدانیم چه چیزی در سلول است و چه مقدار از هر نوع مولکول در آن است، یک کنجکاوی طبیعی است. برای اندازه‌گیری مقدار پروتئین در هر سلول، تیمی تحقیقاتی در دانشگاه تورنتو مطالعه و بررسی روی یک گونه از مخمر به نام ساکارومایسس سرویزیه را انتخاب کرد. بررسی‌های انجام شده توسط این تیم تحقیقاتی مشخص کرد که تقریباً ۴۲ میلیون مولکول پروتئین در سلول مخمر وجود دارد. این تحقیقات نشان داده که به‌طور معمول از هر پروتئین بین ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ نسخه وجود دارد. با این حال، بعضی از پروتئین‌ها دارای بیش از نیم میلیون کپی هستند. از طرف دیگر، پروتئین‌هایی هم در سلول وجود دارند که کمتر از ۱۰ نسخه از آن‌ها وجود دارد. تجزیه و تحلیل این یافته‌ها می‌تواند به شناخت سازوکاری که سلول برای کنترل کردن مقدار فراوانی هر پروتئین انجام می‌دهد، کمک کند. این مطالعات می‌تواند راه را برای انجام مطالعات مشابه روی سلول‌های انسانی و مشخص کردن سازوکار مولکولی به وجود آمدن بیماری‌ها باز کند. دانشمندان با استفاده از نتایج به دست آمده نشان داده‌اند که مقدار ذخیره پروتئینی با نقش آن‌ها در سلول مرتبط است. به طوری که با مشخص کردن مقدار پروتئین در سلول می‌توان، نقش آن پروتئین را در سلول پیش‌بینی کرد [1].

- پی‌نوشت‌ها**
1. Magnetoreception
 2. Kirschvink
 3. Shimojo
 4. Alpha event-related desynchronization

منبع
این تحقیق در مجله eNeuro منتشر شده است.

<http://www.sci-news.com>
C.X. Wang, I.A. Hilburn, D.-A. Wu, Y. Mizuhara, C.P. Cousté, J.N. Abrahams, S.E. Bernstein, A. Matani, S. Shimojo, J.L. Kirschvink, Transduction of the Geomagnetic Field as Evidenced from Alpha-band Activity in the Human Brain, eNeuro, (2019) ENEURO. 0483-0418.2019.

جهت میدان مغناطیسی در فواصل زمانی نامنظم (با تعدادی بیشتر از ۱۰۰ فاصله زمانی) تغییر داده شد. در هر زمان که میدان مغناطیسی در جهت عقربه ساعت یا خلاف آن می‌چرخید، مشابه زمانی است که سر داوطلب به چپ یا راست بدون اینکه واقعاً حرکت کند، می‌چرخید. در تمام مدت میدان مغناطیسی به سمت پایین (۶۰-۷۵ درجه از افق) شبیه میدان زمین در نیمکره شمالی در جایی که بیشتر داوطلبین در آنجا متولد و بزرگ شده بودند، قرار داشت.

دانشمندان با مقایسه امواج مغزی پس از چرخش با امواج مغزی که به‌صورت کنترل آزمایش قرار داشتند، متوجه شدند که مغز فرایند محرک‌های مغناطیسی زمین را پردازش می‌کند. بعد از اعمال میدان مغناطیسی به سمت پایین و جهت خلاف عقربه‌های ساعت، دامنه موج آلفای EEG بعضی از داوطلبان تا ۶۰٪ از سطح پیش از تحریک، کاهش شدید پیدا کرد.

محققان می‌گویند: امواج آلفا، نوسانات EEG هستند که در فرکانس حدود ۱۰ هرتز بالا و پایین می‌روند. آن‌ها هنگامی که ما بیدار می‌شویم در حالی که چشمانمان بسته است، روی سیگنال EEG غالب می‌شوند. این امر از فعالیت خود به خودی و هماهنگ شده میلیون‌ها نورون ناشی می‌شود. عملکرد آن‌ها به خوبی درک نشده، اما ممکن است روی ذهن آرامی که روی هیچ چیزی به‌طور خاص متمرکز نشده و هیچ کار خاص انجام نمی‌دهد، تأثیر بگذارند. در هنگامی که یک محرک به‌طور ناگهانی ظاهر و پردازش می‌شود، نورون‌ها هماهنگ با یکدیگر به کار می‌افتند و ریتم آلفای مختل و موج آلفا کوچک‌تر می‌شود. این پدیده، ناسازگاری مرتبط با رویداد آلفا نامیده می‌شود.

بررسی ناسازگاری مرتبط با رویداد آلفا نشان داده است که مغز انسان می‌تواند میدان مغناطیسی زمین را شناسایی کند و نیز نشان داده است که ما دارای یک حسگر هستیم که می‌تواند فرایندهای مغناطیسی زمین را پردازش کند. این یک توانایی بالقوه است که به ما و اجداد شکارچی ما، توانایی زنده ماندن و حرکت کردن داده است. مطالعات پیش‌تر در این زمینه روی جوامع مختلف بشری می‌تواند سرنخ‌های بیشتر و جدیدی برای نحوه تکامل و تغییرات در افراد مختلف در این سیستم حسی باستانی را نشان دهد.

**مغز انسان
فرایند
محرک‌های
مغناطیسی
زمین را
پردازش می‌کند**

ترجمه: محمد کرام الدینی

فازولیسین: آنتی بیوتیکی جدید برای گیاهان

گیاه دارای ریزوبیوم

گیاه بدون ریزوبیوم

گرهک های ریشه



گرفت و می گویند: «امیدواریم که این باکتری بتواند به عنوان نوعی باکتری پروبیوتیک در گیاهان دیگر نیز مورد استفاده قرار گیرد؛ چون فازولیسین از رشد سایر باکتری های مضر در ریشه گیاهان مهم کشاورزی جلوگیری می کند». مقاومت به آنتی بیوتیک ها مشکل بزرگی در پزشکی و نیز در کشاورزی است و ادامه جست و جو برای کشف آنتی بیوتیک های جدید در این دو رشته از علوم کاربردی بسیار اهمیت دارد»

منبع

Dmitrii Y. Travin et al. 2019. Structure of ribosome-bound azole-modified peptide phazolicin rationalizes its species-specific mode of bacterial translation inhibition. Nature Communications 10, article number: 4563; doi: 10.1038/s41467-019-12589-5

می دانیم گروهی از باکتری ها که ریزوبیوم دارند، به صورت همزیست در ریشه گیاهان تیره بقولات (مانند لوبیا، نخود، نخود فرنگی، عدس، بادام زمینی، لوبیای سویا و باقلا) زندگی می کنند و با تثبیت نیتروژن به رشد آن ها کمک می کنند. گروهی از پژوهشگران انستیتو میکروبیوشناسی واکسمن به تازگی در گونه ای از این باکتری های همزیست تثبیت کننده نیتروژن که در جنگلی در مکزیک زندگی می کند، نوع جدیدی آنتی بیوتیک کشف کرده اند و آن را «فازولیسین» نامیده اند. باکتری تولید کننده فازولیسین، در واقع گونه ای، ناشناس از ریزوبیوم هاست که در جنگلی گرمسیری در مکزیک، در ریشه گونه ای لوبیای وحشی با نام علمی *Phaseolus vulgaris* زندگی می کند.

این باکتری نیز مانند سایر گونه های ریزوبیوم گرهه هایی روی ریشه گیاه همزیست خود، یعنی لوبیای وحشی تشکیل می دهد و با تثبیت نیتروژن به رشد آن کمک می کند. پژوهشگران کشف کرده اند که این باکتری همزیست، علاوه بر تثبیت نیتروژن، آنتی بیوتیک «فازولیسین» نیز می سازد و با آن از گیاه همزیست خود در برابر باکتری های زیان مند حفاظت می کند.

این پژوهشگران که پیش از کشف این آنتی بیوتیک، با استفاده از تحلیل های رایانه ای و بیوانفورماتیک، وجود فازولیسین را پیش بینی کرده بودند، اکنون وجود آن را در آزمایشگاه تأیید کرده اند. آنان با مشاهده ساختار اتمی این آنتی بیوتیک معلوم کردند این آنتی بیوتیک به ریزوزوم های باکتری های زیان مند حمله می کند.

پژوهشگران معتقدند که می توان از این آنتی بیوتیک در دیگر گیاهان تیره بقولات نیز استفاده کرد و با ایجاد جهش آن را برای دیگر گیاهان این تیره مهم از گیاهان زراعی به کار

پی نوشت

Waksman Institute of Microbiology and Rutgers University-New Brunswick. phazolicin
Los Tuxtlas

طراحی و ترسیم خلاقانه نقشه‌های ذهنی و مفهومی زیست‌شناسی با نرم‌افزار

مؤلف: مصطفی سهرابلو

اشاره

نقشه‌های ذهنی و مفهومی برای اهداف و مطالب متنوع، در اشکال و انواع مختلف طراحی و ترسیم می‌شوند. از جمله کارکردهای نقشه‌های مفهومی در آموزش و یادگیری، کمک به سازماندهی، خلاصه کردن، معنادار کردن مفاهیم مختلف دروس و غیره برای یادگیری مؤثر دانش‌آموزان است. با توجه به نقش و جایگاه مؤثر نرم‌افزارهای آموزشی و کاربردی در فرایندهای آموزشی جذاب و با عنایت به مبانی سند تحول بنیادین؛ از جمله، راهبرد کلان: بهره‌مندی هوشمندانه از فناوری‌های نوین در نظام تعلیم و تربیت رسمی عمومی مبتنی بر نظام معیار اسلامی (هدف‌های کلان ۱، ۲، ۳، ۵، ۷)، در این نوشتار طراحی تعاملی و خلاق نقشه‌های ذهنی و مفهومی درس زیست‌شناسی با کمک نرم‌افزار ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها: نرم‌افزار زیست‌شناسی، نقشه‌های مفهومی، نقشه مفهومی خلاق، طراحی نقشه مفهومی، نقشه مفهومی تعاملی، نرم‌افزار، نقشه‌های ذهنی، آموزش زیست‌شناسی.

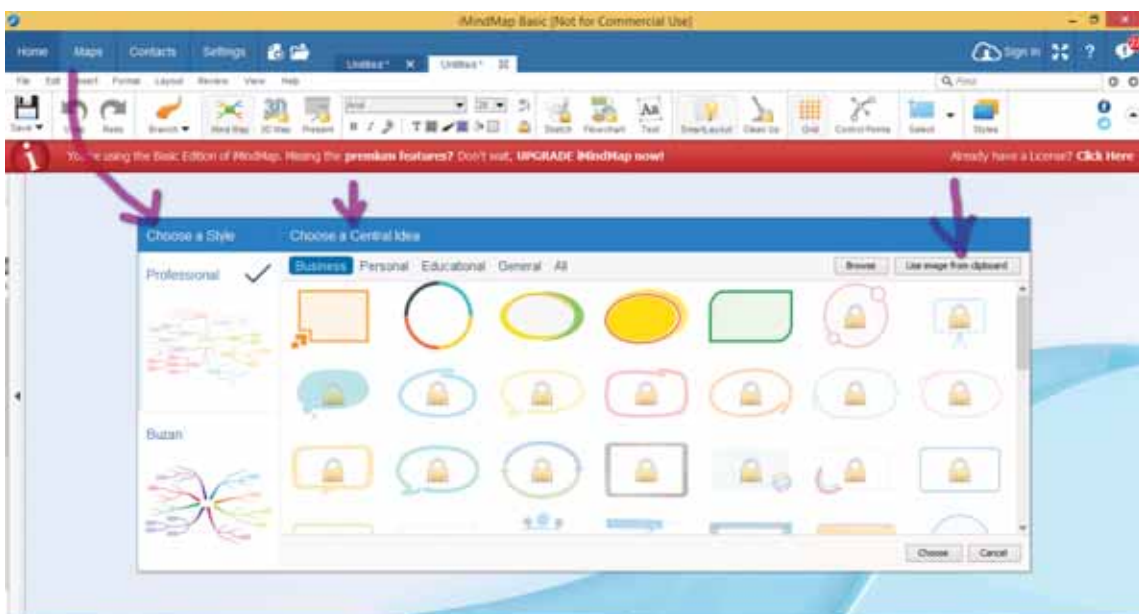
طراحی و ترسیم نقشه مفهومی با نرم‌افزار IMindMap

این نرم‌افزار^۱ به معلم و دانش‌آموزان کمک می‌کند تا بتوانند نقشه‌های ذهنی و مفهومی خود درباره مطالب زیست‌شناسی، مانند: طبقه‌بندی‌ها را با توجه به ویژگی‌های کاربردی نرم‌افزار به آسانی و با سرعت و به‌صورت «تعاملی» و «خلاقانه» طراحی کنند.

نحوه طراحی نقشه‌های مفهومی

۱. از طریق این مسیر در برنامه، می‌توان از قالب‌های نمونه برای طراحی نقشه مفهومی استفاده، یا فایل‌های طراحی شده قبلی را دوباره مشاهده کرد. می‌توان برای مفهوم اصلی در نقشه‌های مفهومی، از تصاویر و اشکال مختلف براساس نیاز استفاده کرد (شکل ۱).

Maps-New Mind Map-...



شکل ۱. استفاده از تصاویر و اشکال متفاوت.

۲. ابتدا مفهوم اصلی (مانند گیاهان) را مشخص می‌کنیم و می‌نویسیم و بعد از آن، براساس اهداف آموزشی و با کمک ابزار رسم که در مرکز هر مفهوم نشان داده می‌شود، اقدام به طراحی نقشه مفهومی می‌کنیم. طراحی نیز فقط با حرکت کلیک چپ به آسانی امکان پذیر است (شکل ۲).

