



رشد

آموزش زیست‌شناسی ۹۰

فصلنامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی ■ دوره بیست‌وششم ■ شماره ۳ ■ بهار ۱۳۹۲



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

۲	سرمقاله / روش‌های نوین علم‌آموزی / سردبیر
۴	کتابخانه / کتاب آبله و سرخک / محمدعلی ابوعلی
۸	کتابخانه / اجبار یا انتخاب / الهه علوی
۱۲	گفت‌وگو / زن موش در چشم مگس / محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر
۱۸	گفت‌وگو / سنت شکنی در تکامل / محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر
۲۴	بازتاب / تشریح مغز در کارگاه رایانه / عدالت امینی، زهرا فورکی نژاد
۳۰	کتابخانه / رسم و تفسیر نمودار / اباذر اسماعیلی
۳۶	آموزش / استخراج پکتین از ضایعات سیب / شهره سلیمی
۳۸	کتابخانه / رنگدانه‌سازی در پوست / مریم انصاری
۴۴	آموزش / تزیینات آوندهای چوبی تره / غلامرضا مقدسی
۴۶	پژوهش /
۴۷	بازتاب /

● مدیرمسئول: محمدناصری
● سردبیر: محمدکرام‌الدینی
● مدیر داخلی: الهه علوی
● هیئت تحریریه (به ترتیب الفبا):
دکتر عباس اخوان‌سپهی، سید علی آل‌محمد،
دکتر علیرضا ساری، نظام جلیلیان،
الهه علوی، دکتر شهریار غریب‌زاده و
دکتر حسین لاری یزدی
● طراح گرافیک: فریبا بندی
● نشانی پستی دفتر مجله:
تهران، صندوق پستی: ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
● تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۶۰، داخلی ۲۷۷

● وبگاه: www.roshdmag.ir
● وبلاگ: www.roshdmag.ir/weblog/zistshenasi
● پیام‌نگار: zistshenasi@roshdmag.ir
mohammad@karamudini.com
● نشانی امور مشترکین: تهران - صندوق
صندوق پستی: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
● تلفن: ۷۷۳۳۶۶۵۵-۷۷۳۳۶۶۵۶
● چاپ: شرکت افست
● شمارگان: ۷۰۰۰

- مجله رشد آموزش زیست‌شناسی، نوشته‌ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت، به‌ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط با موضوع مجله باشند، می‌پذیرد.
- مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته یا در صورت امکان تایپ شوند.
- محل قرار گرفتن شکل‌ها، جدول‌ها، نمودارها و تصاویر ضمیمه باید در حاشیه مطلب نیز مشخص شود.
- نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه‌های علمی و فنی دقت لازم به کار رفته باشد.
- مقاله‌های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته و متن اصلی نیز ضمیمه مقاله باشد.
- در متن‌های ارسالی، باید تا حد امکان از معادل‌های فارسی واژه‌ها و اصطلاحات استفاده شود.
- پی‌نوشت‌ها باید کامل و منابع شامل، نام نویسنده، نام مترجم، نام اثر، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره صفحه مورد استفاده باشد.
- مجله در رد، قبول، ویرایش ویا تلخیص مقاله‌های رسیده مختار است.
- آرای مندرج در مقاله‌ها، ضرورتاً تبیین نظر دفتر انتشارات کمک‌آموزشی نیست و مسئولیت پاسخ‌گویی به پرسش‌های خوانندگان، با شخص نویسنده یا مترجم است.
- مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی‌شوند، معذور است.



سنجاب ایرانی (Sciurus anomalus)، عکس از حسن مقیمی.

روش‌های نوین علم‌آموزی

فعال‌تر و مؤثرتری داشته باشند.^۳

می‌دانیم که حجم پیش‌دانشته‌های دانش‌آموزان دوره متوسطه بیشتر است، زیرا هر دانش‌آموز در طول زندگی خود از معلم، نزدیکان، دوستان یا رسانه‌های گروهی درباره مفهومی که می‌خواهیم به او بیاموزیم چیزهایی آموخته و پس زمینه‌هایی دارد. پس فراموش نکنیم که معلم معمولاً پایه‌گذار بنای علم در ذهن دانش‌آموز نیست، بلکه وظیفه او نخست شناسایی و سپس عنداللزوم تصحیح اندیشه‌های علمی آن گروه از دانش‌آموزانی است که تصورهایی ناهمسو با توضیح‌های رایج و مقبول در علم امروزی با خود به کلاس درس آورده‌اند.

گروهی از اندیشمندان این فرایند اصلاح و تغییر مفهوم را به فرایند تکوین اندیشه‌ها و تئوری‌های علمی و تصحیح و بازسازی آن‌ها در ذهن دانشمندان همسان می‌دانند و معتقدند همان طور که یک اندیشه علمی پس از مطرح شدن پیوسته دستخوش اصلاح و تغییر قرار می‌گیرد، دانشته‌های دانش‌آموزان نیز به همان روش تصحیح می‌شوند و

تغییر و تکامل می‌یابند.^۴

روشن است که باید پایه‌های دانش در ذهن دانش‌آموزان عمیق باشد. بدین منظور باید آنان هر آنچه را می‌آموزند، در ذهن خود در جایگاهی درست در نقشه‌ای مفهومی جای دهند. این نقشه مفهومی ذهنی باید به گونه‌ای سازمان یافته باشد که اصلاح‌پذیر و نیز کاربردی و آسان‌یاب باشد. بنابراین، نمی‌توانیم فرض را بر این بگیریم که دانش‌آموزان پیشاپیش به نقشه مفهومی درست و جامعی دست یافته‌اند، ارتباط بین اجزای این نقشه را به خوبی می‌دانند و مفاهیم جدیدی را که از ما می‌آموزند، در جایگاه درست خود در این نقشه جای می‌دهند.

به علاوه، باید مهارت‌های فراشناختی (آگاهی دانش‌آموز از فرایندهای یادگیری و شناختی خود و کوشش برای تنظیم آن‌ها) را نیز به آنان بیاموزیم تا بتوانند بر یادگیری خود تسلط داشته باشند. این کار با تعیین و تبیین اهداف یادگیری برای او شدنی است. اگر

در سال‌های اخیر معلمان زیست‌شناسی کشور ما به دلایلی چند بیشتر از همیشه در پی دانستن روش‌های نوین علم‌آموزی به‌طور عام و روش‌های نوین آموزش زیست‌شناسی به‌طور خاص بوده‌اند. در حالی که هم‌اکنون به علت نارسایی‌ها و ناکارآمدی‌های نظام آموزشی موجود، به ویژه به علت سلطه کنکور بر آموزش کشور، در کمتر کلاس درسی می‌توان این روش‌ها را به کار بست و نتایج را مشاهده کرد. هسته اصلی اندیشه‌های نوین درباره روش‌های علم‌آموزی از چند جزء تشکیل شده است که مهم‌ترین آن‌ها چنین‌اند:

● پیش‌دانشته‌های دانش‌آموز عامل بسیار مهمی در علم‌آموزی اوست، یعنی دانش‌آموزان با اذهان خالی وارد کلاس درس نمی‌شوند؛ بلکه ذهن هر دانش‌آموزی که به کلاس درس ما آمده، پای صحبت ما نشسته و با دقت هم به موضوع درس ما گوش فرا می‌دهد، صفحه سفیدی نیست که لازم باشد ما با مرکب سخن خود روی آن بنویسیم. پر واضح است که او از سال‌ها پیش، یعنی حتی بسیار پیش‌تر از آن که پا به مدرسه بگذارد و علم‌آموزی را رسماً آغاز کند، به طور غیر رسمی شروع به

آموختن کرده و به همین لحاظ آجرهای بنای دانش در ذهن او از مدت‌ها قبل چیده شده و او از بسیاری از پدیده‌های طبیعی تصویری پایدار، ولی شخصی در ذهن خود آماده دارد که بیشتر از دیده‌ما پنهان‌اند.

● ادراک دانش‌آموز با ادراک معلم متفاوت است؛ یعنی معلم و دانش‌آموز از یک متن واحد مفاهیم یکسان برداشت نمی‌کنند؛ به بیان دیگر، هر یک از آنان از کلمه‌ها و جمله‌های یکسان برداشت متفاوت و شخصی خود را دارد. بنابراین، باید در کلاس‌های علم‌آموزی بین ادراک معلم و ادراک دانش‌آموز تمایز قائل شد و کاری کرد که بین دانش‌آموزان تعامل برقرار شود تا آنان فرصت پیدا کنند از یکدیگر بیاموزند.^۵

● اگر دانش‌آموزان بتوانند بر فرایند یادگیری خود تسلط داشته باشند، بتوانند نتایج تلاش‌های خود را ارزیابی کنند و میزان پیشرفت خود را بسنجند، خواهند توانست بهتر یاد بگیرند و در یادگیری مشارکت

دانش‌آموزان بتوانند موفقیت خود را در راه رسیدن به هدف‌های آموزشی اندازه بگیرند، خواهند توانست بر یادگیری خود مسلط شوند.^۵

پس اگر می‌خواهیم در کلاس درس مان از روش‌های نوین علم‌آموزی بهره ببریم، باید همواره انجام این کارها را در نظر داشته باشیم:

● تصورات پیشین دانش‌آموزان را از ذهن آنان بیرون بکشیم، بشناسیم و آموزش خود را بر اساس آن‌ها بنا کنیم. به بیان دیگر، باید آموزش را بر پایه تصورات پیشین دانش‌آموزان بنا کنیم تا بتوانیم آن‌ها را تصحیح یا ترمیم کنیم و سپس دانش جدید را بر مبنای آن‌ها بسازیم.

● موضوع‌ها را عمیق آموزش دهیم، به طوری که مفاهیم و واقعیت‌ها در یک نقشه مفهومی بزرگ در ذهن دانش‌آموز جای گیرند؛ به دانش‌آموزان کمک کنیم تا آنان پایه‌های دانش خود را تقویت کنند و در این کار در نظر داشته باشیم که محتوای علم اجزایی از هم گسیخته و جدا شده نیستند، بلکه علم مجموعه‌ای به هم پیوسته و بزرگ است.

● باید مهارت‌های فراشناختی را نیز با درس خود همراه کنیم و به طور روشن و شفاف این مهارت‌ها را نیز آموزش دهیم. در نظر داشته باشیم که دانش‌آموزان نمی‌توانند به طور خودکار اهداف آموزش را تعیین و اندیشه‌ها را به هم مرتبط کنند تا به یادگیری معنی دار برسند و به پیشرفت درسی خود فکر کنند.

● دانش‌آموزان را تشویق کنیم که فرایند یادگیری خود را با همکاری و همیاری یکدیگر به پیش ببرند.

معلمان خلاق که به موضوع تدریس تسلط دارند و روش‌های تدریس را نیز به خوبی می‌شناسند، می‌توانند برای تدریس بهتر و مؤثرتر این دو، یعنی موضوع و روش تدریس را با هم ترکیب کنند و نوعی آرمانی از تدریس ارائه دهند.

معلمان خلاق که به موضوع تدریس تسلط دارند و روش‌های تدریس را نیز به خوبی می‌شناسند، می‌توانند برای تدریس بهتر و مؤثرتر این دو، یعنی موضوع و روش تدریس را با هم ترکیب کنند و نوعی آرمانی از تدریس ارائه دهند

خاص‌اند، اما به علت نارسایی‌ها و ناکارآمدی‌های نظام آموزشی موجود و به ویژه به علت سلطه کنکور بر آموزش کشور، در کمتر کلاس درسی می‌توان این روش‌ها را به کار بست و نتایج را مشاهده کرد و لذا بحث درباره روش‌های نوین علم‌آموزی در جامعه ما هنوز در مرحله بررسی تئوری‌ها باقی مانده است.

سردبیر

منابع

1. Ausubel, D., J. Novak, and H. Hanesian. 1978. Educational psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
2. Vygotsky, L. S. 1968. Thought and language. Trans. and ed. A. Kozulin. Cambridge, MA: MIT Press.
3. Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive - developmental inquiry. American Psychologist, 34, 906 - 911.
4. Posner, G. J., K. A. Strike, P. W. Hewson, and W. A. Gerzog. 1982. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science Education 66 (2): 211 - 227.
5. Bransford, J., A. Brown, and R. Cocking. 1999. How people learn: Brain, mind, experience, and school. Washington, DC: National Academy Press.

اگر چه در سال‌های اخیر معلمان زیست‌شناسی کشور ما به دلایلی چند، بیشتر از همیشه در پی دانستن روش‌های نوین علم‌آموزی به طور عام و روش‌های نوین آموزش زیست‌شناسی به طور

کتاب آبله و سرخک

محمدعلی ابوعلی

کلیدواژه‌ها: محمدبن زکریای رازی، الجدری و الحصبة، آبله، سرخک.

اشاره

اگر در طول تاریخ علم کتابی پس از تألیف، طی حدود ۳۵۰ سال حدوداً ۳۵ بار به زبان‌های گوناگون ترجمه و منتشر شده باشد، می‌توانیم بگوییم کتاب بسیار مهمی بوده است. کتاب «الجدری و الحصبة» که یکی از تألیفات ابوبکر محمدبن زکریای رازی (۲۵۱-۳۱۳ هـ.ق) است، چنین کتابی است. عنوان این کتاب را می‌توان «کتاب آبله و سرخک» ترجمه کرد، چون در زبان عربی برای بیماری «سرخک» واژه «حصبة» به کار می‌رود. کتاب آبله و سرخک یکی از بارزترین آثار پزشکی در جهان اسلام است، چون محمدبن زکریای رازی اولین پزشکی است که این دو بیماری را به خوبی می‌شناخته و توانسته است برای اولین بار آن‌ها را از هم تشخیص بدهد.*

پیشینه

که فقط یک از آن نسخه در کتابخانه حلب موجود است. به علاوه، علی بن سهل طبری (متولد ۱۹۲ هـ.ق) نیز در شرح و توصیف بیماری آبله مطالبی به رشته تحریر درآورده است. او نوشته است که بر اثر این بیماری چشم‌ها و صورت سرخ می‌شوند، گرمای خون افزایش می‌یابد، سر و بدن سنگین و بینی بسته می‌شود؛ بیمار عطسه می‌کند و دچار غم و اندوه می‌شود.

سبب تألیف

رازی در کتاب «آبله و سرخک» با نظم، ترتیب و انسجامی که امروزه رایج است، به شرح این دو بیماری پرداخته است.^۱ او از دوره نهفتگی بیماری آغاز کرده و سپس

رساله «الجدری و الحصبة» همان‌گونه که از عنوانش پیداست، در اصل به زبان عربی نوشته شده؛ اما پس از چندی به زبان سریانی، بعد به یونانی و سپس به لاتینی ترجمه شده است. چندین نوع از نسخه‌های این رساله با عنوان‌های «درباره طاعون^۱» و «درباره آبله و سرخک» وجود دارد. این رساله در سال ۷۵۰ میلادی به لاتین و در سال ۹۵۵ میلادی به یونانی و در سال ۱۳۴۳ ش. به فارسی ترجمه و منتشر شد.

البته پیش از رازی نیز نوشته‌هایی مختصر درباره این بیماری‌ها نوشته شده است. مثلاً ثابت بن قره (۲۲۱-۲۸۸ هـ.ق) پیش از رازی کتابی با همین عنوان نوشته



به نحوهٔ سرایت و دورهٔ بیماری و بحران، خطرهای، عواقب، عوارض و شیوه‌های دوری از آن پرداخته است. آکاستیلیونی^۲ استاد تاریخ پزشکی در کتاب تاریخ طب^۳ چنین نوشته است: «در تاریخ پزشکی، مهم‌ترین اثر رازی کتاب «آبله و سرخک» است. ... این کتاب فقط براساس تجربه‌ها و مشاهدات شخصی او نوشته شده است و معلوم می‌کند که او بیماران را با دقت معاینه می‌کرده است.»

رازی خود در مقدمه سبب تألیف این کتاب را چنین شرح داده است: «شبی در مجلس مرد محترم و فاضلی بودم که به شرح دانش‌های سودمند و آسان گرداندن راه آن‌ها برای مردم علاقهٔ فراوان داشت. در آن مجلس صحبت از بیماری آبله به میان آمد. من آنچه در آن شب در نظر داشتم، بیان کردم. آن مرد - که خداوند او را عمر دراز دهد - مایل بود مقاله‌ای در باب این بیماری بنویسم که از هر حیث نافع و جامع باشد، چون او دربارهٔ آبله از هیچ یک از قدما و متأخران به منظور توضیح این بیماری مطلبی به طور کامل و کافی ندیده بود. لذا این مقاله را برای ثواب خداوند عزوجل و خشنود ساختن آن مرد نوشتم.»

محتوا

کتاب «آبله و سرخک» چهارده فصل دارد.

● فصل اول، در ردّ نظر کسانی است که بر جالینوس خرده گرفته بودند که او بیماری آبله را نمی‌شناخته و لذا ذکری از آن به میان نیاورده است. رازی در این فصل به نقل از برخی کتاب‌های جالینوس (از جمله

کتاب النبض) علت آبله را تعفن شدید خون و باقی ماندهٔ غذاهایی که در بدن به خون مبدل نمی‌شوند، دانسته است؛ اما به عقیدهٔ وان دایک (ص ۷۵ - ۷۶)، جالینوس این بیماری را نمی‌شناخته و رازی به علت خطایی که در ترجمهٔ آثار جالینوس روی داده، چنین پنداشته است. البته رازی در این فصل علت بروز این بیماری را وجود رطوبت و گرما در خون و زمان بروز آن را هنگام غلیان و عفونت در خون دانسته و افزوده است که چون گرما و رطوبت خون کودکان و نوجوانان بیشتر است، آنان بیشتر به این بیماری مبتلا می‌شوند. او سپس تبدیل خون از حالتی به حالت دیگر و تغییر کمی و کیفی آن را در سنین مختلف شرح داده و افزوده است که هیچ‌کس از ابتلا به بیماری آبله مصون نیست، حتی پیران که احتمال ابتلای آنان هنگام شیوع آبله افزایش می‌یابد.

● فصل دوم به زمان و وضعیت افرادی که دچار این بیماری می‌شوند اختصاص دارد. رازی در این فصل مزاج‌های مرطوب و اشخاص سفیدپوست، چاق و سرخ‌رو و کسانی را که در خوردن شیرینی (به‌خصوص خرما، عسل، انجیر، انگور، حلواها و پالوده‌ها) و شیر



ترش و توت و ریواس به آنان بدهند. او در این فصل دستور غذای بیماران را بیشتر غذاهای خنک کننده همراه با انواع ترشی دانسته، آن‌ها را بسته به نوع مزاج و طبع و با توجه به حالت‌های بیمار، شرح داده و آنان را از خوردن غذاهای گرم و شیرین برحذر داشته است. او سپس نام بعضی از رگ‌های بدن را برای گرفتن خون ذکر کرده و نوشاندن آب بسیار سرد را به بیمار توصیه کرده است.

● فصل ششم در بیان نوشیدن آب بسیار سرد، بخار دادن به بدن برای گشودن منافذ پوست و بیرون ریختن بثورات جلدی و مانند آن‌هاست.

● فصل هفتم درباره نحوه مراقبت از چشم‌ها، گوش‌ها، بینی، حلق و مفاصل بیمار است تا این اندام‌ها از آبله دور بمانند. مثلاً چکاندن آب سرد و گلاب در چشم و غرغره کردن آب انار ترش را مفید دانسته است.

● فصل هشتم درباره چگونگی کمک به رسیدن دانه‌های آبله و گشوده شدن آن‌هاست.

● فصل نهم درباره شیوه خشک کردن دانه‌های آبله است.

● فصل دهم درباره چگونگی رفع پوسته‌های خشک شده و به جای مانده از دانه‌های آبله است.

● فصل یازدهم درباره موادی است که آثار آبله را از چشم و دیگر نقاط بدن می‌زدایند، مانند بوره، نشادر، کف دریا.