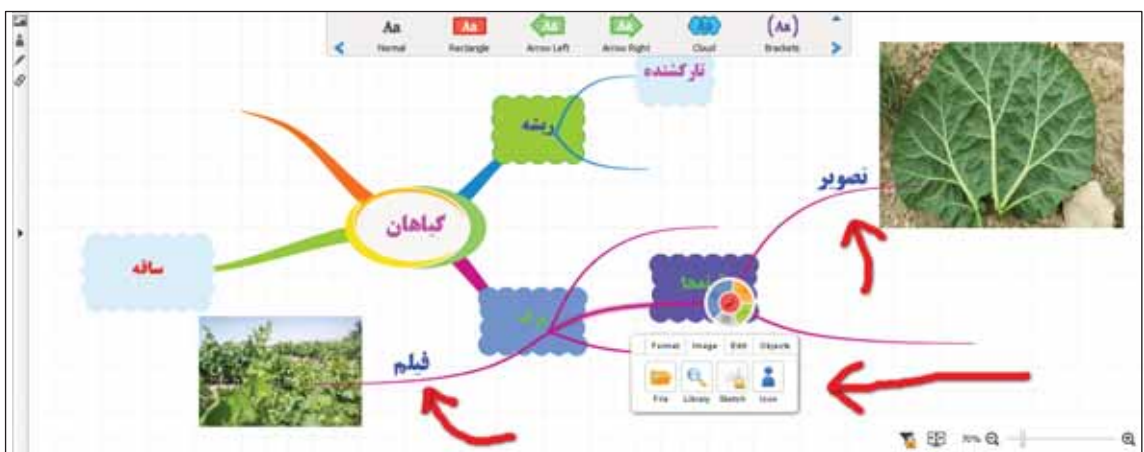
شکل ۲. طراحی نقشه مفهومی با حرکت کلیک چپ.



یکی از ویژگی مهم این نرم افزار، امکان اضافه کردن فایل های مختلف مانند: فیلم های آموزشی، تصاویر مختلف، صوت، نرم افزارهای ویندوزی و فلش و غیره به هر کدام از مفاهیم در نقشه مفهومی است

ارتباطها و شاخه هایی که برای مفاهیم رسم می شوند، در هر لحظه به آسانی توسط معلم و دانش آموزان برای تکمیل شدن قابل تغییر هستند. ۳. در طراحی تعداد مفاهیم و ارتباطات آن ها هیچ محدودیتی وجود ندارد و این کار با توجه به حجم مطالب درسی و نیاز دانش آموزان تکمیل می شود. ۴. دیگر ویژگی مهم نرم افزار، امکان اضافه کردن فایل های مختلف مانند: فیلم های آموزشی، تصاویر مختلف، صوت، نرم افزارهای ویندوزی و فلش و غیره به هر کدام از مفاهیم در نقشه مفهومی است. این ویژگی باعث ایجاد خلاقیت و تعاملی کردن نقشه مفهومی می شود و بر جذابیت و چندانظوره بودن آن در یادگیری می افزاید. این ویژگی جالب با کلیک کردن روی هر مفهوم طبق تصویر قابل دسترسی است (شکل ۳).

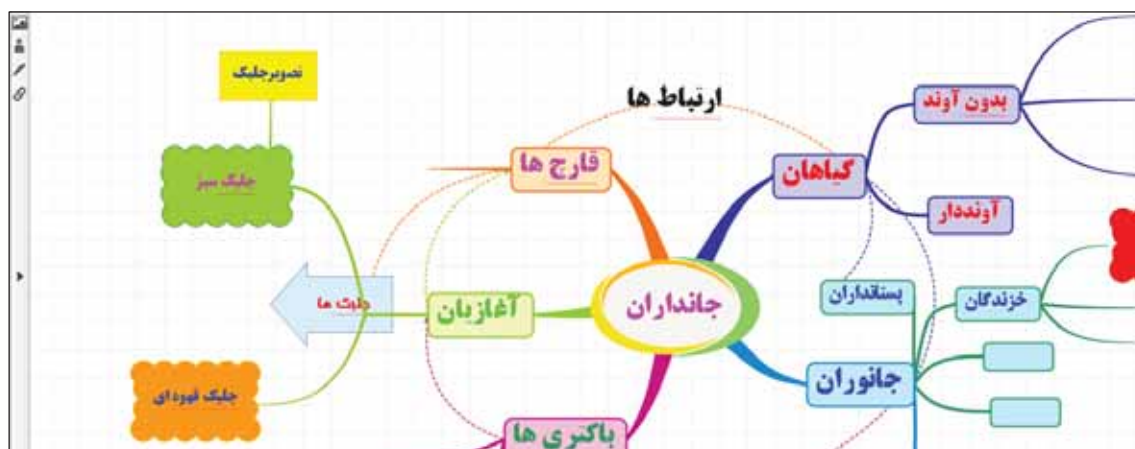
شکل ۳. امکان افزودن فایل های متفاوت به مفاهیم.



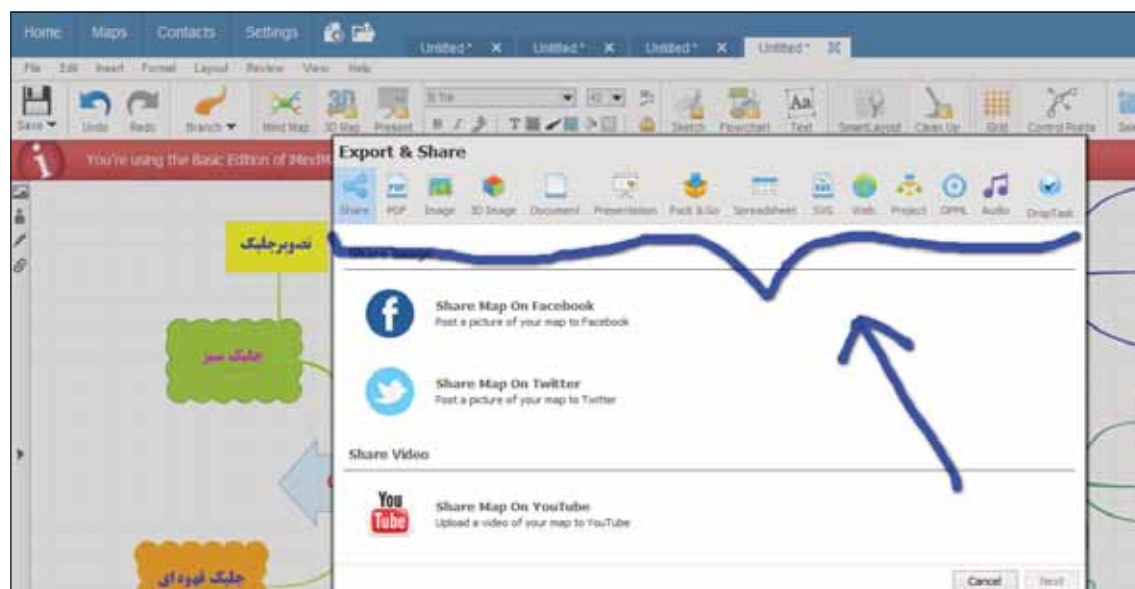
این نرم افزار کمک می کند تا معلم و دانش آموزان بتوانند نقشه های ذهنی و مفهومی خود را با توجه به ویژگی های کاربردی نرم افزار به آسانی و با سرعت و به صورت «تعاملی» و «خلاقانه» طراحی کنند

۵. طراحی و ترسیم تعاملی نقشه های مفهومی متنوع براساس موضوعات درسی به آسانی امکان پذیر است. این نرم افزار امکان همکاری مشارکتی معلم و دانش آموزان را برای تکمیل نقشه ها، فراهم می کند (شکل ۴).

شکل ۴. مراحل ترسیم نقشه مفهومی.



۶. در پایان، طراحی نقشه های مفهومی می توان از آن خروجی های مختلف دریافت کرد و در جاهای مختلف به کار برد (شکل ۵).



طراحی و ترسیم تعاملی نقشه های مفهومی متنوع براساس موضوعات درسی به آسانی امکان پذیر است

شکل ۵. گرفتن خروجی های متفاوت از نقشه ترسیم شده.

پی نوشت ها
۱. سند تحول بنیادین آموزش و پرورش مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی آذرماه ۱۳۹۰.
۲. دسترسی به نرم افزار مذکور از روش های زیر به آسانی امکان پذیر است:
• ایمیل نگارنده
mus.sa92@yahoo.com
• سایت محتواها و نرم افزارهای آموزشی و کاربردی
www.amuzeshikarbordi.sellfile.ir

نرم افزار معرفی شده در این نوشتار با داشتن ابزارها و ویژگی های جالب و کاربردی، مانند: قابلیت افزودن فایل های آموزشی مختلف به هر بخش از نقشه مفهومی، امکان مشارکت گروهی معلم و دانش آموزان در تکمیل نقشه های مفهومی درس زیست شناسی را به صورت تعاملی و خلاقانه طی فرایند آموزشی و یادگیری فراهم می کند. طراحی و ترسیم نقشه های ذهنی و مفهومی با این برنامه به صورت نامحدود و به آسانی ممکن است.

تأثیر آنزیم پراکسیداز بر نشاسته

شهره سلیمی

دبیر انجمن زیست‌شناسی و کارشناس آزمایشگاه
پژوهش‌سرای دانش‌آموزی محمد بن زکریای رازی ناحیه
یک شهری

نرگس بنفش، کوثر حسن‌پور و فاطمه مغاللو

دانش‌آموزان عضو انجمن زیست‌شناسی پژوهش‌سرای
دانش‌آموزی محمد بن زکریای رازی از دبیرستان ابراهیم



چکیده

در این آزمایش مشاهده کردیم که آنزیم پراکسیداز استخراج شده از جوانه نخود موجب تجزیه نشاسته موجود در لوله آزمایش به مالتوز می‌شود. این تجزیه با افزودن معرف مالتوز به محلول و مشاهده تغییر رنگ محلول آزمایش نسبت به محلول کنترل نتیجه‌گیری شد.

کلیدواژه‌ها: مالتوز، سالیسیلیک اسید.

فرضیه

آنزیم پراکسیداز نشاسته موجود در محلول سالیسیلیک اسید را به مالتوز تجزیه می‌کند.

هدف

بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز.

مقدمه

آنزیم‌ها کاتالیزهای زیستی با اندازه‌های نانومتری هستند که قابلیت‌های کاربردی فراوان و شناخته شده دارند. در گذشته معمولاً از آنزیم‌ها در صنایع، به‌ویژه در فرایند تولید شوینده‌ها استفاده می‌شد. در حال حاضر، آنزیم‌ها در زمینه‌های جدیدی مانند سنتز شیمیایی خالص، داروسازی، حسگرهای زیستی، حذف زیستی آلاینده‌ها، جداسازی زیستی، فرایند PCR، هضم پروتئین‌ها در آنالیز پروتئومیک و پیل‌های سوختی زیستی نیز کاربرد گسترده‌ای یافته‌اند (۱۲ و ۱۴).

اختصاصی بودن فعالیت آنزیم‌ها قابلیت کاربردی فراوان آن‌ها را سبب شده، اما در حال حاضر، طول عمر کوتاه آنزیم‌ها استفاده از آن‌ها را محدود کرده است. بهبود پایداری آنزیم می‌تواند کاربردهای عملی آن را بیشتر کند. استفاده از مواد نانو ساختار برای

تثبیت و پایداری آنزیم نه تنها باعث افزایش پایداری فعالیت آنزیم می‌شود، بلکه سایر خواص ویژه آن، به عنوان یک سیستم نانو کاتالیز زیستی، را هم تقویت می‌کند. از جمله این خواص می‌توان به بارگذاری بالای آنزیم، فعالیت زیاد آنزیم، امکان جداسازی مغناطیسی و افزایش سرعت انتقال الکترون اشاره کرد (۱۱ و ۱۲).

افزایش پایداری آنزیم می‌تواند موجب کاهش مقدار مصرفی آنزیم‌ها، افزایش طول عمر راکتورهای آنزیمی، افزایش شانس استفاده دوباره از آنزیم و نیز حصول سیگنال قوی‌تر در حسگر زیستی شود (۱۰). برای افزایش پایداری آنزیم‌ها روش‌های مختلفی وجود دارد، اعم از: تثبیت آنزیم، اصلاح آنزیم، مهندسی پروتئین و مهندسی محیط پیرامون آنزیم‌ها (۸).

دو آنزیم پراکسیداز و آمیلاز از مهم‌ترین آنزیم‌های مؤثر در تحولات فیزیولوژیک گیاهان هستند. تحقیقات مشخص کرده است که در تمام فرایندهای فیزیولوژیک و تغییرات فنولوژیک گیاه، ماده آب اکسیژنه در بافت‌های گیاهی تولید می‌شود که دو آنزیم پراکسیداز و کاتالاز به دو شکل متفاوت این ماده سمی را از محیط دور می‌کنند و همچنین آنزیم پراکسیداز از عوامل مهم لیگنین‌سازی درختان به

خصوص در مرحله آخر پلیمریزاسیون سه الکل اصلی (کونیفریل، سیناپین و P-کوماریل) است. طی بیست سال اخیر به طور پیوسته آنزیم پراکسیداز به عنوان شاخص تغییرات اکولوژیک در گیاه معرفی شده و همچنین تغییرات کمی و کیفی این آنزیم در فرایند فتوسنتز و طبیعتاً نیاز نوری گیاه مشخص شده است (۱)، ۲، ۴، ۶، ۷ و ۱۳).



مواد مورد نیاز

۱. ۰.۲ گرم اسید سالیسیلیک
۲. جوانه (گندم، نخود و ...)
۳. آب مقطر
۴. دماسنج
۵. معرف مالتوز
۶. حمام آب ۳۷ درجه
۷. توری
۸. لوله آزمایش
۹. هاون و دسته هاون
۱۰. قطره چکان
۱۱. همزن
۱۲. سرامیک سفید رنگ
۱۳. برای تهیه محلول نشاسته ۲ گرم نشاسته را همراه ۰.۲ گرم سالیسیلیک اسید را در ۱۰۰ میلی لیتر آب داغ مقطر حل می کنیم و به مقدار ۱۵ میلی لیتر از این محلول در ۲ لوله آزمایش که یکی لوله آزمایش و دیگری لوله کنترل است، می ریزیم.

طی بیست سال اخیر به طور پیوسته آنزیم پراکسیداز به عنوان شاخص تغییرات اکولوژیک در درون گیاه معرفی شده است

روش گام به گام

۱. ۵ گرم جوانه نخود را به وسیله هاون له می کنیم.





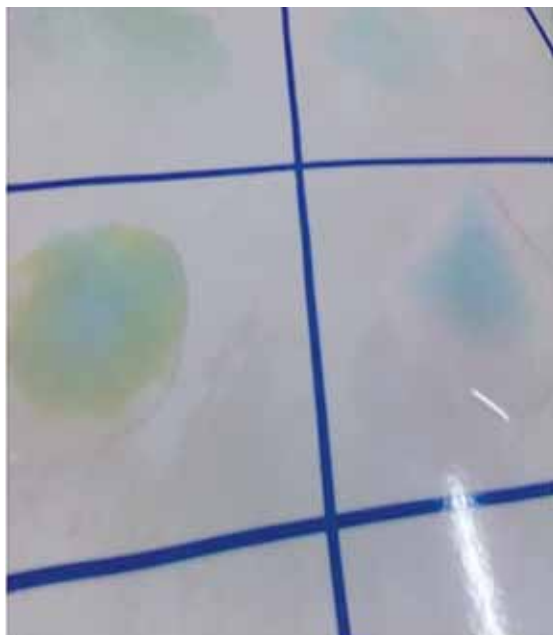
۲. ۱۰ ml آب مقطر به آن می‌افزاییم و به طور کامل مخلوط می‌کنیم.
۳. سپس آن را از پارچه توری عبور می‌دهیم.



۴. به مقدار ۵ ml از این ماده را در هر یک از لوله‌های آزمایش می‌ریزیم و یکی را به عنوان شاهد (کنترل) و دیگری را متغیر (ENZ) قرار می‌دهیم.
۵. ۵ ml از آنزیم استخراج شده به لوله آزمایش دیگری با برجسب ENZ می‌ریزیم.
۶. هر سه لوله آزمایش را در حمام ۳۷ درجه قرار می‌دهیم.
۷. دمای محلول را اندازه‌گیری می‌کنیم و زمانی که دمای آن به ۳۷ درجه رسید، به اندازه ۱ ml محلول آنزیم را به محلول با عنوان ENZ می‌ریزیم و با یک میله شیشه‌ای مخلوط می‌کنیم.
۸. به محض اینکه آنزیم را به نشانه EXP می‌افزاییم، فعالیت آن متوقف می‌شود.
۹. در همان زمان یک قطره از هر یک از این دو محلول در EXP و کنترل می‌ریزیم.

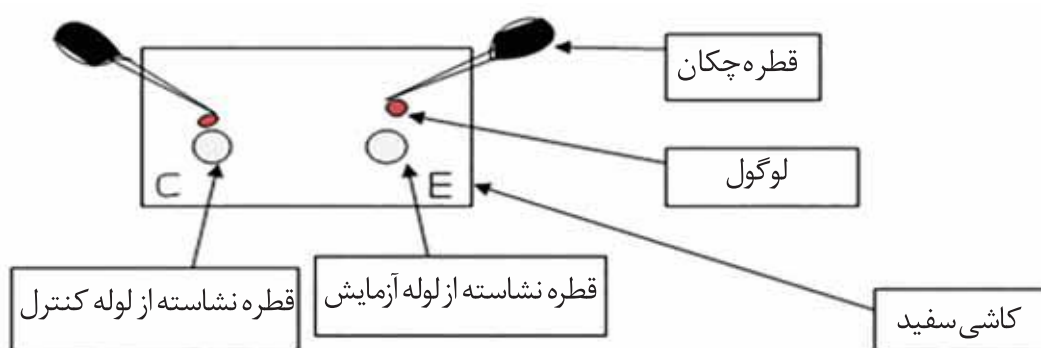


۱۰. قطرات نشاسته را روی کاشی سفید به طرز جداگانه قرار می‌دهیم و یک قطره از محلول ید در هر قطره محلول نشاسته می‌ریزیم و تغییرات آن را مشاهده می‌کنیم.



۱۱. هر پنج دقیقه مرحله ۱۰ را تکرار می‌کنیم و همین کار را با محلول نشاسته لوله کنترل نیز انجام می‌دهیم. این کار را تا حدود یک ساعت ادامه می‌دهیم.

۱۲. جدول آزمایش را رسم می‌کنیم.

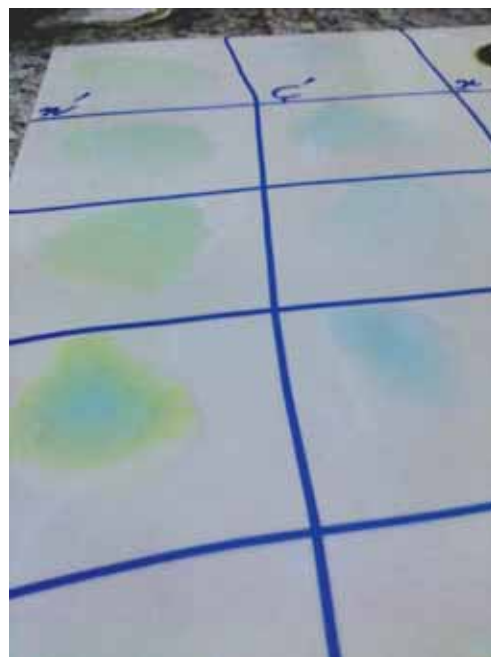


آنزیم پراکسیداز استخراج شده از جوانه نخود موجب تجزیه نشاسته موجود در لوله آزمایش به مالتوز می‌شود

زمان (دقیقه)	تغییر رنگ در محلول آزمایش	تغییر رنگ در محلول کنترل
صفر	آبی روشن	آبی روشن
۵	آبی روشن	آبی روشن مایل به سبز
۱۰	آبی روشن	سبز خیلی روشن
۱۵	آبی روشن	سبز روشن

مشاهده

در زمان صفر مشاهده کردیم که هر دو قطره از محلول‌ها در لوله‌های کنترل و ENP به رنگ آبی تیره تبدیل شدند. پس از گذشت زمان معینی که ید را به محلول افزودیم، محلول ENP تغییر رنگ داد. افزودن ید به محلول برای شناسایی نشاسته است. زمانی که به محلول نشاسته، ید می‌افزاییم به رنگ آبی تیره در می‌آید.



منابع

۱. آزادفر، و؛ س. علی احمد کروری. ۱۳۷۸. نقش الگوهای آنزیمی پراکسیداز اندام‌های مختلف در فیزیولوژی درختان (گیلاس وحشی)، نخستین همایش ملی بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران، جلد ۲: ص ۱۰۵۳-۱۰۴۹
۲. آزادفر، و س. علی احمد کروری. ۱۳۸۰. پاسخ آنزیم پراکسیداز به تغییرات توپوگرافی و مورفولوژی گیلاس وحشی (*Cerasus avium*), دومین همایش ملی بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران، جلد ۲: ص ۷۸۷-۷۷۹
۳. صالحی شانجانی، پ. ۱۳۷۵. کشت بافت و بررسی اثر عوامل محیطی بر متابولیسم فراورده‌های ثانوی و تغییرات کمی و کیفی پروتئینی و ایزوآنزیمی پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز در ارس *Juniperus Spp*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۳۷۳ صفحه
۴. کروری، س. ۱۳۷۸. مجموعه مقالات بررسی نحو، پاسخ آنزیم‌ها در درختان جنگلی به تغییرات عوامل زیست محیطی. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۳۳۳ صفحه
5. Branow, G. and M. Ronnebery, 1979, The peroxidatic oxidation of some phenolic lignin model component. Acta. Chem. Scand, B. 33: 22-26
6. Ebermann, R., C. Obinger, U. Burner and S.A. A. Korori, 1996, The peroxidase reaction. Plant peroxidases, IV International Symposium, Vienna-AUSTRIA. PP. O-13
7. Grambow, HJ. And B. Langenbeck-Schwich, 1983, The relationship between oxidase activity peroxidase activity, hydrogen peroxidase and phenolic compounds in the degradation of Indole 3-acetic acid in vitro. Planta 157: 131-137
8. I. Hegedus, E. Nagy, "Improvement of chymotrypsin enzyme stability as single enzyme nanoparticles", Chemical Engineering Science, 64, (2009), 1053-1060
9. Ishirawa, K. and H. Itirata, 1989, New substrate specificity of modified porcine pancreatic amylase, Archives of biochemistry and biophysics, vol. 272, 2: 356-363
10. J. Ge, D. Li, Z. Liu, Z. Liu, "Recent advances in nanostructured biocatalysts", Biochemical Engineering Journal, 44, (2009), 53-59
11. J. Kim, H. Jia, P. Wang "Challenges in biocatalysis for enzyme-based biofuel cells", Biotechnology Advances, 24, (2006), 296-308
12. J. Kim, J. W. Grate, P. Wang, "Nanobiocatalysis and its potential applications", Trends in Biotechnology, 26, (2008), 639-646
13. Klumpp, G., R. Guderian and K. Kuppers, 1989, Peroxidase and superoxide dismutase aktivitat sowie prolongehait von fichten-nadeln nach belastung mit O₃, So und No, Eur. J. For. Path. 19: 84-97
14. K. Sambamurthy, A. Kar, PHARMACEUTICAL BIOTECHNOLOGY, New Age International Pub., (2006), 309-327.



نتیجه‌گیری

آنزیم پراکسیداز استخراج شده از جوانه نخود موجب تجزیه نشاسته موجود در لوله آزمایش به مالتوز می‌شود که این تجزیه با افزودن معرف مالتوز به محلول و مشاهده تغییر رنگ محلول آزمایش نسبت به محلول کنترل نتیجه‌گیری می‌شود.

پی‌نوشت

1. Polymerase chain Reaction

دگرخواهی در جانوران متفاوت

اشاره

حسن ختام دوره زیست‌شناسی متوسطه دوم مبحث بسیار جالبی با عنوان «دگرخواهی» است. دگرخواهی یکی از موضوع‌های رفتارشناسی است که فصل هشتم کتاب درسی زیست‌شناسی پایه دوازدهم به آن اختصاص دارد. متن زیر شرحی گسترده‌تر درباره دگرخواهی و مثال‌هایی درباره آن است.

فاطمه یزدی‌زاده

دبیر زیست‌شناسی تهران

کلیدواژه‌ها: رفتارشناسی، انتخاب خویشاوند.

دگرخواهی

به بهای کاهش شایستگی خود (که در اینجا بیشتر به معنی زادآوری است)، شایستگی خویشاوندان خود را که دارای ژن‌هایی همانند ژن‌های خود او هستند، افزایش دهند. انتخاب خویشاوند برای انجام رفتار دگرخواهی «انتخاب خویشاوند» نام دارد. دگرخواهی در درجه اول در مورد خویشاوندان نزدیک‌تر انجام می‌شود؛ اگرچه در مورد خویشاوندان دور؛ یا حتی افراد غیر خویشاوند نیز روی می‌دهد.

زن‌بورها و مورچه‌ها جانداران شاخص دگرخواهی هستند. در اجتماع این جانداران فقط ملکه دیپلوئید است و زادآوری می‌کند. کارگرها ماده، ولی نازا هستند. کارگرها برای زادآوری به ملکه کمک و نیز از نوزادان مراقبت می‌کنند و باعث بالا رفتن شایستگی کلی اجتماع خود و تکثیر و گسترش بیشتر ژن‌های خودی می‌شوند.

در اینجا چند مثال از رفتارهای دگرخواهی در جانوران مختلف آورده شده‌است که نشان می‌دهد این رفتار در جانوران مختلف در شاخه‌ها، رده‌ها و راسته‌های مختلف جانوران بروز می‌کند.

۱. گوش خزک

گوش خزک حشره‌ای از راسته پوست‌بالان و زیررده بال‌داران است که بال‌های غشائی تاخوردی در زیر پیش‌بال‌های کوتاه چرم‌مانند خود دارد. گوش خزک

دگرخواهی رفتاری را گویند که طی آن فرد با کاهش شایستگی فردی، باعث افزایش شایستگی کلی گونه می‌شود. به بیان دیگر، دگرخواهی باعث کاهش شانس بقای فرد در ازای افزایش شانس بقای فردی دیگر، گروه یا گونه‌ای زنده می‌شود. رفتار دگرخواهی را می‌توان در رابطه با انسان رفتار فداکارانه نیز نامید. هم‌چنین، دگرخواهی را از خودگذشتگی برای کمک به افراد نزدیک، بدون چشمداشت مابه‌ازا یا پاداش فردی نیز دانسته‌اند.

قرن‌هاست که دانشمندان و فلاسفه درباره رفتار دگرخواهی جانوران در حال پژوهش و مباحثه‌اند؛ مباحثه‌ای که همچنان ادامه دارد. بررسی‌های زیست‌شناسان نشان داده است که رفتار دگرخواهی خاص آدمی نیست، بلکه از گستره وسیعی از جانوران، از حشرات تا خزندگان و پرندگان و دوزیستان و پستانداران سر می‌زند.

هامیلتون^۱، زیست‌شناس انگلیسی، دگرخواهی را چنین تفسیر کرده است: جانوران تمایل دارند ژن‌های خود را به افراد نسل بعدی منتقل کنند؛ اما می‌توانند به جای انتقال ژن‌های خود به نسل بعد، به خویشاوندان خود که ژن‌هایی مشابه ژن‌های خودی در بدن دارند، کمک کنند تا ژن‌های خودی را به نسل بعدی منتقل کنند. هامیلتون نشان داد افرادی با رفتارهای دگرخواهانه به خویشاوندان خود کمک می‌کنند تا



حشره‌ای باهوش و نسبت به فرزندان بسیار دلسوز است.