● فصل دوازدهم به دستورهای غذایی بیمارانی که دچار آبله و سرخک شده‌اند، با توجه به نوع مزاج بیمار، اختصاص دارد. مثلاً، رازی ماء‌الشعیر مخلوط با آب انار ترش

افراط می‌کنند، مستعد این بیماری دانسته است. او بدن‌های لاغر و مزاج‌های صفراوی و خشک را مستعد سرخک، ولی مصون از آبله، دانسته است. به نظر او آبله در اواخر پاییز، اوایل بهار و نیز در تابستان‌های پرباران که بادهای گرم جنوبی می‌وزند، شایع می‌شود؛ اما سرخک در تابستان یا پاییز بسیار گرم و خشک، اشخاص مستعد را مبتلا می‌کند.

● فصل سوم به علائم آبله اختصاص دارد: تب مطبقه، کمردرد، خارش بینی، بی‌خوابی، مورمور شدن همه بدن، پف کردن و برافروخته شدن صورت، سرخ شدن گونه‌ها و چشم‌ها و سنگین شدن بدن. رازی در انتهای این فصل از آبله خوش خیم (آبله مرغان) نیز یاد کرده است.

● فصل چهارم به کلیاتی درباره راه‌های درمان آبله اختصاص دارد.

● فصل پنجم، به توصیه‌هایی برای پیشگیری از آبله اختصاص دارد. رازی در این فصل توصیه می‌کند که باید کودکان کمتر از چهارده سال را حجامت و افراد بزرگ‌تر از آن را فصد کنند؛ به‌ویژه در فصول بروز آبله، او همچنین توصیه کرده است که بهتر است به کودکان آب خنک با یخ بنوشانند، بستر آنان را مرطوب کنند و میوه‌های ترش، مانند انار



را برای بیمار آبله‌ای بسیار مفید و برای بیمار مبتلا به سرخک مفیدتر دانسته است.

پس از رازی

پس از رازی، علی بن عباس مجوسی (مکتوفی ۳۷۲) در کامل الصناعه سرخک را نوعی آبله دانسته، اما شیوه درمانی او برای سرخک به شیوه رازی شباهت بسیاری دارد. این سینا نیز سرخک را آبله صفاوی دانسته است. از نظر او سرخک فقط پوست بدن را مبتلا می‌کند و جز این، در بیشتر موارد، تفاوتی میان این دو بیماری نیست. علائم و شیوه درمانی این سینا با محتوای کتاب «آبله و سرخک» شباهت بسیار دارد.

پی‌نوشت

* به سرمقاله شماره ۸۹ همین مجله (زمستان ۹۱) مراجعه کنید.

۱. چون مترجم آن G. Valla آن را De Pestilentia به معنی طاعون ترجمه کرده است.

2. A. Castiglioni
3. Histoire de la Medecine

منابع

۱. خضرای، مستوره، **الجدری و الحصبة**، پایگاه اطلاع‌رسانی بنیاد دایره‌المعارف اسلامی
۲. ایرج افشار و محمدتقی دانش‌پژوه، **ابن سینا**، فهرست نسخه‌های خطی کتابخانه ملی ملک، ج ۷، تهران ۱۳۶۹ ش
۳. محمدبن زکریای رازی، **تقاسیم العلل: کتاب التقسیم والتشجیر**، تحقیق و ترجمه صبحی محمود حمامی، حلب ۱۹۹۲/۱۴۱۲
۴. محمدبن زکریای رازی، **الحاوی فی الطب**، حیدرآباد دکن، ۱۳۷۴-۱۳۹۰/۱۹۵۵-۱۹۷۱
۵. محمدبن زکریای رازی، **کتاب فی الجدری و**

۶. محمدبن زکریای رازی، **کتاب فی الجدری و الحصبة**، چاپ کورنلیوس وان آلن وان دایک، بیروت ۱۸۷۲
۷. محمدبن زکریای رازی، **کتاب فی الجدری و الحصبة**، ترجمه کتاب الجدری و الحصبة (آبله و سرخک)، با حواشی و ملحقات، به سعی و اهتمام محمود نجم‌آبادی، تهران ۱۳۷۱ ش
۸. محمدبن زکریای رازی، **المنصوری فی الطب**، چاپ حازم بکری صدیقی، کویت، ۱۹۸۷/۱۴۰۸
۹. علی بن سهل طبری، **فردوس الحکمه فی الطب**، چاپ محمد زبیر صدیقی، برلین ۱۹۲۸؛ غلامعلی عرفانیان
۱۰. علی بن عباس مجوسی، **کامل اصناعه الطبیه**، بولاق ۱۲۹۴؛ خانباامشار، فهرست کتاب‌های چاپی فارسی، تهران ۱۳۵۰ - ۱۳۵۵ ش
۱۱. محمود نجم‌آبادی، **آبله و سرخک از نظر رازی و مقایسه آن با مآوا زین طب امروز**، در مجموعه مقالات درباره طب سنتی ایران، تهران: مؤسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی، ۱۳۶۲ ش
۱۲. محمدبن زکریای رازی، **مؤلفات و مصنفات**، تهران ۱۳۷۱ ش
۱۳. کورنلیوس وان آلن وان دایک، **رساله فی الجدری و الحصبة**، چاپ کورنلیوس وان آلن وان دایک، بیروت ۱۸۷۲
14. Carl Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, Leiden 1943 - 1949
15. Muhammad B. Zakariyya, *A treatise on the small- pox and measles*. Tr. William Alexander Greenhill, London 1848
16. Fuat Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Leiden 1967

اجبار یا انتخاب

الهه علوی

اشاره

چارلز داروین اولین بار در سال ۱۸۷۵ گیاه گوشت‌خوار شب‌نم خورشیدی (دروزر) را توصیف کرد. از آن زمان تاکنون، اطلاعات قابل توجهی درباره اهمیت شکار جانوران و تغذیه گیاهان گوشت‌خوار به دست آمده است. شکارچی بودن گیاهان که جایگاه تولید کنندگی را در طبیعت به خود اختصاص داده‌اند، آن قدر جالب و غریب است که تخیل اهل هنر را برانگیخته و دست‌مایه‌ای برای نوشتن داستان‌ها و تولید فیلم‌هایی با زمینه وحشت و کمدی شده است. گرچه پرداختن به گیاهان گوشت‌خوار از این زاویه جذاب است، اما انگیزه پرداختن به این موضوع، وجود مطالبی کوتاه درباره گیاهان گوشت‌خوار در کتاب‌های درسی زیست‌شناسی است که اخیراً در کتاب علوم سال ششم ابتدایی نیز راه یافته است. این نوشتار به اختصار بعضی از ویژگی‌ها و خصوصیات مشاهده شده در گیاهان گوشت‌خوار را بیان و سعی می‌کند تا به بعضی پرسش‌های رایج درباره این گیاهان پاسخ دهد.

کلیدواژه‌ها: گیاهان گوشت‌خوار، تولیدکنندگی.

گیاهان گوشت‌خوار در کتاب‌های درسی

● زیست‌شناسی سال چهارم آموزش متوسطه عمومی، ویژه دانش‌آموزان علوم تجربی^۱. در این کتاب پنج گیاه گوشت‌خوار دروزرا، دیونه، نپنتس، ساراسنیا و گوشک در نصف صفحه و ذیل مبحث برگ آمده و برگ این گیاهان نمونه‌ای از تغییر شکل برگ و تبدیل آن به اندام شکار و نیز ساز و کاری برای دستیابی به منبع نیتروژن مورد نیاز گیاه معرفی شده است. گوشک نیز به‌عنوان نمونه‌ای ایرانی از این گیاهان که در آب‌های شمال کشور یافت می‌شود، مطرح شده است. ● زیست‌شناسی^۱، نظام جدید آموزش

گوشت‌خوار *utricularia* معادل فارسی توپره‌واش و نه گوشک، استفاده و نیز از بیان نقش این سازوکار در تأمین نیتروژن صرف نظر شده است. ● زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۱، سال دوم آموزش متوسطه، رشته علوم تجربی. در این کتاب به گیاهان گوشت‌خوار از منظر حرکت در گیاهان و در سه جمله پرداخته شده است. ● علوم ششم ابتدایی. جدیدترین کتابی که نامی از گیاهان گوشت‌خوار در آن می‌بینیم، علوم ششم ابتدایی است که در مهر ماه سال ۱۳۹۱ وارد چرخه آموزش کشور شد. برگ شکارچی عنوان مطلب کوتاهی درباره گیاهان است که ذیل شگفتی‌های آفرینش

خاک نازک است یا این که بعضی مواد غذایی را ندارد، مانند زمین‌های سنگی و باتلاقی. معمولاً ترکیبات نیتروژن‌دار و فسفردار این خاک‌ها ناچیز است، به‌طوری که نیاز این گیاهان را تأمین نمی‌کند. به همین علت گیاهان گوشت‌خوار برای تأمین بعضی مواد غذایی ضروری به شکار جانوران، خصوصاً حشرات کوچک وابسته‌اند. این گیاهان معمولاً در اکوسیستم‌هایی زندگی می‌کنند که آب و نور خورشید به اندازه کافی وجود دارد و عامل محدود کننده رشد گیاهان محسوب نمی‌شود.

آیا از انواع قدیمی گیاهان‌اند؟

خیر! این گیاهان، جدید و از انواع کاملاً تکامل یافته گیاهان گلدارند. تاکنون حدود ۶۰۰ گونه و زیرگونه از این گیاهان شناسایی شده است، البته بعضی نیز منقرض شده‌اند.

چه جانورانی را شکار می‌کنند؟

گیاهان گوشت‌خوار بیشتر حشره می‌خورند. این حشرات از نوع حشرات پرواز کننده و حشراتی هستند که روی گیاهان می‌خزند. گیاهان گوشت‌خواری که در اطراف یا درون بوم‌سازگان‌های آبی زندگی می‌کنند، لارو حشرات و ماهی‌های بسیار کوچک را شکار می‌کنند. البته مواردی از شکار جانورانی

آمده است. در این مطلب کوتاه دانش‌آموزان با این ویژگی و استثنای در عالم گیاهان آشنا می‌شوند.

در کجا یافت می‌شوند؟

این گیاهان گرچه در سراسر زمین پراکنده‌اند، اما در جاهایی می‌رویند که لایه

متوسطه، اجباری برای دانش‌آموزان علوم تجربی و اختیاری برای رشته‌های دیگر. در این کتاب به دو گیاه دیونه و توپره‌واش، ذیل مبحث برگ اشاره شده است. در واقع آنچه در این کتاب آمده، خلاصه‌ای از مطالب کتاب زیست‌شناسی سال چهارم آموزش متوسطه عمومی است با این تفاوت که برای گیاه

گیاهان گوشت‌خواری که در اطراف یا درون بوم‌سازگان آبی زندگی می‌کنند، لار و حشرات و ماهی‌های بسیار کوچک را شکار می‌کنند

مانند قورباغه، موش و حتی پرندگان در این گیاهان، در ناحیه استوا گزارش شده است؛ گرچه گفته می‌شود که احتمالاً این جانوران بیمار و یا این که در حال مرگ بوده‌اند.

چه ساز و کارهایی برای جذب جانوران دارند؟

گیاهان گوشت‌خوار برای جذب جانوران سازوکارهای متفاوتی دارند. بعضی از خود بوی شیرین پخش می‌کنند و بعضی نیز رنگ‌های درخشان دارند. بعضی با تولید شهد در لبه‌های تله و یا تولید بو جانوران را به خود جذب می‌کنند. تلاش گیاهان گوشت‌خوار در تولید شهد قابل توجه است، زیرا ممکن است حدود ۱۰ درصد از کل بودجه کربن گیاه به این امر اختصاص یابد.

به هر حال مهم‌ترین سازوکار برای شکار طعمه تمایز برگ‌ها در این گیاهان، در جهت ایجاد نوعی تله است. این تله‌ها که برای شکار کردن و گیر انداختن طعمه ساخته شده‌اند در دو دسته فعال و غیرفعال قرار می‌گیرند. با توجه به شکل تله و نحوه عملکرد تله در شکار جانور پنج نوع تله برگ‌ی در این گیاهان معرفی شده است.

۱. کرک‌های چسبنده در سطح برگ که لعاب ترشح می‌کنند. این تله‌ها مانند کاغذ مگس گیر عمل می‌کنند. وقتی حشرات به این کرک‌ها برخورد کنند، دیگر نمی‌توانند از شر آنها خلاص شوند. این نوع تله در گیاه شب‌بنم خورشیدی یا همان دروزرا دیده می‌شود.

۲. تله‌های مکندۀ کیسه مانند. این تله‌های کیسه‌ای برای مکیدن آبزیان به کار می‌روند. این نوع تله در گیاه توپره‌واش دیده می‌شود.

۳. تله‌های قفل شونده. این تله‌ها برگ‌های لولایی شکل هستند که بعد از شکار جانور قفل می‌شوند و راه فرار جانور را

S.leucophylla برگ‌های کوزه‌ای را در بهار و پاییز و برگ‌های غیر کوزه‌ای را در تابستان می‌سازد. زیرگونه *S.rubra* برگ‌های

به‌طور کلی گیاهان گوشت‌خوار در مقایسه با گیاهان دیگر، برگ‌های کم هزینه‌تری می‌سازند، به‌طوری که گلوکز وزن خشک این برگ‌ها حدود ۲۰ درصد کمتر است

می‌بندند. برگ‌های مگس‌گیرونوس یا همان گیاه دیونه از این نوع‌اند.

۴. تله‌های کوزه‌ای. برگ‌های لوله‌شده‌ای هستند که ته آنها با آنزیم‌های گوارشی و یا باکتری‌ها پر شده است. تله‌های ساراسنیا از این نوع‌اند.

۵. تله‌های صید خرچنگی. این تله‌ها کرک‌هایی دارند که جهت‌گیری آن‌ها به سمت پایین است. به این ترتیب طعمه به سمت داخل تله که آنزیم‌های گوارشی دارد، هدایت می‌شود و نمی‌تواند از تله فرار کند. این نوع تله در برگ‌های زیرزمینی گیاه گوشت‌خواری به نام *Genlisea* وجود دارد.

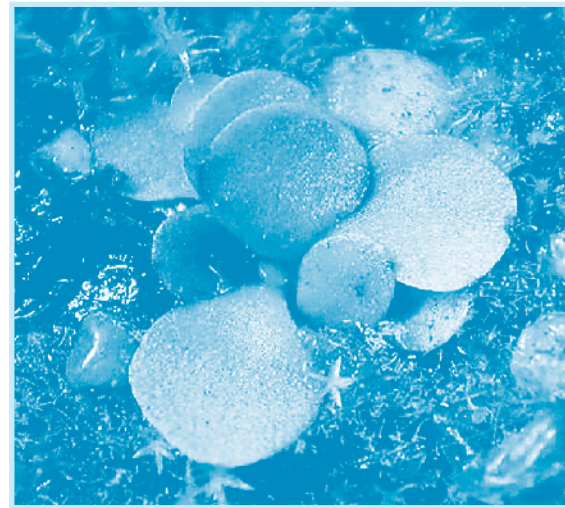
چه زمانی برگ‌های تله می‌سازند؟

گیاه *Triphyophyllum Peltatum* بسته به مواد غذایی که در اختیار دارد، برگ‌های تله می‌سازد، یعنی اگر مواد غذایی کافی در اختیار داشته باشد، تله‌های برگ‌ی نمی‌سازد. بسیاری از گونه‌های ساراسنیا و اندکی از گونه‌های دروزرا نیمه گوشت‌خوارند. گونه‌های *S.flava* و *S. oreophila* برگ‌های کوزه‌ای را در بهار و برگ‌های غیر کوزه‌ای را در تابستان می‌سازند (شکل ۱).

شکل ۱. *Sarracenia flava* در سال فقط یک بار برگ‌های تله‌ای شکل تولید می‌کند. این گیاه در تابستان برگ‌های معمولی غیر کوزه‌ای شکل می‌سازد.

غیر کوزه‌ای را که روی زمین به‌طور خوابیده قرار دارند در بهار و برگ‌های کاملاً کوزه‌ای را در پاییز می‌سازد. نپنتس در صورتی که هوا بسیار گرم یا سرد، خاک بسیار خشک و یا این که به آن مقدار زیادی کود داده شده





شکل ۲. توده‌های برگ‌گی شکل گیاه *Genlisea violacea* تقریباً تنها بخش قابل مشاهده این گیاه است و تله‌های آن زیرزمین قرار دارند.

باشد برگ‌های جدیدی می‌سازد که معمولاً به شکل تله نیستند.

با چه برگ‌هایی فتوسنتز می‌کنند؟
تله‌های برگ‌گی در گونه‌های زیادی از گیاهان گوشت‌خوار در انجام دادن فتوسنتز مشکل دارند و یا این که اصلاً فتوسنتز نمی‌کنند. گیاه نپنتس دم‌برگ‌های بزرگی برای انجام دادن فتوسنتز دارد، زیرا فتوسنتز در برگ‌های کوزه‌ای ناچیز است و یا این که اصلاً انجام نمی‌شود. گیاه آبی توبره‌واش با ساقه‌هایش که بیشتر برگ مانند هستند، فتوسنتز می‌کند. گیاه *Genlisea* توده‌های برگ مانند در بالای خاک می‌سازد که فتوسنتز می‌کنند (شکل ۲). تله‌های ساراسنیا نواحی بزرگ برگ‌گی دارند، اما رو به نور خورشید قرار نمی‌گیرند. برگ‌های دیونه و دروزرا بعد از شکار طعمه، سطح رو به نور خود را کاهش می‌دهند و کاملاً از آن دور می‌شوند. اکثر این سرده‌ها از دم‌برگ‌های بزرگ و یا توده‌های برگ مانند برای فتوسنتز بیشتر استفاده می‌کنند.

آیا ساخت تله پر هزینه است؟
به‌طور کلی گیاهان گوشت‌خوار در مقایسه

با گیاهان دیگر، برگ‌های کم هزینه‌تری می‌سازند، به‌طوری که گلوکز وزن خشک این برگ‌ها حدود ۲۰ درصد کمتر است. اگرچه استثناهایی مانند *Sarracenia Purpurea* نیز وجود دارد. بیشتر گونه‌های ساراسنیا برگ‌هایی دارند که ۳ تا ۶ ماه دوام می‌آورند، در حالی که دوام برگ‌های این نوع ساراسنیا ۱۸ تا ۲۴ ماه است. بنابراین عجیب نیست که این گیاه سرمایه‌گذاری بیشتری در مقایسه با گونه‌های دیگر در تولید این برگ‌ها داشته باشد. شاید تصور کنیم که ساختن تله‌های برگ‌گی پرهزینه است، اما واقعیت چیز دیگری است. لایه‌های سلولی این برگ‌ها کم است،

یافته است.

گیاهان گوشت‌خوار چند دسته‌اند؟

گیاهان گوشت‌خواری که در بوم‌سازگان‌های خشکی زندگی می‌کنند براساس نیازمندی‌های تغذیه‌ای در سه گروه تقسیم می‌شوند.^۲

۱. گونه‌های نیازمند به مواد غذایی. رشد این گیاهان در خاک‌هایی که کود بیشتری دارند و هم‌چنین با تغذیه برگ‌گی (شکار جانوران و جذب کود از طریق برگ) بیشتر است. جذب مواد غذایی از ریشه با تغذیه برگ‌گی در بعضی گونه‌ها تحریک می‌شود که

بیشتر این گیاهان آنزیم‌های گوارشی برای گوارش طعمه را خودشان می‌سازند اما بعضی نیز به آنزیم‌هایی وابسته‌اند که باکتری‌ها تولید می‌کنند

نشان می‌دهد گیاه نمی‌تواند از بعضی مواد غذایی بدون مکمل‌های جذب شده از برگ استفاده کند.

۲. رقابت کننده‌های برگ - ریشه. این گیاهان می‌توانند هم از برگ و هم از ریشه تغذیه کنند، گرچه ممکن است محدودیت‌هایی برای جذب از ریشه‌ها و برگ‌ها نیز باشد. این گیاهان از مواد غذایی برگ‌های پیر نیز استفاده می‌کنند.