گوش خزک‌ها در پاییز جفت‌گیری می‌کنند. فرد ماده معمولاً ۲۰ تا ۸۰ تخم می‌گذارد و در سراسر زمستان از آن‌ها مراقبت می‌کند. اگر به هر علت تخم‌ها از جای خود خارج شوند، فرد ماده سعی می‌کند مجدداً آن‌ها را به جای اول بازگرداند. در بهار وقتی نوزادان می‌خواهند از تخم‌ها خارج شوند، مادر به آن‌ها کمک می‌کند تا پوست تخم‌ها بشکافد و نوزادها خارج شوند. به‌علاوه، مادر با گرمای بدن خود بدن نوزادان را گرم و آن‌ها را تمیز می‌کند تا از ابتلای آن‌ها به قارچ‌ها یا باکتری‌ها جلوگیری کند. مادر به نوزادان خود غذا می‌رساند و از آن‌ها مراقبت می‌کند و گاه حتی مدت‌ها پس از خروج نوزادان از تخم، از آن‌ها مراقبت می‌کند.



۲. رفتارهای دگرخواهی فیل‌ها

فیل‌ها طولانی‌ترین مدت‌زمان بارداری را در بین جانوران خشکی‌زی دارند. بارداری فیل‌ها ۲۲ ماه به درازای می‌کشد. بنابراین، پیوند میان مادر و فرزند محکم و پایدار است. مادران مسن‌تر و با تجربه گله فیل‌ها غالباً از مادران جوان و کم‌تجربه‌تر که نیاز به کمک بیشتر برای بچه‌داری دارند، مراقبت می‌کنند. مادران کهنه‌کار گله از نوزادان جدید مراقبت و با خرطوم خود آن‌ها را راهنمایی و هدایت می‌کنند. آن‌ها با این کار فرصت تجدید قوا به مادرانی که تازه زایمان کرده‌اند، می‌دهند تا بتوانند انرژی از دست رفته را بازیابند و با

بررسی‌های زیست‌شناسان نشان داده است که رفتار دگرخواهی خاص آدمی نیست، بلکه از گستره وسیعی از جانوران، از حشرات تا خزندگان و پرندگان و دوزیستان و پستانداران سر می‌زند



فیل‌ها در پریشانی و بدحالی نیز به یکدیگر کمک می‌کنند، برای مرده‌های خود عزاداری می‌کنند و درست مانند خود ما نسبت به یکدیگر احساس دارند

این جانور را بر لبهٔ پرتگاه انقراض قرار داده است؛ اما اگر کسانی که به تخریب زیستگاه این میمون خارق‌العاده ادامه می‌دهند، فقط به رفتار مادرانهٔ آن خوب توجه کنند، شاید از عملکردهای مخرب خود دست بکشند. این میمون استثنایی که نامش در زبان مالایی به معنی «پیرمرد جنگلی» است، یکی از جالب‌ترین پستانداران است.

بچه‌اورانگوتان‌ها به‌طور متوسط به مدت ۵ سال است که در کنار مادرشان زندگی می‌کنند و در این مدت همهٔ مهارت‌های لازم برای زندگی در بزرگسالی را در جنگل می‌آموزند. مادران توجه بسیاری نسبت به نیازهای نوزادان خود نشان می‌دهند و حتی جان خود را برای آن‌ها به خطر می‌اندازند تا از بچه‌های خود در برابر شکارچیان محافظت و از قلمرو دفاع کنند. این سطح از مراقبت و از خودگذشتگی و

شیر غنی‌تری از نوزادان خود پذیرایی کنند. همچنین نمونه‌هایی از رفتارهای دگرخواهی در فیل‌ها مشاهده شده است که طی آن‌ها فیل‌های بزرگسال به نجات بچه‌فیل‌ها هنگام گرفتار شدن در گِل یا در گودال‌های آب کمک می‌کنند: یکی دو فیل با احتیاط گل را از اطراف بچه‌فیل دور می‌کنند، در حالی که یکی دیگر از آن‌ها به آرامی بچه‌فیل را هل می‌دهد تا آزاد شود. این نوع رفتارها به بقا و نیز به استحکام پیوند اعضای گله نیز کمک می‌کنند.

مطالعات اخیر دکتر جاشوا پلوتنیک^۲ در دانشگاه کمبریج نشان داده‌است که بروز رفتارهای مبتنی بر همکاری بین فیل‌ها حتی بیشتر از شامپانزه‌هاست. می‌توانید یافته‌های او را در آکادمی ملی علوم^۳ مشاهده کنید.

ویرجینا مورل^۴، خبرنگار نشنال جئوگرافیک نوشته است^۵ که فیل‌ها در پریشانی و بدحالی نیز به یکدیگر کمک می‌کنند، برای مرده‌های خود عزاداری می‌کنند و درست مانند خود ما نسبت به یکدیگر احساس دارند. شواهد نشان می‌دهند که هرگاه لازم باشد، رفتارهای دگرخواهی از فیل‌ها سر می‌زند.

۳. دگرخواهی اورانگوتان‌ها

اورانگوتان در خطر انقراض است. عملکرد انسان‌ها



زنبورها و مورچه‌ها جانداران شاخص دگرخواهی هستند

بی‌توجهی به خویش، نشان از رفتارهای دگرخواهانه در اورانگوتان‌هاست.

۴. فداکاری خفاش‌های خون‌آشام

بیشتر مردم از خفاش‌ها خوششان نمی‌آید؛ شاید به این علت که شبگرد هستند و در تاریکی پرواز می‌کنند، برخی تصور می‌کنند که خفاش‌ها خون انسان را می‌مکند یا در غارهای بدبو زندگی می‌کنند و به شیطان تبدیل می‌شوند. نام وَمپایر به معنی خون‌آشام یا روح تبه‌کاران و جادوگران است که شب‌هنگام از قبر بیرون می‌آید تا خون افراد را بمکد. این نوع قضاوت بسیار نادرست است. خفاش‌ها پستاندارانی پروازکننده هستند که با مهارت بسیار

زیاد پرواز می‌کنند و از یک سازوکار ردیاب صوتی پیشرفته‌ای برای جهت‌یابی استفاده می‌کنند. حشره‌خوارند و از پروانه‌ها و دیگر حشرات تغذیه می‌کنند. زندگی اجتماعی دارند و برخی از گونه‌های خفاش بچه‌های خود را در محل‌های خاص شیرخوارگاه پرورش می‌دهند.

نوعی خفاش، به نام خفاش خون‌آشام (*Desmodus rotundus*) توجه فوق‌العاده‌ای نسبت به افراد کلونی خود نشان می‌دهد. این خفاش خون خورده شده را استفراغ می‌کند تا به خفاش دیگری که به هر علت در آن روز غذا نخورده است، غذا برساند.

این کار برای بقای کلونی ضروری است و نیروی لازم برای زنده‌ماندن خفاش را تأمین می‌کند. سؤال این است که از کجا می‌دانیم که این خفاش چنین کاری



دانشمندان بر این باورند که هیچ جاندار دیگری روی کره زمین یافت نشده است که مانند هشت‌پای عمق اقیانوس نسبت به فرزندان خود تا این اندازه فداکاری نشان دهد

می‌کند؟ به جز مشاهدات میدانی جانورشناسان، شواهد علمی در مورد دگرخواهی متقابل آن وجود دارد.

زیست‌شناسان دانشگاه مریلند آزمایش‌هایی روی خفاش‌های خون‌آشام در لانه‌ها انجام دادند. آنان به تعدادی از آن‌ها غذا دادند و به تعدادی دیگر ندادند و مشاهده کردند آن‌هایی که غذا نخورده بودند، از گروهی دیگر که غذا خورده بودند، غذا دریافت کردند. مطالعات دقیق‌تر نشان داده است که آن‌ها به هیچ‌وجه تقاضای غذا از خویشاوندان خود نمی‌کنند؛ بلکه خویشاوندان با میل و رغبت به آن‌ها غذا می‌رسانند. اگرچه خفاش خون‌آشام معمولی در اکولایی کوچک به‌نظر می‌رسد، اما به فکر خفاش‌های گرسنه نیز هست.

۵. دگرخواهی هشت‌پای عمق اقیانوس

گروهی فیلم‌برداری از هشت‌پای عمق اقیانوس (*Graneledone boreopacifica*) در عمق ۱۴۰۰ متری در ساحل مرکزی کالیفرنیا فیلم‌برداری کردند. در آنجا مادری با تعدادی تخم مشاهده کردند که به کناره صخره‌ای سنگی متصل‌اند.

این گروه فیلم‌برداری طی ۵۳ روز ۱۸ بار به این هشت‌پای سر زد و هر بار همان مادر را در آنجا مشاهده کرد که همچنان در حال مراقبت از فرزندان است. در هجدهمین بار بود که مشاهده کردند که مادر مرده است و بچه هشت‌پایاها از تخم خارج شده‌اند.

این گروه طی این مدت به رنگ این هشت‌پای مادر هم توجه داشتند و مشاهده کردند که با گذشت زمان، رنگ مادر از سرخ مایل به ارغوانی به خاکستری تغییر رنگ داد. این نشان می‌دهد که در این مدت هشت‌پای تغذیه نکرده و در نتیجه ضعیف شده است. دانشمندان بر این باورند که هیچ جاندار دیگری روی کره زمین یافت نشده است که نسبت به فرزندان خود تا این اندازه فداکاری نشان دهد.

هشت‌پای عمق اقیانوس جاندار بسیار هوشمند است که توانایی مراقبت از نوزادان خود را دارد. این مادر که بین ۵۰۰۰ و ۲۰۰،۰۰۰ تخم می‌گذارد، به‌مدت ۸ هفته زندگی خود را وقف نوزادان می‌کند و نوعی دگرخواهی واقعی نشان می‌دهد.

هنگامی که مادر تخم را در مکانی امن قرار داد، شروع به فعالیت‌هایی برای برقراری جریان آب روی تخم‌ها می‌کند تا تخم‌ها اکسیژن کافی دریافت کنند و زنده بمانند. بنابراین، مادر فداکار که برای تهیه و





خوردن غذا تلاشی نمی‌کند، ضعیف می‌شود و پس از خروج نوزادان از تخم خواهد مرد. تا این حد فداکاری در جانوران چندان رایج نیست.

دیگران تقسیم می‌کنند. مورچه‌ها افراد مرده و بیمار را از لانه بیرون می‌برند تا به حفظ سلامت کلونی کمک کنند. می‌دانیم که در کلونی مورچه‌ها فقط ملکه دیپلوئید است و کارگرها که ماده، ولی هاپلوئیدند، به زادآوری ملکه کمک می‌کنند تا تعداد خواهران بیشتری تولید کند

جانوران تمایل دارند ژن‌های خود را به افراد نسل بعدی منتقل کنند؛ اما می‌توانند به جای انتقال ژن‌های خود به نسل بعد، به خویشاوندان خود که ژن‌هایی مشابه ژن‌های خودی در بدن دارند، کمک کنند تا ژن‌های خودی را به نسل بعدی منتقل کنند



۶. کوکر یا باقرقره

باقرقره به طرز شگفت‌انگیزی رفتار دگرخواهانه از خود بروز می‌دهد. این پرنده که بیشتر در مناطق خشک و بیابانی زندگی می‌کند، کیلومترها پرواز می‌کند تا آب مورد نیاز جوجه‌ها را تأمین کند. باقرقره‌ها اغلب مسافتی طولانی پرواز می‌کند تا به منبع آب شیرین برسد. در آنجا تن به آب می‌زند و خود را در آب‌های زندگی‌بخش غوطه‌ور می‌کند. این پرنده پره‌ای مخصوصی دارد که آب را در خود نگه می‌دارند. پرنده با این آب به لانه بازمی‌گردد و جوجه‌های خود را سیراب می‌کند.

۷. دگرخواهی مورچه‌ها

مورچه‌های کارگر با لیسیدن تخم‌ها و در صورت نیاز جابه‌جا کردن آن‌ها به اتاق‌های امن‌تر و تمیزتر، به پرورش تخم‌ها کمک می‌کنند. آن‌ها اغلب غذا و آب را در معده جداگانه حمل می‌کنند و آن را با

۸. فک حلقه‌دار

فک حلقه‌دار که در برف و یخ شمال زندگی می‌کند، در آنجا دشمنان بسیاری دارد که به راحتی بچه آن را می‌خورند. خرس‌های قطبی و وال‌های گوزپشت در میان این دشمنان‌اند. بنابراین، مادر برای کمک نوزاد خود یک غار برفی تمیز می‌سازد و نوزادان خود را در آن پنهان می‌کند.





۹. گاوغوک افریقایی

عمر این قورباغه به حدود ۴۰ سال می‌رسد و بدن آن در این مدت به قطر ۲۰ سانتی‌متر می‌رسد. این قورباغه جانداران مختلفی، از پستانداران کوچک تا دیگر قورباغه‌ها را می‌خورد و یک غول واقعی در دنیای قورباغه‌هاست.

چیزی که آن‌ها را از سایر قورباغه‌ها جدا می‌کند، توجه و شجاعت استثنایی آن در مراقبت از تخم‌ها در برابر شکارچیان است. آن‌ها گودال‌های خاصی حفر می‌کنند که بچه‌قورباغه‌ها را از خطر مار و جانداران دیگر و حتی نرها که به دنبال غذایی ساده هستند، محفوظ نگه می‌دارد.

آیا می‌توان این رفتار را نوعی رفتار دگرخواهی دانست؟ حداقل در یک مورد بله، چون میمونی که مشغول انگل‌زدایی از بدن میمون دیگری است، درواقع خود را بیشتر در معرض دید شکارچیان قرار می‌دهد. از سوی دیگر، در زندگی گروهی نخستین‌ها انجام کاری برای فردی و امیدوار بودن به جبران آن تنها راه ادامه زندگی است.

فیلیپو آئورلی^۱ و گابریل شینو^۲ از دانشگاه جان مور لیورپول انگلستان نشان می‌دهد که نخستین‌ها به دگرخواهی یکدیگر را تیمار می‌کنند. مطالعات آنان نشان داده است که تیمار اغلب بین میمون‌های غیرخویشاوند بیشتر از تیمار افراد خانواده انجام می‌شود. این رفتار موجب تقویت روابط بین افراد جامعه می‌شود.