۳. گونه‌های گوشت‌خواری که نمی‌توانند از مواد غذایی خاک استفاده کنند. این گونه‌های گوشت‌خوار برای جذب مواد غذایی متکی به برگ‌اند، مانند *Drosera closterostigma*, *Dionaea muscipula*

گوشت‌خواری، انتخاب یا اجبار؟

مقایسه گیاهان گوشت‌خوار در گلخانه و حیات وحش نشان می‌دهد که این گیاهان در حیات وحش وابستگی زیادی به شکار طعمه دارند. اگر این گیاهان نتوانند در حیات وحش شکار کنند با مشکل تولید مثل مواجه می‌شوند. گیاهانی که در گلخانه رشد

وسعت برگ در ناحیه تله زیاد است و در غیر این حالت، کل تله فاقد دستگاه پرهزینه فتوسنتزی است.

سیستم ریشه‌ای در این گیاهان چگونه است؟

تعداد کمی از گیاهان گوشت‌خوار ریشه‌های معمولی دارند. بعضی از آن‌ها ریشه ندارند. در چنین گونه‌هایی ساقه و برگ عملکرد ریشه را انجام می‌دهند. بعضی دیگر ریشه‌های ضعیف و اندک دارند در حالی که ریشه‌ها در بعضی گونه‌ها مانند *Drosera binata* ضخیم و دراز است که با آن‌ها محکم به بستر سنگی یا شنی می‌چسبند و آب را جذب می‌کنند.

گونه‌های مرداب‌زی، سیستم‌های ریشه‌ای دارند که خاص گیاهان مردابی است، گرچه این ریشه‌ها بسیار کوتاه‌تر و با انشعابات کمی کمتر از آن چیزی هستند که در گیاهان مرداب‌زی معمولی مشاهده می‌شود. ساختار این ریشه‌ها برای ماندگاری در خاک بدون اکسیژن و انتقال مقادیر زیاد آب به برگ‌ها و نه برای جذب مواد غذایی، سازش

دانه‌های در حال رویش گیاه کیسه کشیش یک لایه موکوس در اطراف خود دارند که توانایی شکار و گوارش نماتودها، آغازیان و باکتری‌ها را دارد

گوشت‌خواری باشد، زیرا در بیشتر موارد کرک‌های چسبنده بیش از آنکه سازوکاری برای گرفتن طعمه باشند، نوعی سازوکار دفاعی برای مقابله با علف‌خواران‌اند. هم‌چنین در این گونه‌ها هیچ ساختار تخصص یافته‌ای قابل مشاهده یا مشخص، آن‌طور که در گیاهان گوشت‌خوار دیده می‌شود، وجود ندارد. البته یک مثال عجیب و نادر از چنین گیاهانی وجود دارد که ویژگی‌های گوشت‌خواری را حداقل در بعضی مراحل زندگی نشان می‌دهد. دانه‌های در حال رویش گیاه کیسه کشیش یک لایه موکوس در اطراف خود دارند که توانایی شکار و گوارش نماتودها، آغازیان و باکتری‌ها را دارد!

آنزیم‌هایی که دارند، سبب می‌شوند طعمه تجزیه شود و گیاه بتواند مواد غذایی آن را جذب کند. گروهی از گیاهان گوشت‌خوار وجود دارد که برای گوارش طعمه هم به آنزیم‌های خود و هم به آنزیم‌های باکتریایی وابسته‌اند. بعضی گیاهان گوشت‌خوار نیز برای گوارش طعمه از جانوران ریز و حشرات کمک می‌گیرند. مثلاً جانوران ریزی دور و بر گیاهان شب‌نم خورشیدی می‌خزند و حشراتی را که به دام افتاده‌اند، می‌خورند. گیاه نیز از مدفوع این جانوران تغذیه می‌کند.

آیا گیاهان گوشت‌خوار رابطه همزیستی دارند؟

نوعی همزیستی عجیب بین گیاه گوشت‌خوار نپنتس و نوعی خفاش کوچک در برونئی مشاهده شده است. این خفاش کوچک که از کلید خودرو بزرگ‌تر نیست، در طول روز به آرامی درون تله‌های گیاه می‌خوابد. تله‌های کوزه‌ای این گیاه به اندازه‌ای است که دو تا سه خفاش از این نوع می‌توانند به راحتی در آن‌ها آرام گیرند. گیاه مواد غذایی مورد نیاز خود را با گوارش این خفاش‌ها به دست نمی‌آورد. در واقع گیاه حتی مانع از سر خوردن خفاش‌ها به درون مایع گوارشی خود می‌شود و خفاش‌ها نمی‌توانند حشراتی را که به دام افتاده‌اند، بخورند. در عوض گیاه نیتروژن مورد نیاز خود را از مدفوع و ادرار خفاش‌ها به دست می‌آورد.

آیا ویژگی‌های گوشت‌خواری در گیاهان معمولی دیده می‌شود؟

حدود ۳۰۰ گونه گیاه وجود دارد که بعضی ویژگی‌های گوشت‌خواری را نشان می‌دهند. البته همه دانشمندان در این باره توافق ندارند که این ویژگی‌ها نشان دهنده

می‌کنند، زندگی راحت‌تری دارند و بسیاری از گونه‌ها در این وضعیت می‌توانند بدون هیچ شکاری و یا با حداقل شکار به خوبی زندگی کنند.

گیاهان گوشت‌خوار آبی برای ترکیبات نیتروژنی و فسفوری شدیداً به شکار طعمه وابسته‌اند و در عین حال به سطح بالایی از ترکیبات آلی در آب نیاز دارند تا به خوبی رشد کنند.

این گیاهان برای تولید مثل باید شکار کنند و در محیط‌هایی یافت می‌شوند که مقدار ترکیبات نیتروژنی و فسفوری در آب کم است. گیاهان دیگر در چنین آب‌هایی نمی‌توانند زندگی کنند.



شکل ۳. برگ‌های کوزه‌ای شکل *Nepenthes* قبل و بعد از دادن کود. برگ سمت چپ بدون کود (قرمز رنگ)، برگ سمت راست زمانی تولید شده است که به گیاه کود داده‌اند. فقط اندکی کود، سبب شده است تا برگ‌های سبز و از نوع فتوسنتز کننده، تولید شوند.

گیاهان گوشت‌خوار طعمه را چگونه گوارش می‌کنند؟

بیشتر این گیاهان آنزیم‌های گوارشی برای گوارش طعمه را خودشان می‌سازند اما بعضی نیز به آنزیم‌هایی وابسته‌اند که باکتری‌ها تولید می‌کنند. باکتری‌ها با

منابع

۱. زیست‌شناسی سال چهارم آموزش متوسطه عمومی، وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۵۶.
۲. زیست‌شناسی ۱، وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۷۴.
۳. زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۱، وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۷۹.
۴. علوم ششم ابتدایی، وزارت آموزش و پرورش، چاپ اول، ۱۳۹۱.
5. www.ccmr.Cornell.edu/education/ask/index.html?quid=12,4
6. www.wired.Com/wiredsciencel/zoll/01/bat-guano-Plants
7. www.Carnivorousplants.org/cp/carnivory/ Costs.php

پی‌نوشت

۱. این کتاب تا سال ۱۳۷۳ تدریس می‌شد.
2. Adamic 1997

همزیستی
یارقابت؟

ترجمه: محمدرضا خوش بین خوش نظر

اشاره

بسیاری از صفحه‌های کتاب درسی زیست‌شناسی سال چهارم علوم تجربی سرشارند از واژگان و مفاهیم مرتبط با تغییر و تحول گونه‌ها و موجودات زنده. مثلاً، در فصل چهارم که با تغییر و تحول گونه‌ها آغاز می‌شود، به تئوری‌های تکاملی و فعالیت‌های علمی داروین، انتخاب طبیعی و نیز نظریه ترکیبی پرداخته شده است و مثال‌هایی از تغییر گونه‌ها آورده شده است و در فصل پنجم ژنتیک جمعیت و استمرار گوناگونی‌ها در جمعیت‌ها و گونه‌زایی آمده است.

در این دو گفت‌وگو که با دو تن از دانشمندان و پژوهشگران معاصر انجام شده موضوع‌ها و مفاهیم اصلی این صفحه‌ها مورد بحث و گفت‌وگو قرار گرفته‌اند و از دو دیدگاه کاملاً متضاد، موافق و مخالف مطرح شده‌اند. مطالعه این گفت‌وگوها را به معلمان به ویژه معلمان زیست‌شناسی سال چهارم متوسطه توصیه می‌کنیم.

کلیدواژه‌ها: شان کارول، لین مار گولیس، خاستگاه گونه‌ها، انتخاب طبیعی، evodevo، نظریه ترکیبی، نئوداروینیسم، همزیستی‌گری.

ژن موش در چشم مگس



گفت‌وگو با شان کارول

درباره شان کارول

شان کارول^۱ در ۱۷ سپتامبر ۱۹۶۰ متولد شد. کارشناسی خود را از دانشگاه واشنگتن در سنت‌لوئیس و دکتری خود را در زمینه ایمنی‌شناسی از دانشکده پزشکی توفتس^۲ گرفت و دورهٔ پس‌دکتری خود را در دانشگاه کلرادو گذراند. او همچنین دارای دکتری افتخاری علوم از دانشگاه مینوسوتا است. کارول در دانشکدهٔ پزشکی توفتس در بوستون بود که فریفتهٔ مطالعاتی جدید در مورد مگس سرکه شد که جایزهٔ نوبل را برده بود. این مطالعات نشان می‌داد که تغییر یک ژن در دورهٔ رشد و نمو جنینی مگس سرکه می‌تواند شکل بدن حشره را تغییر دهد. مثلاً باعث شود پاها در محل شاخک‌ها ایجاد شوند. کارول این مطالعات را ادامه داد و به همراه همکارانش توانست نحوهٔ ایجاد صفات‌های جدید در جانوران را دریابد و نخستین گام‌ها را به سمت تولید گونه‌های جدید جانوری بردارد و بدین ترتیب شاخه‌ای جدید در علم ایجاد شد که کارول در این مصاحبه به تشریح دقیق آن می‌پردازد. به اعتقاد او، این نظریه به بسیاری از پرسش‌های کلیدی که از زمان چاپ کتاب خاستگاه گونه‌ها در سال ۱۸۵۹ بی پاسخ مانده بودند، پاسخ می‌گوید. کارول هم‌اکنون استاد زیست‌شناسی مولکولی و ژنتیک در دانشگاه ویسکانسین است و در پی آن است که دریابد چگونه جهش در ژن‌های سازندهٔ اندام‌ها می‌تواند منشأ تغییرات تکاملی باشد. کارول همچنین مدتی است که انرژی خود را صرف بیان دستاوردهای علمی خود به عموم کرده است که آن‌ها را در سه مجموعهٔ کتاب که در این مصاحبه به آن‌ها نیز اشاره شده است به چاپ رسانده است. سوای این سه کتاب او همچنین نویسندهٔ چند کتاب درسی نیز است.^۳ از او ۱۰۰ مقالهٔ علمی نیز به چاپ رسیده است.