مطالعات آنان نشان داده است که تیمار اغلب بین میمون‌های غیرخویشاوند بیشتر از تیمار افراد خانواده انجام می‌شود. این رفتار موجب تقویت روابط بین افراد جامعه می‌شود



۱۰. نخستین‌ها

این مثل که «کس نخارد پشت من جز ناخن انگشت من» در مورد نخستین‌ها مصداق ندارد. چون، آن‌ها به خاطر عادات تیمار کردن و انگل‌زدایی معروف‌اند. میمون‌ها با این کار نه تنها غذا به دست می‌آورند، بلکه به بهداشت و نیز به تقویت ارتباط بین افراد کمک می‌کند.

پی‌نوشت‌ها

1. William Hamilton
2. Dr Joshua Plotnik
3. National Academy of Sciences Journal: <https://www.pnas.org/content/108/12/5116>
4. Virginia Morell
5. National Geographic 23.2.2014
6. Filippo Aureli
7. Gabriele Schino

چگونگی سازگاری سلول‌ها با میزان اکسیژن

راندال جانسن^۱ | ترجمه: فریده نعمت‌الهی

اشاره

اخیراً، جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی سال ۲۰۱۹ برای کشف سازوکارهای پاسخ‌های سلول‌ها به کمبود اکسیژن، به سه پژوهشگر اهدا شد: «ویلیام کالین»^۲، «سر پیتر رتکلیف»^۳ و «گرگ سمینزا»^۴. آنچه در پی می‌آید، مروری است بر تاریخچه و آخرین یافته‌های دانشمندان و پژوهشگران درباره چگونگی استفاده سلول‌ها از اکسیژن و سیر کشف این سازوکار و کاربردهای آن در سلامت که از سوی «راندال جانسن» استاد زیست‌شناسی کمبود اکسیژن در مؤسسه کارولیناسکا، استاد فیزیولوژی مولکولی و آسیب‌شناسی دانشگاه کمبریج و عضو مجمع نوبل نوشته شده است.

کلیدواژه‌ها: اریتروپوئیتین، فاکتور القاپذیر کمبود اکسیژن،

ژن فون هیپل - لینداو، عنصر پاسخ به کمبود اکسیژن، انتقال‌دهنده هسته‌ای گیرنده هیدروکربن آریل

مقدمه

از همان ابتدای زیست‌شناسی مدرن، معلوم شده بود که سلول‌ها برای ادامه زندگی به اکسیژن نیاز دارند؛ اما تاکنون سازوکارهای اساسی مولکولی پاسخ‌های سلول‌ها به تغییرات میزان اکسیژن ناشناخته مانده بودند.

هنگامی که در فشار اکسیژن پیرامونی سلول‌های جانوری تغییر ایجاد می‌شود، بیان ژن‌های سلول‌ها دچار تغییر اساسی می‌شود و سوخت‌وساز سلول‌ها و فعالیت‌های بافت‌ها و برخی اندام‌ها تغییر می‌کنند. مثلاً، هنگام کمبود اکسیژن ضربان قلب و تهویه ششی افزایش می‌یابد.

در اوایل دهه ۱۹۹۰ «گرگ سمینزا»، یکی از برندگان جایزه نوبل امسال، یک فاکتور رونویسی برای تنظیم پاسخ‌های سلول به اکسیژن را کشف و در سال ۱۹۹۵ آن را خالص‌سازی و کلون کرد. او این فاکتور را HIF^۵ (فاکتور القاپذیر کمبود اکسیژن) نامید و نشان داد که این فاکتور از دو بخش تشکیل شده است: یکی بخش جدید و حساس به اکسیژن به نام HIF-1 α و

دیگری پروتئینی غیر حساس به اکسیژن که قبلاً با نام ARNT شناسایی شده بود.

«ویلیام کالین» که در سال ۱۹۹۵ درباره ژن فون هیپل - لینداو (VHL) که سرکوبگر تومور است، تحقیق می‌کرد، پس از جداسازی اولین کلون کامل آن نشان داد که این ژن می‌تواند رشد تومور را در دودمان‌های سلولی توموری جهش‌یافته‌های VHL مهار کند. سپس، در سال ۱۹۹۹ «رتکلیف» نشان داد که بین VHL و HIF-1 α ارتباطی وجود دارد و VHL در واقع، فعالیت HIF-1 α را تنظیم می‌کند. سرانجام، «کالین» و رتکلیف هم‌زمان نشان دادند که VHL تنظیم‌کنندگی HIF-1 α را از طریق هیدروکسیلاسیون آن انجام می‌دهد. ترکیب کارهای پژوهشی این سه نفر نشان داد که پاسخ سلول‌های جانوری به تغییرات فشار اکسیژن محیط، از طریق بیان ژن صورت می‌گیرد و فاکتور رونویسی HIF به تغییرات اکسیژن محیطی پاسخ‌های سلولی فوری می‌دهد.

لویی پاستور اولین کسی بود که در سال ۱۸۵۸ نشان داد تعادل مصرف اکسیژن در سلول‌های جانوران فرایندی پیچیده است و سلول‌ها از چندین مسیر برای تبدیل انرژی استفاده می‌کنند

تاریخچه

اوایل دهه ۱۷۷۰، «کارل شیله»^۷ دانشمند سوئدی با محاسبات خود تشخیص داد که تقریباً یک چهارم از حجم هوا از چیزی که او «هوای آتش» می‌نامید، تشکیل شده است. منظور او از هوای آتش، بخشی از اتمسفر بود که باعث سوختن مواد می‌شود. او سرانجام گزارش کارهای خود را در سال ۱۷۷۷ منتشر کرد (Scheele, ۱۷۷۷)؛ اما در واقع در همان زمان جوزف پریستلی در انگلستان روشی برای خالص‌سازی این گاز که قبلاً ناشناخته بود، پیدا کرد (Priestley, ۱۷۷۵). آنتوان لاولیه نیز هم‌زمان با شیله و پریستلی آزمایش‌هایی برای جداسازی این ماده در پاریس انجام داد و هم او بود که نام اکسیژن را به این عنصر داد (Lavoisier, ۱۷۷۷).

می‌دانیم که اکسیژن برای حیات سلول‌های جانوری ضروری است و واکنش‌های اکسیداسیون مواد غذایی ATP تولید می‌کند. در واقع، بیش از یک قرن است که معلوم شده تنظیم موقعیت سلول با میزان اکسیژنی که در دسترس دارد، برای تنظیم سوخت‌وساز سلول ضروری است. لویی پاستور اولین کسی بود که در سال ۱۸۵۸ نشان داد تعادل مصرف اکسیژن در سلول‌های جانوران فرایندی پیچیده است و سلول‌ها از چندین مسیر برای تبدیل انرژی استفاده می‌کنند (Pasteur, ۱۸۵۸). بیش از ۷۵ سال پیش دو برنده جایزه نوبل سازوکارهای مورد استفاده در سنجش فشار اکسیژن در سلول‌های جانوری را مشخص کردند: «توواربورگ»^۸ در سال ۱۹۳۱ برای اکتشافات خود در مورد مبنای آنزیمی تنفس سلولی و «کرنیل هیمانز»^۹ در سال ۱۹۳۸ برای یافته‌های خود درباره نقش دستگاه عصبی در پاسخ تنفسی به اکسیژن. با این حال، در سراسر بخش بیشتر قرن بیستم مشخص نبود که سازگاری سلول با میزان اکسیژنی که در دسترس دارد، چگونه در تراز بیان ژن تنظیم می‌شود.

سازگاری با تغییرات میزان اکسیژن

تقریباً همه سلول‌های جانوری باید بتوانند نسبت به تغییرات میزان اکسیژن محیط واکنش سریع داشته باشند. براساس بررسی‌های تاکسونومی مولکولی مشخص شده است که در گذر زمان، هنگامی که سلول‌های جانوری شروع به ساماندهی خود به صورت ساختارهای سه‌بعدی چندسلولی کردند، این نوع پاسخ به میزان اکسیژن محیط از واکنش خودمختار سلولی فراتر رفت و امکان سازگاری متابولیک و ایجاد پاسخ‌های پیچیده فیزیولوژیک را در سلول‌های منفرد فراهم کرد. سلول‌ها باید می‌توانستند از بسیاری جهات میزان سوخت‌وساز خود با تغییرات میزان اکسیژن محیط تنظیم کنند و به صورت خودمختار با آن سازگار باشند. وقتی این پاسخ را در تراز بافت‌ها و اندام‌ها بررسی می‌کنیم، متوجه می‌شویم که جانداران پرسلولی به بافت‌های حساس در برابر تغییر میزان اکسیژن (مانند بازسازی عروق پس از آسیب) و در عین حال به سازگاری کل جاندار برای جبران اکسیژن‌رسانی (مانند افزایش تهویه ششی هنگام ورزش یا در ارتفاع زیاد) نیاز دارند. برای نمونه: سلول‌های تخصصی واقع در کلیه‌های انسان در ارتفاعات زیاد، هورمون اریتروپویتین^{۱۰} را در پاسخ به کمبود اکسیژن محیط می‌سازند و در خون آزاد می‌کنند. این هورمون ساخته‌شدن سلول‌های قرمز خون را در مغز استخوان تحریک می‌کند. یکی از راه‌های تحریک این واکنش قرار گرفتن در معرض فشار کم اکسیژن در ارتفاعات بالاست: توقف در ارتفاعات باعث افزایش تولید اریتروپویتین توسط کلیه و منجر به افزایش چگالی سلول‌های قرمز خون می‌شود که به نوبه خود در سازگاری با کاهش فشار جزئی اکسیژن به ما کمک می‌کند.

{O₂}

اکتشافات دانشمندان برندهٔ جایزهٔ نوبل ۲۰۱۹ متوقف نشد؛ بلکه زمینه را برای کار دربارهٔ پیچیدگی‌های پرشمار مولکولی در مسیر پاسخ به میزان اکسیژن آماده کرد.

اکتشافات اساسی «سمنزا»، «کالین» و «رتکلیف» همه حول عملکرد فاکتور HIF-سیونور (فاکتور القاپذیر کمبود اکسیژن) بوده‌اند. کشف این فاکتور ریشه در کارهایی دارد که در سال‌های ۱۹۸۶ و ۱۹۸۷ از سوی تعدادی از محققان، از جمله «موریس بوندورانت»^{۱۱}، «مارک کوری»^{۱۲} و «جیمی کارو»^{۱۳} انجام شد. کارهای این پژوهشگران نشان داد که کمبود اکسیژن باعث افزایش بیان رونویسی ژن هورمون اریتروپویتین در کلیه‌ها می‌شود (Bondurant and Koury, ۱۹۸۶; Jelkmann and Hellwig-Burgel, ۲۰۰۱; Schuster et al., ۱۹۸۷). این یافته به نوبهٔ خود ریشه در آزمایش‌هایی دارد که در سال ۱۸۸۲ به دست «پل برت»^{۱۴} فیزیولوژیست فرانسوی انجام شده بود. او ابتدا اثرهای قلبی و عروقی کمبود اکسیژن را نشان داد (Bert, ۱۸۷۸) و اولین کسی بود که معلوم کرد قرار گرفتن در ارتفاع زیاد باعث افزایش تعداد سلول‌های قرمز خون می‌شود (Bert, ۱۸۸۲).

جدا سازی HIF

هنگامی که معلوم شد که ژن اریتروپویتین با رونویسی به کمبود اکسیژن پاسخ می‌دهد، مرحلهٔ بعدی تعیین توالی DNA ناحیهٔ تنظیم کنندهٔ ژن اریتروپویتین بود که مسئول حساسیت به اکسیژن است. «سمنزا» تصمیم گرفت که با استفاده از کلون‌هایی از ژن اریتروپویتین انسانی با قطعات DNA در اندازه‌های مختلف، اجزای تنظیم کنندهٔ رونویسی ژن اریتروپویتین را در موش‌های تراریخته ردیابی کند. «سمنزا» و همکاران برای اولین بار

میزان اکسیژن بافت‌های جانوران در مکان‌ها و زمان‌های مختلف، متفاوت است و این تغییر در رویدادهای طبیعی فیزیولوژیک (مانند کاهش اکسیژن موجود در ماهیچه‌های اسکلتی هنگام ورزش) و همچنین در فرایندهای پاتولوژیک مانند سرطان و عفونت‌ها رخ می‌دهد. تحقیقاتی که در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ انجام شد، مشخص کرد که این تغییرات موضعی و گذرا در فشار جزئی اکسیژن، باعث پاسخ‌های سازشی بحرانی سلولی و بافتی از طریق تغییر در تنظیم رونویسی ژن‌ها می‌شود. این پاسخ‌های تنظیمی ژنی، سوخت‌وساز سلول‌ها را تغییر می‌دهند و فرایندهای اساسی رشد، ترمیم و دفاع از جمله، مواردی مانند رگ‌زایی، التهاب و رشد را کنترل می‌کنند.

حساسیت سلول‌های جانوری به فشار اکسیژن محیط و در نتیجه، توانایی تغییر دادن الگوهای بیان ژن‌ها، برای بقای همهٔ جانوران ضروری است. مسیرهای سیگنالینگ که با اکسیژن فعال و کنترل می‌شوند، حداقل ۳۰۰ ژن را که متعلق به طیف گسترده‌ای از شبکه‌های نظارتی هستند، تحت تأثیر قرار می‌دهند. این مسیرهای مولکولی در فرایندهای فیزیولوژیک بسیاری، از رشد اندام‌ها و هم‌ایستایی سوخت‌وسازی تا بازسازی بافت‌ها و ایمنی بدن و در بسیاری از بیماری‌ها از جمله سرطان نقش‌های مهم دارند.

اکسیژن و پاسخ اریتروپوئیتی

تقریباً هر مسیر سیگنالینگ که برای ادامهٔ حیات جانوران لازم است، شامل چند لایهٔ تنظیمی دقیق و نقاط تقاطع با سایر مسیرهای مولکولی است. مسیر پاسخ اکسیژن نیز از این قاعده مستثنی نیست. بنابراین، همان‌طور که انتظار می‌رفت، کشف جزئیات مولکولی سازوکارهای تنظیم کنندهٔ اکسیژن با

شواهد زیادی وجود دارد

مبنی بر اینکه برخی از

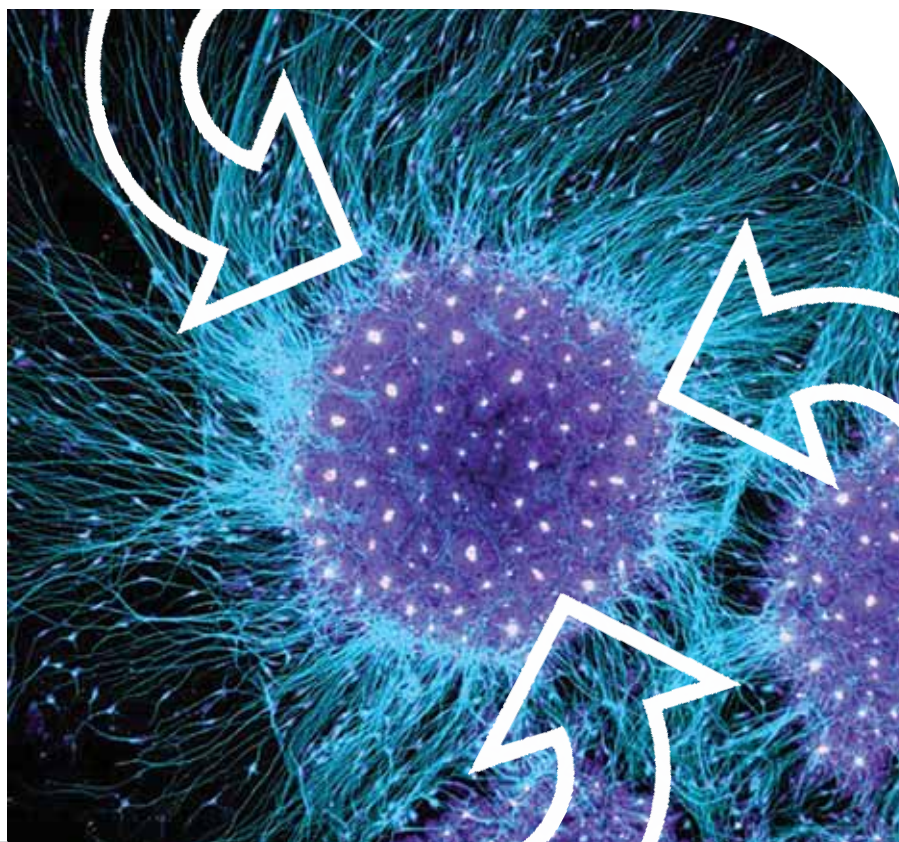
پاسخ‌های کمبود اکسیژن

منحصرأ توسط یک ایزوform

HIF حساس به اکسیژن

کنترل می‌شوند

تقریباً همه
سلول‌های
جانوری باید
بتوانند نسبت به
تغییرات میزان
اکسیژن محیط
واکنش سریع
داشته باشند



فعالیت
HIF یکی
نیست، بلکه
دو سازوکار
مستقل برای
مهار وابسته به
اکسیژن پس از
ترجمه دارد

ناشی از کمبود اکسیژن در اندازه‌گیری بیان سریع در شرایط آزمایشگاهی عمل کند (Semenza et al., ۱۹۹۱b). تحقیق دیگر، تنظیمات رونویسی اریتروپویتین را در مدل‌های تراریخته بیشتر مشخص می‌کند (Semenza et al., ۱۹۹۱a). تقریباً در همین زمان، «رتکلیف» و «کارو» نیز گزارشی درباره وجود یک عنصر سامان‌دهنده هم‌سوی ۳' در DNA ژن اریتروپویتین ارائه دادند که در برابر اکسیژن حساس است (Beck et al., ۱۹۹۱; Pugh et al., ۱۹۹۱).

پژوهش فوق‌الذکر باعث شد که «سمنزا» در سال ۱۹۹۲ یک افزایش حدود ۵۰ کیلوبازی را در انتهای ۳' ژن اریتروپویتین شناسایی کند. او توانست برای استخراج بیان ژن گزارشگر کمبود اکسیژن در سلول‌های کشت‌داده‌شده از آن استفاده کند. «سمنزا» آن را «عنصر پاسخ به کمبود اکسیژن»^{۱۵} (HRE) نامید. این افزایش چندین عامل هسته‌ای را در سلول‌های سرطانی کبدی محدود می‌کند: یکی ساختاری و دیگری که هنگام کاهش اکسیژن القا می‌شود که «سمنزا» آن را عامل القاپذیر کمبود اکسیژن (HIF) نامید (Semenza and Wang, ۱۹۹۲).

نشان دادند که یک منطقه ۴ کیلوبازی که حاوی توالی کدکننده اریتروپویتین است، همراه با برخی توالی‌های کوچک مجاور انتهاهای ۵' و ۳' منجر به تولید اریتروپویتین در کلیه‌های بافت‌های تراریخته می‌شود، سطح اریتروپویتین در خون را بالا می‌برد و باعث افزایش تعداد سلول‌های قرمز خون می‌شود (Semenza et al., ۱۹۸۹). او سپس نشان داد که یک ژن طول‌تر اریتروپویتین که حاوی ۶ کیلوباز در مجاورت انتهای DNA ۵' است، می‌تواند بیان اریتروپویتین را در کلیه‌ها القا کند (Semenza et al., ۱۹۹۰). این تحقیقات به کشف ساز و کار پیچیده تنظیم رونویسی پاسخ اریتروپویتین به اکسیژن و بخش‌های تنظیمی مثبت و منفی آن انجامید.

یک سال بعد، در سال ۱۹۹۱، «سمنزا» دو مقاله دیگر درباره تنظیم ژن اریتروپویتین منتشر کرد: یکی از تحقیقات او که درباره حساسیت شدید به-DNA از بود، منطقه‌ای کوچک در مجاورت انتهای DNA ۳' مربوط به اریتروپویتین را نشان داد که چندین عامل هسته‌ای را محدود می‌کند و حداقل دو مورد از آن‌ها ناشی از القای کم‌خونی در کبد و کلیه‌ها بود. این منطقه کوچک می‌تواند به صورت تقویت‌کننده

«سمنزا» و «رتکلیف» نشان دادند که افزایش اریتروپویتین^{۳۰} می‌تواند بیان ژن گزارشگر کمبود اکسیژن را در طیف وسیعی از سلول‌های پستانداران انجام دهد (Maxwell et al., ۱۹۹۳; Wang and Semenza, ۱۹۹۳). این نشان داد که سازوکار مولکولی ژن اریتروپویتین که در تنظیم اکسیژن نقش دارد، در طیف گسترده‌ای از سلول‌های جانوری فعال است. این یافته اشاره دارد که این عامل جدید احتمالاً بخشی از یک ماشین سلولی مشترک برای سنجش اکسیژن است.

القای کمبود اکسیژن از سوی HIF را می‌توان نه تنها در سلول‌های تولیدکننده اریتروپویتین در کلیه‌ها و کبد، بلکه در بسیاری از سلول‌های پستانداران نیز مشاهده کرد. این کشف باعث جلب توجه دانشمندان جهان شد. کشف HIF بیانگر وجود احتمالی یک ماشین مولکولی عمومی برای سازگاری متابولیک و پاسخ سلول‌ها به میزان اکسیژن در بافت‌هاست.

«سمنزا» در این مرحله، برای خالص‌سازی پروتئین از مقادیر زیادی عصاره سلولی، از روشی بیوشیمیایی استفاده کرد. او برای ارزیابی عملکردی HIF در طول خالص‌سازی و استخراج از روش سنجش تغییر تحرک الکتروفورزی^{۱۶} (EMSA) برای عنصر^{۳۱} افزایش ژن اریتروپویتین استفاده کرد (Wang et al., ۱۹۹۵; Wang and Semenza, ۱۹۹۵). توالی‌یابی آمینواسیدها و سپس کلونینگ cDNA پروتئین‌های خالص نشان داد که HIF خود یک مولکول دویارناجور است که از دو محصول مختلف ژنی تشکیل شده است. اولین بخش آن فاکتور HIF حساس به اکسیژن بود که «سمنزا» آن را HIF- α نامید و بخش دوم یک ژن ساختاری بیان شدنی بود که در ابتدا HIF- β نامیده می‌شد؛ اما بعداً مشخص شد که این بخش قبلاً کلون و توصیف شده و انتقال‌دهنده هسته‌ای گیرنده هیدروکربن آریل^{۱۷} نام گرفته است (Wang et al., ۱۹۹۵). پروتئین ARNT با تعدادی از فاکتورهای دیگر هترودیمری می‌شود و از آنجا که بیان آن حساس به اکسیژن نیست، به سرعت مشخص شد که HIF- α تنظیم‌کننده واکنش با اکسیژن در مجموعه HIF است.

گسترش خانواده HIF

پروتئینی که به HIF- α مرتبط است، در سال ۱۹۹۷ به طور مستقل توسط چهار گروه مختلف^{۱۸} کلون شد. در ابتدا چند نام مختلف داشت، از جمله

یکی از آن‌ها که امروزه نیز معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرد: (HIF- α)؛ اما ژن آن EPAS^۱ است. ژن EPAS^۱ پروتئینی را رمزگذاری می‌کند که هماهنگی بسیاری با توالی به HIF- α دارد و هم‌چنین به عنوان یک هترودیمر به ARNT متصل، باعث حساسیت HIF- α به کمبود اکسیژن می‌شود و اساساً با مواردی که برای HIF- α شرح داده شد، موتیف‌های تنظیمی یکسانی دارد.

با این حال، تفاوت‌های قابل توجهی بین عملکردهای HIF- α و EPAS^۱ وجود دارد. حذف ژن HIF- α در موش مرگ و میر هنگام حاملگی ایجاد می‌کند (Iyer et al., ۱۹۹۸; Ryan et al., ۱۹۹۸)؛ اما حذف ژن EPAS^۱ باعث ایجاد فنوتیپ‌های بسیار متنوعی می‌شود که احتمالاً به دلیل تغییر زمینه ژنتیکی است (Compernelle et al., ۲۰۰۲; Peng et al., ۱۹۹۸; Tian et al., ۲۰۰۰). علاوه بر این، شواهد زیادی وجود دارد مبنی بر اینکه برخی از پاسخ‌های کمبود اکسیژن منحصر توسط یک ایزوفرم HIF حساس به اکسیژن کنترل می‌شوند. به عنوان مثال، اریتروپوئیزیس، در درجه اول توسط EPAS^۱ کنترل می‌شود (Fandrey, ۲۰۰۴).

تنظیم HIF پس از ترجمه روی می‌دهد و شامل VHL است

داده‌های به دست آمده از تحقیقات، از جمله تحقیقات «رتکلیف» نشان دادند که سطح HIF- α با تغییر در ثبات پروتئین تنظیم می‌شود، نه با تغییر در رونویسی ژن یا سنتز پروتئین (Huang et al., ۱۹۹۸a; Kallio et al., ۱۹۹۹; Pugh et al., ۱۹۹۷; Salceda and Caro, ۱۹۹۷; Srinivas et al., ۱۹۹۹). هم‌چنین برخی پژوهشگران از جمله «کارو» و «فرانک بون»^{۱۹} مشخص کردند که HIF- α از طریق مسیر یوبیکوئیتین-پروتئازوم^{۲۰} و به شکلی وابسته به اکسیژن تخریب می‌شود (Huang et al., ۱۹۹۷b; Salceda and Caro, ۱۹۹۸). این تحقیق هم‌چنین دُمین ساختاری خاصی را در HIF- α که مسئول تخریب وابسته به اکسیژن است، مشخص می‌کند (منطقه ODD پروتئین نامیده می‌شود و در HIF- α و EPAS^۱ هر دو موجود است).

تقریباً در این مرحله، در سال ۱۹۹۵، گروه «کالین» اولین گزارش توالی کامل ژن سرکوبگر تومور VHL را منتشر کرد و نشان داد که به کارگیری نسخه وحشی

حساسیت سلول‌های جانوری به غلظت‌های مختلف اکسیژن محیط و در نتیجه، تغییر الگوهای بیان ژن‌ها، برای بقای تقریباً همه جانوران ضروری است

از نظر فارماکولوژیک، عملکرد HIF ممکن است به درمان طیف وسیع‌تری از بیماری‌ها کمک کند

VHL در یک دودمان سلولی سرطانی کلیه مانع از ایجاد تومور می‌شود (Iliopoulos et al., ۱۹۹۵). «کالین» و برخی گروه‌های دیگر در حال بررسی ژن VHL و پیوند آن با تعدادی از خانواده‌های دارای تمایل ژنتیکی به سرطان‌های خاص بودند. مقاله «کالین» نشان داد که VHL ژن سرکوبگر تومور است و فعالیت آن می‌تواند در جلوگیری از رشد تومور سلول‌های بیماران دارای جهش VHL عمل کند. در سال ۱۹۹۶، در طول توصیف ژن VHL، کار مشترک بین گروه «کالین» و گروه «مارک گلدبرگ»^{۲۱} نشان داد که تعدادی از ژن‌های هدف HIF در دودمان‌های سلولی جهش‌یافته VHL بیش از حد بیان شده‌اند (Iliopoulos et al., ۱۹۹۶). این یافته نشان می‌دهد که دو مسیر پاسخ HIF و تومورزایی مرتبط با VHL ممکن است در برخی روش‌ها مرتبط باشند. بعد از آن، سرنخ مهمی در باره عملکرد VHL با شناسایی اتصال‌دهنده‌های دیگر به پروتئین VHL به‌دست آمد. «ریچارد کلوزنر»^{۲۲} و «کالین» در سال ۱۹۹۵ دریافت کردند که ارتباط بالقوه‌ای بین VHL و تخریب پروتئین وجود دارد.