● از زمانی که چارلز داروین نظریهٔ تکامل خود را در کتاب خاستگاه گونه‌ها معرفی کرد، بیش از ۱۵۰ سال گذشته است. با این حال، به نظر می‌رسد هنوز هم مفهوم تکامل بیش از هر زمانی، موردِ مناظره است. فکر می‌کنید چرا این گونه است؟

- این بیشتر موضوعی فرهنگی است تا علمی. از دیدگاه علمی اطمینان ما به این نظریه سال به سال افزایش یافته است، زیرا شواهد مستقلى را مشاهده می‌کنیم که همگی به یک چیز اشاره دارند. آنچه ما از نهشته‌های فسیلی آموخته‌ایم با نقشهٔ DNA و نیز با علمِ رِویان‌شناسی تأیید شده است. اما برخی عَلم مخالفت را برداشته‌اند و به نظریه‌هایی غیر از آن دل خوش کرده‌اند. در عین حال، امروزه تکیه بر DNA برای محکوم یا تبرئه کردن متهمان جنایی، به امری عادى بدل شده است. ما به علوم DNA برای چیزهایی مثل نَسَب‌شناسی اعتماد می‌کنیم؛ به علوم DNA در طب بالینی برای بررسی احتمال وقوع یک بیماری و یا حتی تشخیص بیماری‌هایی چون سرطان اعتماد می‌کنیم؛ ما در احاطهٔ علوم DNA هستیم و با این حال ظاهراً نمی‌خواهیم این واقعیت‌ها را بپذیریم. اعضای هیئت منصفهٔ دادگاه‌ها، محکومان را بر اساس تفاوت‌های فردی در DNA به مرگ محکوم می‌کنند، ولی نمی‌خواهند با سازوکاری که آن تفاوت‌های فردی را ایجاد کرده است و ابنای بشر را از سایر چیزها متفاوت می‌کند، آشنا شوند. این نوعی بی‌بصیرتی و چشم بستن بر واقعیات است. به گمان من، سرانجام از این مرحله عبور خواهیم کرد. سایر کشورها با DNA به مصالحه رسیده‌اند. من نمی‌دانم ما [منظور کشور ایالات متحده است] چند دهه یا چند قرن بعد به این مرحله خواهیم رسید!

● شما در کتاب تازهٔ خود، جانوران

مثال‌زدنی^۲، به این موضوع پرداخته‌اید که داروین چگونه به نظریهٔ انتخاب طبیعی خود رسید. آیا می‌توانید مختصری از آن را شرح دهید؟

- وقتی داروین دانشجوی کالج بود به جمع‌آوری سوسک‌ها می‌پرداخت. او در پی فرصت‌هایی بیشتر برای جمع‌آوری گونه‌های بیشتر بود، تا اینکه این مجال برای او پیش آمد تا عازم سفری دریایی شود. واقعاً برای او اغوا کننده بود. او می‌توانست به جاهای خیلی دور سفر کند و مناطق استوایی را ببیند، جاهایی که نسبت به انگلستان سرد و مرطوب و دلمرده، طبیعتی بسیار غنی‌تر داشت. البته برای او سخت بود که پدرش را متقاعد کند که به او اجازهٔ چنین سفری را بدهد- او فقط ۲۲ سال داشت- ولی سرانجام توانست. دو منزلگاه در این سفر پنج ساله نقشی اساسی داشتند. نخستین آن، در همان اوایل سفر بود، وقتی که به ساحل آرژانتین رسید و فسیل‌های گونه‌های جانوری مختلفی را از زیر خاک درآورد که برخی از آن‌ها برای علم ناشناخته بودند- مثل فسیل تنبل‌های منقرض شدهٔ بزرگی که در مقایسه با تنبل‌هایی که او در بیشه‌های

در جزایر مشابهی زندگی می‌کنند ولی تفاوت اندکی با هم دارند، پس تنها یک توضیح برای این تفاوت‌ها وجود دارد: آن‌ها در ابتدا یک گونه بوده‌اند که با گذشت زمان و با جدایی از همدیگر، رو به تغییر گذاشتند.

● این دیدگاه شدیداً بدعت‌آمیز و سنت‌شکن تلقی شد، چرا؟

- در آن زمان فکر غالب، خلق اختصاصی^۴ نام داشت: «هر گونه‌ای به‌طور مجزا خلق شده و برای ایفای نقشی خاص، در زمانی خاص روی زمین قرار گرفته است». این فکر راهی به علوم طبیعی نداشت. داروین گفت: خیر، گونه‌ها تغییر پذیرند و گونه‌های جدید، حاصل فرایندی کاملاً طبیعی‌اند که از قوانین طبیعی پیروی می‌کند، به همان ترتیبی که قوانین فیزیک عمل می‌کنند. تکامل، پاسخی بزرگ به این پرسش بزرگ انسانی است که چگونه به اینجا رسیده‌ایم.

● آیا به همین دلیل داروین بیش از ۲۰ سال صبر کرد تا نظریهٔ خود را انتشار دهد؟

- داروین وقتی سوار کشتی شد یک جوان خام ۲۲ ساله بود. وقتی این اندیشه‌ها به ذهن او خطور کرد، تازه به انگلستان رسیده

ما به علوم DNA برای چیزهایی مثل نسب‌شناسی اعتماد می‌کنیم؛ به علوم DNA در طب بالینی برای بررسی احتمال وقوع یک بیماری و یا حتی تشخیص بیماری‌هایی چون سرطان اعتماد می‌کنیم؛ در احاطهٔ علوم DNA هستیم و با این حال ظاهراً نمی‌خواهیم این واقعیت‌ها را بپذیریم

بود و حدوداً ۲۷ سال داشت. او به معنای اندیشه‌هایش پی برده بود، ولی از طرفی تازه داشت در محافل علمی پذیرفته می‌شد. چرا باید خطر می‌کرد؟ هنوز زمان به چالش کشیدن نظریه‌های رایج فرا نرسیده بود. شما باید جای داروین بودید تا می‌فهمیدید چرا او اسرارش را فاش نکرد.

● علاقهٔ خود شما به تکامل از کجا آب می‌خورد؟

- وقتی بچه بودم علاقهٔ عجیبی به

آمریکای جنوبی دیده بود، بسیار بزرگ‌تر بودند. بنابراین، این فکر به ذهن او رسید که موجودات زنده تغییر می‌کنند. داروین سپس به جزایر گالاپاگوس رسید. او برای جمع‌آوری پرندگان- مرغ‌های مقلد و سپس سهره‌ها- از جزیره‌ای به جزیرهٔ دیگر می‌رفت که دریافت در هر جزیره، حتی اگر پرندگان شبیه به هم به نظر می‌رسند، تفاوت اندکی با هم دارند. پس از ترک گالاپاگوس، در مسیر برگشت خود به انگلستان، همچنان به این موضوع فکر می‌کرد. او دریافت که اگر این پرندگان

گورخرها، زرافه‌ها و پلنگ‌ها داشتیم؛ در خانه مار نگهداری می‌کردم و عاشق نقش‌های رنگی‌شان بودم. وقتی بزرگ‌تر شدم، پرسش‌های مهم‌تری به ذهنم رسید- مثلاً اینکه آن نقش‌ها چگونه شکل گرفته‌اند؟ یکی از تماشایی‌ترین صحنه‌های روی زمین، رشد جانوری پیچیده از یک تخمک بارور شده است. هر پدر و مادری همچنان از آن در شگفت‌اند. وقتی من دانشجوی تحصیلات تکمیلی بودم، ما می‌توانستیم آنچه را که رخ می‌دهد مشاهده کنیم، ولی سازو کار آن را درک نمی‌کردیم. چه چیزی باعث می‌شد لب‌ها در جای مناسب قرار گیرند، چشم‌ها در جای خود جای گیرند، دستگاه گردش خون به کار بیفتد و ستون فقرات شکل گیرد؟ این رازی ناگشودنی بود که با درک اینکه تغییرات در حین رشد باعث تفاوت مار از مارمولک و یا گورخر از زرافه می‌شود، حتی دشوارتر می‌شد. درک فرایند رشد سرنخ حل دو مسئله اساسی بود: چگونه یک جانور پیچیده از یک تخمک ایجاد می‌شود و چگونه انواع مختلف موجودات ایجاد می‌شوند؟

● این‌ها دو اندیشه نامتجانس به نظر می‌رسند: رشد جنینی یک نمونه تنها، و تکامل یک گونه کامل؛ این‌ها چه ارتباطی با هم دارند؟

- ابتدا، این دیرین‌شناسان بودند که تکامل را در مقیاس وسیع زمانی فسیل‌ها بررسی کردند. سپس متخصصان ژنتیک وارد صحنه شدند و به مطالعه تفاوت‌های کوچک داخل گونه‌ها بر اساس جهش‌های ژنی پرداختند. آنچه نظریه ترکیبی جدید خوانده می‌شود، ترکیب این دو زمینه بود. نظریه ترکیبی در دهه ۴۰ با این اندیشه سر برآورد که انواع تفاوت‌های ژنتیکی که در جمعیت‌ها مشاهده می‌شوند، وقتی در بازه‌های زمانی طولانی ترکیب و برون‌یابی شوند، می‌توانند تغییرات بزرگی را که در نگاشت‌های فسیلی دیده می‌شود، توضیح دهند. بنابراین، این نظریه ترکیبی جدید در واقع هماهنگ‌سازی این دو زمینه بود. اما این نظریه ترکیبی جدید تکامل

را به طور کامل توضیح نمی‌داد. صرفاً یک نظریه بود. شواهد تجربی کجا بودند؟ نظریه زاده‌های تغییر یافته داروین یک جعبه سیاه بود. شما نمی‌توانستید دقیقاً دریابید که چه نوع تغییراتی به این تفاوت شکل‌ها انجامیده است. اما مطالعه رشد جنینی این امکان را فراهم کرد که سازوکار ایجاد این مخلوقات را به دقت و ارسایی کنیم. ما می‌توانیم آزمون DNA و رشد جنینی آن‌ها را بررسی کنیم و بهر سیم که این تفاوت‌ها از کجا ناشی می‌شوند؟ این به ما داده‌های تجربی مورد نیاز نظریه را می‌دهد. شما لزوماً نمی‌توانید تغییر رخ داده در موجود بالغ را مشاهده

(رقابتی در طبیعت که بین موجودات مختلف رخ می‌دهد) به حد کافی برای شکل دادن به تغییراتی که روی سطح زمین مشاهده کرده‌ایم، توانمند بوده است.