HIF هدف یوبیکوئیتین شدن و پروتئولیز توسط VHL است

در بازه زمانی بین سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۸ مشخص شد که HIF-1α و EPAS^۱ با سرعت با تخریب پروتئازومی در حضور میزان طبیعی اکسیژن از بین می‌روند. در آن زمان هنوز معلوم نبود که چگونه این فرایند طی کمبود اکسیژن مهار می‌شود. لیگاز یوبیکوئیتین E3 قطعه گمشده پازل بود که به نظر می‌رسید هدف‌گیری HIF-1α را برای تخریب انجام می‌دهد. «تکلیف» و همکارانش در سال ۱۹۹۹، در یک مقاله اعلام کردند که مجتمع VHL در پروتئولیز HIF-1α درگیر است (Maxwell et al., ۱۹۹۹).

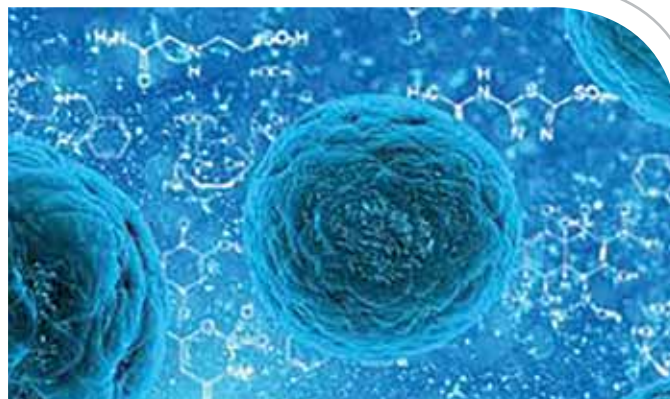
آنان بعداً نشان دادند که VHL به‌صورت یکی از بخش‌های تشخیص‌دهنده مجتمع لیگاز یوبیکوئیتین E3 در این فرایند عمل می‌کند (Cockman et al., ۲۰۰۰; Kamura et al., ۲۰۰۰; Krieg et al., ۲۰۰۰; Ohh et al., ۲۰۰۰; Tanimoto et al., ۲۰۰۰).

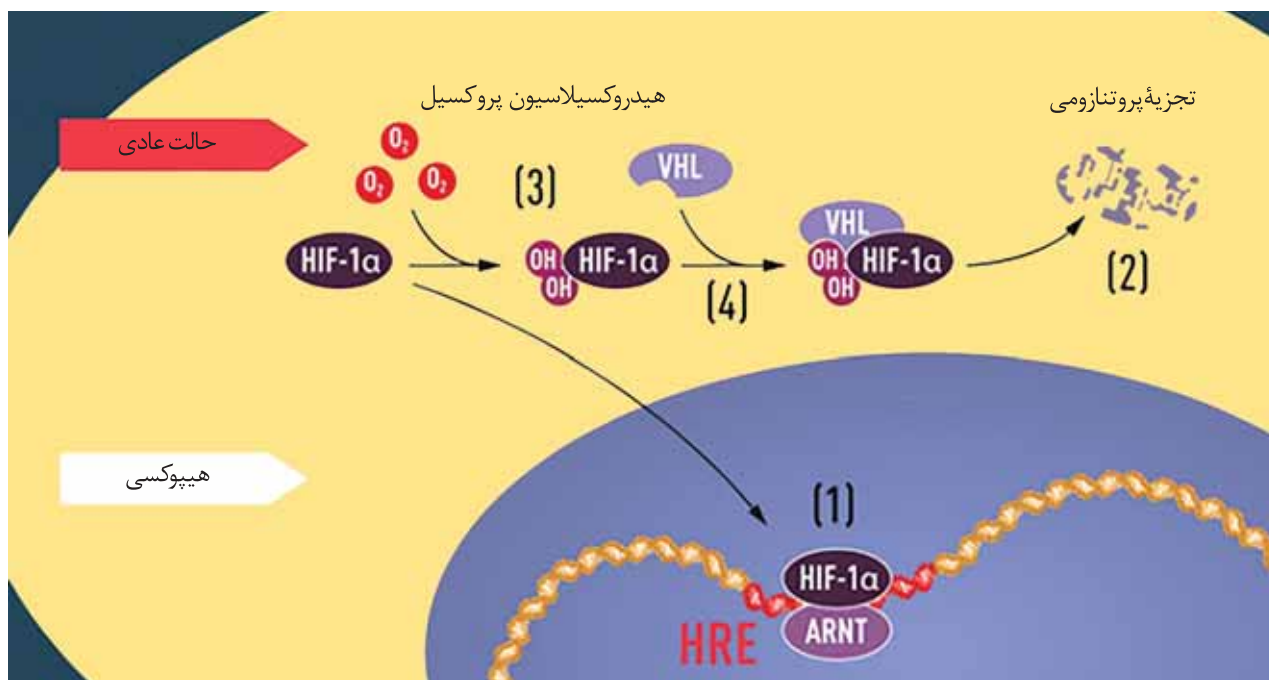
قطعه مهم و باقیمانده از این پازل در آن مرحله نحوه تعامل HIF-1α و VHL در پی آن تخریب HIF-1α توسط اکسیژن تنظیم می‌شود. نکته مهم، مقاله ماکسول و همکاران او در سال ۱۹۹۹ بود که اشاره می‌کند تعامل HIF-1α به فعالیتی نیاز دارد که هم به اکسیژن و هم به آهن وابسته است. این یافته جست‌وجوی سازوکار مربوط را آغاز کرد: هم درباره تغییر شیمیایی وابسته به اکسیژن از HIF-1α که اتصال VHL را برقرار می‌کند و هم برای آنزیم (ها) بی که آن واکنش را کاتالیز می‌کنند.

در آن زمان، هیدروکسیلاسیون پروتئین وابسته به اکسیژن در پروتئین‌های کلاژن شناخته شده بود و معلوم شده بود که این عمل از سوی کلاژن پرولیل-۴-هیدروکسیلاز^{۲۳} انجام می‌شود. بنابراین، به نظر می‌رسید که هیدروکسیلاسیون وابسته به اکسیژن باقیمانده پرولین در HIF-1α ممکن است باعث تغییر ساختاری مورد نیاز برای اتصال به VHL بشود. در سال ۲۰۰۱ «تکلیف» و «کالین» به طور هم‌زمان گزارش دادند که ۴-هیدروکسیلاسیون وابسته به اکسیژن دو باقیمانده پرولین در دُمین ODD از HIF-1α وابستگی برای اتصال به کمپلکس VHL اتصال از فاکتور رونویسی HIF را افزایش می‌دهد (Ivan et al., ۲۰۰۱; Jaakkola et al., ۲۰۰۱).

سوئیچ‌های وابسته به اکسیژن

هیدروکسیلاسیون پرولین نیاز به اکسیژن دارد. بنابراین، سازوکار ظریف تنظیم پس‌اترجمه‌ای پروتئین





شکل ۱. هنگامی که سطح اکسیژن کم است (کمبود اکسیژن)، HIF-1α از تخریب محافظت می‌شود؛ در هسته تجمع می‌یابد و در آنجا با ARNT در ارتباط است و به توالی خاصی از DNA، یعنی HRE در ژن‌های تنظیم‌کننده کمبود اکسیژن متصل می‌شود (۱). در حالت عادی وقتی که تراز سطح اکسیژن طبیعی است، پروتئازوم با سرعت HIF-1α را تخریب می‌کند (۲). اکسیژن فرایند تخریب را با افزودن گروه‌های هیدروکسیل (OH) به HIF-1α تنظیم می‌کند (۳). سپس پروتئین VHL می‌تواند با HIF-1α متصل و منجر به تخریب آن به روش وابسته به اکسیژن شود (۴).

et al., ۲۰۰۱). FIH هم‌چنین یک هیدروکسیلاز وابسته به اکسیژن است و در اینجا آنکه باقیمانده آسپاراژین را در دُمین فعال سازی پایانه N مربوط به HIF-1α (EPAS1 و NTAD) را هیدروکسیله می‌کنند، همین است. این هیدروکسیلاسیون توسط «موری ویتلاو» و «ریچارد بروویک» برای دخالت در درگیری مشترک فعال‌کننده رونویسی p300 پیدا شد (Lando et al., ۲۰۰۲a; Lando et al., ۲۰۰۲b). در این روش، اکسیژن نه تنها باعث تخریب HIF-1α از طریق پرولیل هیدروکسیلاسیون دامنه ODD آن می‌شود، بلکه می‌تواند عملکرد رونویسی هر HIF-1α یا EPAS1 را که از تخریب وابسته به VHL در امان مانده است نیز مهار کند. بنابراین، فعالیت HIF یکی نیست، بلکه دو سازوکار مستقل برای مهار وابسته به اکسیژن پس از ترجمه دارد. این نشان می‌دهد که نگه داشتن سطح HIF به درستی و دقیقاً توسط میزان اکسیژن سلولی تنظیم می‌شود و لزوماً یک فرایند بسیار دقیق است.

اهمیت مسیر کنترل HIF

کارهای بسیاری از گروه‌های پژوهشی از آن زمان اهمیت بسیار مسیر HIF و نقش اصلی آن را در تنظیم بیان ژن تحت تأثیر اکسیژن نشان داده است. «سمنزا»، «رتکلیف» و «کالین» از زمان اکتشافات اصلی در این مسیر باقی‌مانده اند. آنان در توضیح گسترده‌تر مسیر HIF نقش داشته‌اند و هم‌چنین

HIF-1α و EPAS1 آشکار شد: در صورت عدم وجود اکسیژن، هیدروکسیلاسیون روی نمی‌دهد و HIF-1α را تشخیص بدهد. به همین علت، HIF-1α یوبیکوئیتینی نمی‌شود و بنابراین، تخریب پروتئازومی آن انجام نمی‌شود و به همین علت دست‌نخورده باقی می‌ماند. سپس، می‌تواند متراکم و رونویسی آن فعال شود و ژن القای کمبود اکسیژن α را فعال کند (شکل ۱).

«رتکلیف» و «مک نایت» به‌طور مستقل ژن‌های پرولیل هیدروکسیلاز (PHD) در گیر در هیدروکسیلاسیون HIF-1α و EPAS1 را شناسایی کردند (Epstein, ۲۰۰۱; Bruick and McKnight, ۲۰۰۱). «کالین» هم‌چنین با استفاده از روش‌های بیوشیمیایی، ژن‌های PHD را جدا و گزارش خود را در سال ۲۰۰۲ منتشر کرد (Ivan et al., ۲۰۰۲). شناسایی این هیدروکسیلازها امکان ایجاد مهارکننده‌های خاص PHD برای افزایش فعالیت HIF به‌عنوان مثال، افزایش سطح اریتروپویتین در بیماران مبتلا به کم‌خونی را ایجاد کرد.

در سال ۲۰۰۱ دومین سازوکار وابسته به اکسیژن، این بار نه برای تخریب HIF-1α، بلکه برای مهار فعالیت آن به‌عنوان یک فاکتور رونویسی کشف شد. «سمنزا» اولین کسی بود که فاکتور آن را شناسایی کرد و آن را FIH-1 (برای عامل مهارکننده HIF) نامید (Mahon



به کارگیری نسخه وحشی VHL در یک دودمان سلولی سرطانی کلیه مانع از ایجاد تومور می شود

است که پاسخ به اکسیژن موجود در سلول ها، بافت ها و اندام ها یکی از اصلی ترین و مهم ترین سازگاری های فیزیولوژیکی است که جانوران دارند.

پی نوشت ها

1. Randall S. Johnson, Professor of Hypoxia Biology, Karolinska Institutet, Professor of Molecular Physiology and Pathology, University of Cambridge, Member of the Nobel Assembly, Karolinska Institutet, Stockholm, October 7, 2019, Correspondence: randall.johnson@ki.se
2. William Kaelin
3. Sir Peter Ratcliffe
4. Gregg Semenza
5. Hypoxia Inducible Factor
6. von Hippel-Lindau
7. Carl Scheele
8. Otto Warburg
9. Corneille Heymans
10. erythropoietin
11. Maurice Bondurant
12. Mark Koury
13. Jaime Caro
14. Paul Bert
15. hypoxia response element
16. electrophoretic mobility shift assays
17. Aryl Hydrocarbon Receptor Nuclear Translocator
18. Yoshiaki Fujii-Kuriyama, Werner Risau, Christopher Bradfield, and Steven McKnight
19. Caro and H. Frank Bunn
20. ubiquitin-proteasome pathway
21. Mark Goldberg
22. Richard Klausner
23. collagen prolyl-4-hydroxylase

منبع ترجمه

• Johnson, Randall S.; How cells sense and adapt to oxygen availability, (2019), <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2019/advanced-information/>
برای مشاهده منابع مندرج در مقاله به این صفحه مراجعه کنید:
<https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2019/advanced-information/>

درک ما را در مورد نقش های فیزیولوژیک پاسخ کمبود اکسیژن در سلامت و بیماری ها، افزایش داده اند.

کشف هیدروکسیلازهای پرولین که تنظیم کننده پایداری HIF-1 α هستند، باعث جست و جوی مهار کننده های هیدروکسیلاز برای افزایش سطح HIF شده و مسیرهای جدیدی برای کشف داروها باز کرده است (Giaccia et al., 2003). در واقع، هم اکنون کار روی برخی داروها که با مهار آنزیم های PHD عملکرد HIF را افزایش می دهند، ادامه دارد و مقالاتی که اخیراً منتشر شده اند، اثربخشی بالینی آن ها را در درمان کم خونی نشان می دهند (Chen et al., 2019a; Chen et al., 2019b).

برنامه هایی برای مهار مسیر HIF در آینده نیز در پیش رو هستند؛ از جمله برای کاهش سرعت پیشرفت برخی سرطان ها که بر اثر جهش های VHL ایجاد می شوند. یکی از این موارد، ایجاد بلوک کننده خاصی برای عملکرد EPAS1 است که اخیراً توسط «کالین» و همکاران او به عنوان کند کننده رشد تومور سلول های جهش یافته VHL در مدل های جانوران توصیف شده است (Cho et al., 2016).

از نظر فارماکولوژیک، عملکرد HIF ممکن است به درمان طیف وسیعی از بیماری ها کمک کند، زیرا نشان داده شده است که HIF برای پدیده هایی متنوع از نظر عملکرد ایمنی، تشکیل غضروف و بهبود زخم ها ضروری است. در مقابل، مهار عملکرد HIF می تواند کاربردهای زیادی داشته باشد؛ افزایش سطح HIF در بسیاری از سرطان ها و هم چنین در برخی از بیماری های قلبی عروقی از جمله سکته مغزی، حمله قلبی و فشار خون ریوی مشاهده می شود. از این رو، احتمالاً ما هنوز در ابتدای راه کشف کاربردهای این یافته های این برنده جایزه نوبل قرار داریم، زیرا مشخص



با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های دانش‌آموزی دبستانی

به صورت ماهنامه و ۹ شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شوند:

رشد کودک برای دانش‌آموزان پیش‌دبستانی و پایه اول دوره آموزش ابتدایی

رشد نوآموز برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره آموزش ابتدایی

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

مجله‌های دانش‌آموزی متوسطه

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

رشد نوجوان برای دانش‌آموزان دوره اول آموزش متوسطه

رشد نوجوانی برای دانش‌آموزان دوره اول آموزش متوسطه

رشد جوان برای دانش‌آموزان دوره دوم آموزش متوسطه

مجله‌های عمومی بزرگسال

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

♦ رشد آموزش ابتدایی ♦ رشد فناوری آموزشی

♦ رشد مدرسه زندگی ♦ رشد معلم ♦ رشد آموزش خانواده

مجله‌های تخصصی بزرگسال

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

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

مجله‌های عمومی و تخصصی رشد برای معلمان، دانش‌جو معلمان، و کارشناسان وزارت آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شوند.

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

♦ تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸ - ۲۱

♦ وبگاه: www.roshdmag.ir

پیشنهادهایی برای آموزش حفاظت از محیط زیست

مریم صفوی

دبیر زیست‌شناسی دوره دوم متوسطه، منطقه باوی خوزستان

بی‌گمان یکی از مهم‌ترین علت‌های تخریب و آلودگی محیط زیست، تخریب جنگل‌ها و نابودی گونه‌های ارزشمند گیاهی و جانوری، کمبود آگاهی مردم نسبت به مسائل محیط زیستی است. بدون افزایش سطح آگاهی مردم در زمینه حفاظت از محیط زیست، نمی‌توان آمیدی به بهبود وضعیت آن داشت. خوشبختانه، در سال‌های اخیر، آموزش محیط زیست به اولویتی در سطوح محلی، ملی و بین‌المللی تبدیل شده و آموزش و پرورش به عنوان اصلی‌ترین متولی آموزش همگانی اقداماتی در این زمینه داشته و در سال‌های اخیر با گنجاندن مفاهیم محیط زیستی در مواد درسی مقاطع مختلف تحصیلی گام مؤثری در این راه برداشته است. در این میان، مسئولیت مهم معلم تربیت نسلی آگاه و مطالبه‌گر است که نه تنها نسبت به رخدادهای محیط خود بی‌توجه نیست، بلکه درصدد رفع مشکلات آن هم برمی‌آید.

تجربه ما در دبیرستان حضرت فاطمه (س) منطقه باوی استان خوزستان در زمینه آموزش مفاهیم محیط زیستی به دانش‌آموزان بدین شرح است:

• اندازه‌گیری مقدار آب مصرفی: از دانش‌آموزان خواستیم ظرفی را زیر آبی که برای شست‌وشوی روزانه دست‌ها مصرف می‌کنند، قرار دهند و آن را در بشکه‌ای بزرگ جمع‌آوری کنند تا به میزان آب مصرفی برای شست‌وشوی روزانه دست‌ها بیشتر پی ببرند و در آن صرفه‌جویی کنند.

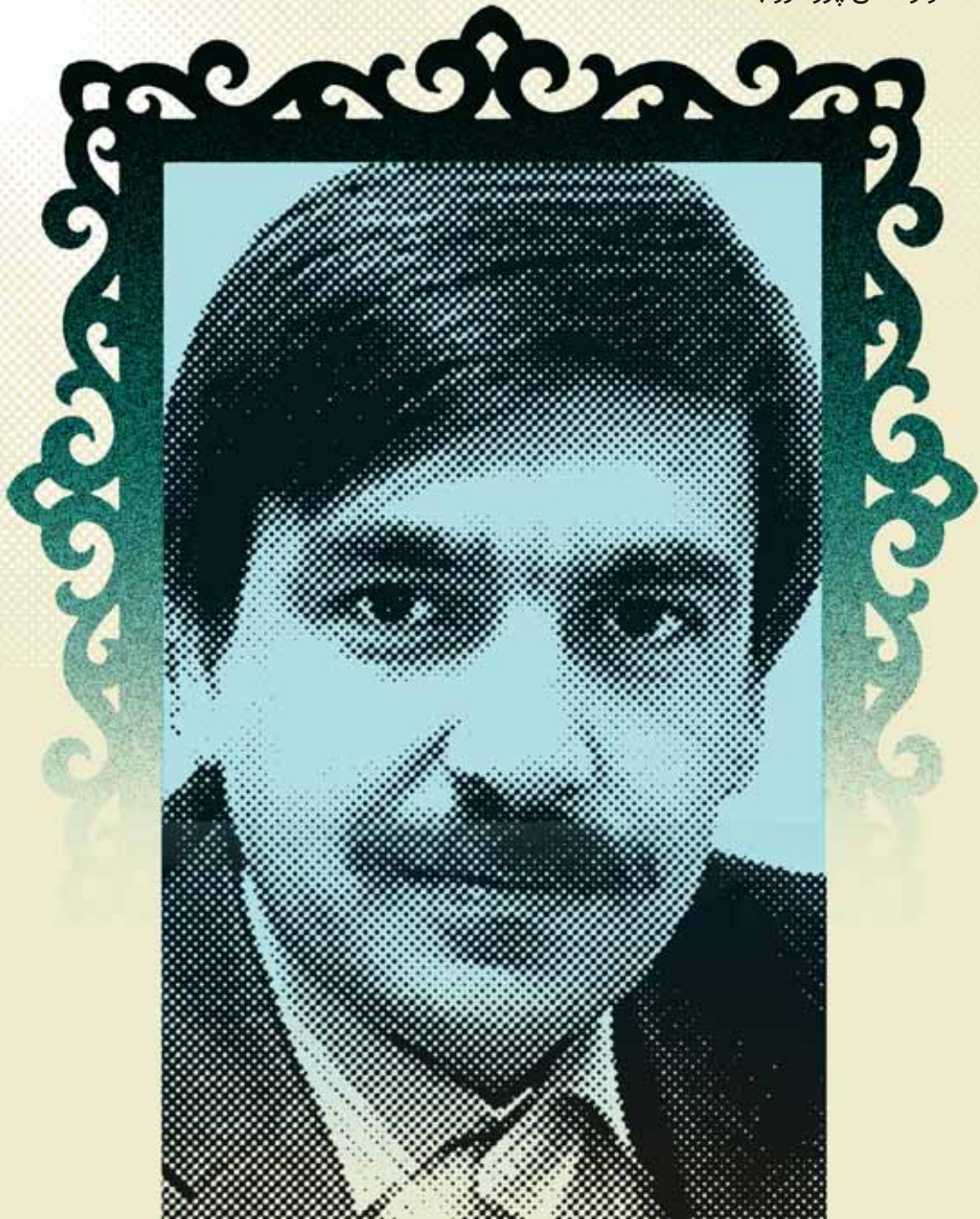
• آموزش روش‌های جداکردن پسماندهای تر و خشک: از دانش‌آموزان خواستیم که در مدرسه زباله‌های خشک و تر را از هم جدا کنند و در ظرف‌های جداگانه بریزند. به علاوه، از آنان خواستیم در خانه زباله‌های خشک، مانند بطری‌ها و کاغذها را از زباله‌های دیگر جدا کنند و به مدرسه بیاورند و آن را در سطل‌های بزرگی که به همین منظور تهیه کرده بودیم، بیندازند. بدین ترتیب، بسته‌هایی که دانش‌آموزان از خانه به مدرسه انتقال داده بودند، برای انجام بازیافت به سازمان‌های مردم‌نهاد تحویل دادیم و با دادن بلیط سینما و تئاتر و بن تخفیف خرید کتاب، دانش‌آموزان

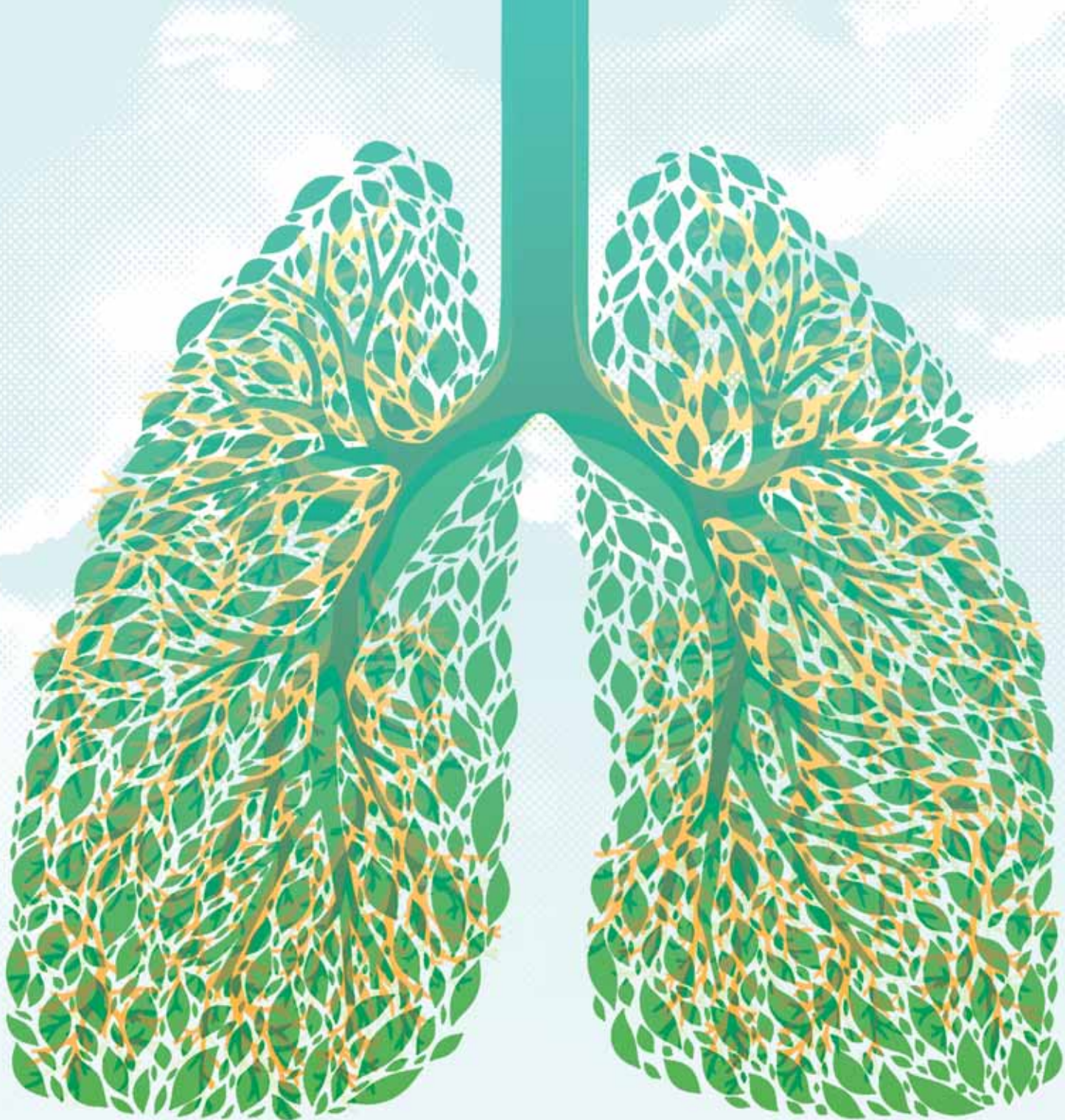
رسول مرگ به ناگه به من رسید فراز که کوس کوچ فرو کوفتند، کار بساز

حسین سالاری نویسنده، مترجم، ویراستار، پژوهشگر تاریخ علم، دانش‌نامه‌نگار، مدیر پایگاه‌های اینترنتی سالار کتاب و جزیره دانش، برنده سه جایزه کتاب سال، برنده سه جایزه کتاب فصل، برنده دو جایزه از جشنواره‌های کتاب‌های آموزشی رشد، برنده جایزه قلم پرنده از کانون پرورش فکری کودکان و نوجوانان، برنده بهترین مقاله نقد کتاب، نویسنده یا مترجم بیش از ۳۰۰ کتاب و ۳۰۰ مقاله، برگزارکننده کارگاه‌های نگارش غیرداستانی و سخنران علم، سحرگاه پنجشنبه ۱۹ دی‌ماه ۱۳۹۸ در سانحه سقوط اتوبوس مسافربری به دره، در منطقه فیروزکوه جان سپرد.

او که در عمر کوتاهش با فعالیت‌های بسیار خود در زمینه ترویج علم، اثرهای بزرگی بر جامعه ما، به‌ویژه بر کودکان و نوجوانان بر جای گذاشت، متولد سال ۱۳۵۵ در شهر جاجرم واقع در استان خراسان شمالی بود و علاوه بر نویسندگی و مترجمی، از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۲ مدیریت داخلی نشریه رشد آموزش زیست‌شناسی را نیز به‌عهده داشت.

نشریه رشد آموزش زیست‌شناسی درگذشت این نویسنده، مترجم و پژوهشگر فعال کشور را به خانواده محترم ایشان و جامعه علمی و فرهنگی کشور، به‌ویژه دست‌اندرکاران آموزش زیست‌شناسی تسلیت می‌گوید. روحش شاد و راهش پررهرو باد.





درختان ریه‌های شهرها هستند
در حفظ و تکثیرشان کوشا باشیم
۱۵ اسفند، روز درختکاری