● برای اغلب مردم تصور چنین دوره‌های زمانی عظیمی دشوار است.

- یک قرن پیش، تئوری روزولت رئیس جمهور ایالات متحده بود و مردم به ندرت از خودرو استفاده می‌کردند. این به نظر، زمانی بسیار دور می‌رسد، اما از لحاظ زیست‌شناسی و زمین‌شناسی، لحظه‌ای بسیار کوتاه است. یک میلیون سال، صرفاً بخشی از زمانی

تنها یک توضیح برای این تفاوت‌ها وجود دارد: آن‌ها در ابتدا یک گونه بوده‌اند که با گذشت زمان و با جدایی از همدیگر از همدیگر، رو به تغییر گذاشتند

است که انسان دوبا در طی تحول خود طی کرده است. این معادل زمانی است که طول می‌کشد تا دریاها برآیند و رودخانه‌ها جاری شوند. با تغییر دما، و گسترش جنگل‌ها یا ایجاد بیابان‌ها، جانورانی که در این نواحی زندگی می‌کنند نیز تغییر می‌کنند و خود را با شرایط وفق می‌دهند.

● شما ترکیب دو واژه تکامل و رشد و نمو جنینی را evo devo نامیده‌اید. این واژه دقیقاً به چه معنی است؟

- این عبارت مخفف «evolutionary developmental biology» (زیست‌شناسی تکاملی رشد و نمو) است. شاید منشأ آن گروه موسیقی موج نوی Devo در اوایل دهه ۸۰ نیز باشد. تا پیش از دهه ۸۰ تکامل را به صورت تغییر در طول زمان توصیف می‌کردیم، ولی هیچ درکی از فرایند آن نداشتیم.

● و این همان زمانی است که شما وارد معرکه شدید.

- درست است. من در دانشکده

کنید، ولی می‌توانید دریابید که اگر در نقطه معینی از رشد جنینی، یک نوکلئوتید را در یک ژن تغییر دهید، رنگ جانور تیره‌تر می‌شود. اگر سه باز آلی را در آن تغییر دهید، دست و پاهایش بلندتر می‌شود. این مبنای اساسی تکامل است: تغییرات DNA. با انجام آزمایش با DNA و تصور آن در همه مسیر نردبان، اکنون می‌دانیم که این ترکیب جدید صحیح است.

● شما در جایی گفته‌اید تکامل مانند ربح مرکب^۵ است. منظور تان چیست؟

- تکامل درست مثل یک بازار مالی پررونق، با تغییرات تدریجی افزایش می‌یابد. اگر تغییرات داخل یک گونه سودی در برداشته باشند (حالا هر چقدر آهسته) آنگاه آن شکل، آن صفت، تقویت می‌شود. اگر ایجاد خال روی بال باعث جذابیت بیشتر برای جفت یا فرار حیوان شکارچی شود، آن طرح برتری می‌یابد و آن تغییرات توسعه بیشتر می‌یابند. در طی قرن‌ها، هزارها، و دوره‌های زمانی طولانی‌تر، انتخاب طبیعی

تحصیلات تکمیلی دانشگاه توفتس در بوستون درس می‌خواندم و زمینه تحقیقاتی‌ام ایمنی‌شناسی بود. سوار مترو می‌شدم و به سمینارهایی در سه یا چهار دانشکده مختلف می‌رفتم. انگیزش من از همین جا شروع شد. مدام می‌شنیدم که تکامل به خوبی درک نشده است و شروع به اندیشیدن کردم که: چطور می‌توانم به کنه آن پی ببرم؟ برای آنکه به بینشی از تکامل برسیم، سراغ نوشته‌های بسیار معدودی دربارهٔ ژن‌هایی رفتم که اجزای بدن مگس سرکه را می‌سازند، و از جمله به مطالعه گونه‌های جهش یافته جالبی پرداختم. در این گونه‌ها، جهش یک ژن تنها می‌توانست پاهای در سر و در محل شاخک‌ها قرار دهد. جهش‌های تک‌ژنی دیگر به بال‌های بیشتری می‌انجامید و یا چشم‌ها یا بال‌ها را کاملاً حذف می‌کرد. آن واقعیت که جهش‌های تک‌ژنی می‌توانند به چنین اثرهای چشمگیری بیانجامند، این پرسش را مطرح کرد: آن ژن‌ها چیستند و برای انجام چه منظوری هستند؟ این پرسش، سرخ حل آن موضوع است که این ژن‌ها چگونه اعضای بدن مگس سرکه را تشکیل داده‌اند؟

● شما مگس سرکه را به عنوان دریچه‌ای بر رشد و تکامل یافتید. چگونه به این ارتباط پی بردید؟

- این چیز واضحی نبود، زیرا انتظار نمی‌رفت که مگس‌های سرکه ارتباطی به تکوین جانوران مودار داشته باشند. اما من در سال ۱۹۸۳ آزمایشگاهی را یافتم که در آنجا توانستم این کار را با مت/سکات^۶ از دانشکده کلرادو در بولدر^۷ انجام دهم. همین که ما شروع کردیم، از تحقیق ما و دیگران روشن شد که این ژن‌های سازنده بدن^۸ صرفاً مربوط به مگس‌های سرکه نیستند و در همهٔ جانوران وجود دارند. این واقعاً حیرت‌انگیز بود. فوراً توانستیم آزمایش‌های اساسی‌تری برای درک اینکه تکامل واقعاً چگونه شکل می‌گیرد، ترتیب دهیم.

● بنابراین دانشمندان ژن‌های اصلی یکسانی را در گونه‌های بسیار مختلف دیدند.

- بله. یک کشف تکان دهنده رابطه بین چشم‌های ما و چشم‌های حشرهٔ ساس بود. شما اصلاً به ذهن‌تان خطور نمی‌کند که آن‌ها هیچ چیز مشترکی با ما داشته باشند، درست؟

چشم‌های ساس با ۸۰۰ چشم ساده بر اساس اصول اپتیکی متفاوتی با چشم انسان کار می‌کنند. تقریباً به مدت یک و نیم قرن زیست‌شناسان گمان می‌کردند که چشم‌های ساس از ابتدا به طور مجزایی تکامل یافته‌اند و به گونه‌ای کاملاً متفاوت و در راستهٔ متفاوتی از جانوران ساخته شده‌اند. اکنون کشف کرده‌ایم که چشم‌های ساس از همان

- ما به گونه‌های فراوانی نظر دوخته‌ایم تا شکل نیایی یک مولکول خاص را تعیین کنیم. ما می‌توانیم آن مولکول نیایی را بازسازی کنیم و سپس در پی مراحل بگردیم که باید طی شده باشند تا به شکل‌ها و کارکردهای جدیدی برسند که امروزه می‌بینیم. اگر شما بر این گمان‌اید که تفاوت بین دو گونه ناشی از تغییر ژن‌های خاصی است، می‌توانید آن ژن‌ها را در بین گونه‌ها جابه‌جا کنید. ما صفت به صفت این آزمایش‌ها را انجام می‌دهیم. یک مجموعهٔ آزمایش بسیار مهم در مورد بینایی صورت گرفته است. برای بسیاری از جانوران محدودهٔ طیف رنگی‌ای که در آن

نظریهٔ ترکیبی در دههٔ ۴۰ با این اندیشه سر بر آورد که انواع تفاوت‌های ژنتیکی که در جمعیت‌ها مشاهده می‌شوند، وقتی در بازه‌های زمانی طولانی ترکیب و برون‌یابی شوند، می‌توانند تغییرات بزرگی را که در نگاشت‌های فسیلی دیده می‌شود، توضیح دهند

بهترین دید را دارند متفاوت است، زیرا این به چگونگی سازگار شدن آن‌ها با محیط اطرافشان بستگی دارد- اینکه آیا آن‌ها در آب‌های عمیق زندگی می‌کنند یا در غارها، اینکه آیا آن‌ها عمدتاً در شب بیرون می‌روند یا در روز، یا اینکه آن‌ها سعی می‌کنند طرح‌های فرابنفش را از گل‌ها به دست می‌آورند یا از شکار. بینایی نقش بسیار مهمی در کمک به زندگی جانوران بازی می‌کند، و چون جانوران در زیستگاه‌های بسیار متفاوتی زندگی می‌کنند، دیدن نقش بسیار زیادی در زندگی آن‌ها دارد.

آزمایش‌هایی که این تغییرات را بررسی می‌کنند در آزمایشگاه قابل انجام‌اند. می‌توان ژن‌ها را معاوضه کرد و آن گروه از پروتئین‌های شبکه‌ای را که نور را آشکار می‌کنند، تغییر داد. آنگاه می‌توان پیش‌بینی‌های واضحی در این باره کرد که هر تغییر معینی به چه معنی است و سپس این چیزها را می‌توان به طور آزمایشگاهی واری‌کرد. مثلاً در آزمایشگاه ژن‌دیرنگی به موش‌ها اضافی داده شد و

ژنی که چشم‌های انسان را می‌سازد ساخته می‌شوند، گر چه آن‌ها در طی ۵۰۰ میلیون سال به گونه‌ای مجزا تکامل یافته‌اند. وقتی این ژن را از موش جدا کردیم، که همان ژنی است که در انسان هم می‌یابیم، کمی آن را دستکاری کردیم و آن را در مگس قرار دادیم، و توانستیم بافت چشمی مگس را ایجاد کنیم. گروه ما نشان داد که ژن مشترک یکسانی برای ساختن لب‌ها در انسان و مگس‌های سرکه نقش اساسی بازی می‌کنند. نتیجه اینکه این ژن برای ساختن هر چیز غیر واقعی‌ای روی بدن نقش اساسی دارد؛ شاخک، پاها، شاخ و هر چیز دیگر. این نوع آزمایش‌ها پیش فرض‌های ما را در هم ریختند و باعث شدند به شیوه‌ای دیگر ببانددیشیم. در زیر این تنوع بی حد و حصر گونه‌ها، مجموعهٔ ژن‌های اصلی مشترک و یکسانی وجود دارند.

● به وضوح ما وارد عصر داروینیسیم تجربی شده‌ایم. این تجربه‌ها مشخصاً به چه می‌مانند؟

نشان داده شد که پروتئینی که توسط آن ژن ساخته می‌شود با افزایش توانایی دید نور با طول موج بلندتر بر دامنه دید می‌افزاید، بی‌آنکه هیچ تغییر دیگری در مغز ایجاد شده باشد.

● آیا می‌توانیم این کشف‌ها را برای انسان‌ها نیز به کار بندیم؟

– اکنون می‌دانیم تفاوت ژنوم انسان با ژنوم شامپانزه فقط در حدود ۱ درصد است. با وجود این، جسم و مغز ما بسیار متفاوت است. چطور ممکن است ما این قدر متفاوت باشیم در حالی که بسیاری از ژن‌هایمان یکسان است؟ ما چگونه به چنین مهارت‌های ذهنی و عملی‌ای رسیده‌ایم؟ چطور می‌توانیم روی دو پا راه برویم؟ چطور می‌توانیم چنین مصاحبه‌ای را ترتیب دهیم؟ چگونه به اندیشه‌های بزرگ رسیدیم؟ evo devo ابزارهای لازم برای کشف این راز را در اختیارمان گذاشته است: ژن‌های یکسانی ساخته می‌شوند و سپس در مسیری متفاوت به کار می‌روند. چیزی کمی زودتر یا در مکانی دیگر یا کمی دیرتر ظاهر می‌شود. این‌ها ابعاد زمانی و فضایی تحول هستند. همچون رقص آرای می‌ماند. رقصنده‌ها یکی هستند، ولی نوع رقص بسته به راهنمایی‌های مختلفی که به رقصنده‌ها می‌شود، متفاوت است.

● شما در کتاب تان «شکل‌های بی‌پایان زیباترین‌اند»^۱ به انفجار کامبرین اشاره داشته‌اید، زمانی که در آن انواع بسیاری از موجودات زنده تقریباً همزمان ظاهر شدند. منتقدان اغلب به این نوع تغییر ناگهانی اشاره می‌کنند. آیا این تغییر سریع در تناقض با این مدعا نیست که تکامل به آرامی و در بستری طولانی از زمان رخ داده است؟

– تا پیش از حدود ۵۴۳ میلیون سال

یک کشف تکان دهنده رابطه بین چشم‌های ما و چشم‌های حشره ساس بود. شما اصلاً به ذهن تان خطور نمی‌کند که آن‌ها هیچ چیز مشترکی با ما داشته باشند

پیش، موجوداتی مثل ستاره دریایی یا جانوران اسفنجی وجود داشتند، اما جانوران دارای تقارن دو طرفی^{۱۰} مثل کرم‌ها یا تری‌لوبیت‌ها وجود نداشتند. سپس در انفجار کامبرین، جانوران بزرگ و پیچیده‌ای سر برآوردند. این جانوران بخش‌های بزرگی از دنیای جانورانی را تشکیل می‌دهند که امروزه وجود دارند. نگاشت‌های فسیلی نشان می‌دهند که انفجار کامبرین ناگهانی بوده است، ولی خبر جالب از evo devo این است

ما به گونه‌های فراوانی نظر دوخته‌ایم تا شکل نیایی یک مولکول خاص را تعیین کنیم. ما می‌توانیم آن مولکول نیایی را بازسازی کنیم و سپس در پی مراحل بگردیم که باید طی شده باشند تا به شکل‌ها و کارکردهای جدیدی برسند که امروزه می‌بینیم

محیط مانند در پوش بطری نوشابه است. در پوش را که برداریم، می‌بینیم محتویات بطری فوران می‌کنند.

● شما در کتاب آفرینش شایسته‌ترین‌ها^{۱۱} بیان داشته‌اید که هر گونه دارای ژن‌هایی بلا استفاده است.

– آن‌ها ژن‌های باقی مانده‌ای هستند که دیگر استفاده نمی‌شوند، و اصالت ژنتیک آن‌ها رو به زوال نهاده است. یکی از موضوع‌های مورد علاقه من مربوط به ماهی‌های یخی جزیره بووت^{۱۲} است. این ماهی‌ها در آب‌های سرد قطب جنوب زندگی

که همه ژن‌ها برای ساختن کالبد جانوران بزرگ و پیچیده از قبل از پیدایش آن‌ها موجود بوده است. بسیاری از ژن‌های لازم برای خلق این پیچیدگی باورنکردنی از پیش موجود بوده‌اند. این ژن‌ها بیشتر در جانوران ساده‌تر ایجاد شده بودند، ولی وظایف کمتری داشتند. پیچیدگی حاصل، ناشی از استفاده بیشتر از این ژن‌ها بود، به جای اینکه بیشتر آن‌ها ابداع شوند.

● این باعث می‌شود حیرت کنیم که امروزه چه پتانسیلی برای انفجار وجود دارد.

می‌کنند. این ماهی تنها مهره‌دار بدون گویچه سرخ خون برای انتقال اکسیژن و تغذیه بافت‌هاست. اگر شما به ژن‌های مربوط به هموگلوبین - پروتئین‌های حامل انرژی در گویچه سرخ - آن‌ها نگاه کنید، در می‌یابید یکی از این ژن‌ها کاملاً از بین رفته و دیگری رو به زوال گذاشته است. از اینجا درمی‌یابیم که نیای این ماهی‌ها گویچه سرخ داشته است. توضیح این مطلب، اکولوژیک است. ماهی‌های یخی در آب‌های بسیار سرد زندگی می‌کنند و دور از ذهن نیست که گویچه‌های سرخ خون در چنین آب سردی واقعاً به سختی به درون مویرگ‌های اطراف پمپ شوند. این ماهی، به جای گویچه‌های سرخ، دستگاه تنفسی بزرگ‌تر و پوست تقریباً بدون پولک دارد. بنابراین، ماهی یخی اکسیژن مورد نیاز خود را مستقیماً از آب اطراف خود کسب می‌کند. این ماهی‌ها از نوع زندگی‌ای که مهره‌داران به مدت ۵۰۰ میلیون سال از آن طریق تغذیه می‌کرده‌اند، دست کشیده‌اند. انسان، در حدود ۸۰۰ ژن از کار افتاده دارد که از میلیون‌ها سال پیش به یادگار باقی مانده‌اند. چه کسی می‌داند، شاید این ژن‌های از کار افتاده ۱۰۰۰ سال بعد به کارمان آید، اما راهی برای محافظت از آن‌ها وجود ندارد.

● اما بر عکس، شما گفته‌اید که برخی از ژن‌ها فناپذیرند!

- تاریخ این ژن‌ها به مبدأ حیات روی زمین می‌رسد، و وجود آن‌ها چنان الزامی است که بیش از ۳ میلیارد سال است که حفظ شده‌اند. آن‌ها در رمزگشایی دستگاه ژنتیک که در همه موجودات زنده مشترک است، نقش بسیار بنیادی دارند. بدون این ژن‌ها نمی‌توانیم اطلاعات ژنتیک خود را بیان و پروتئین‌های لازم را برای حیات تولید کنیم.

● شما انبوهی از شواهد انکارناپذیر

خبر جالب از evo devo این است که همه ژن‌ها برای ساختن کالبد جانوران بزرگ و پیچیده از قبل از پیدایش آن‌ها موجود بوده است. بسیاری از ژن‌های لازم برای خلق این پیچیدگی باورنکردنی از پیش موجود بوده‌اند

را ارائه کرده‌اید، و با وجود این به نظر می‌رسد مخالفان آن‌ها را به کل رد می‌کنند. پاسخ شما چیست؟

- پاسخ من چه چیزی جز پوزخند می‌تواند باشد؟ زیرا نظر آن‌ها غیر مستدل، غیرعقلانی، و تا دنیا دنیاست بر خلاف قوانین طبیعی به شمار می‌رود؛ اما بعضی‌ها دوست دارند دست از آن‌ها برندارند.

● آیا هیچ راهی وجود دارد که بتوانیم مردم را به پذیرش اندیشه تغییر در موجودات زنده ترغیب کنیم؟

- مطمئناً، تغییر را به صورت یک مبحث اصلی در علوم از سال‌های اول آموزش دهیم؛ بگوییم که عالم تغییر می‌کند، زمین تغییر می‌کند، و حیات هم با تغییر زمین تغییر می‌کند.

● به نظر شما زیست‌شناسی تکاملی در آینده راه به کجا خواهد برد؟

- ما هم اکنون در دومین دوران زرین به سر می‌بریم. ما همچون داروین در حال جمع‌آوری گونه‌های مختلف جانوران یا انتقال آن‌ها به موزه نیستیم؛ بلکه در حال جمع‌آوری دستورالعمل‌های ژنتیک برای موجودات زنده روی زمین و در پی آن هستیم که دریابیم آن‌ها چگونه چنین شدند. ما در حال واریسی دقیق مفهوم تکامل و حتی بررسی موجودات منقرض شده‌ای مثل ماموت‌های پشمار و انسان‌های نئاندرتال هستیم و در پی آن‌یم که دریابیم چرا آن‌ها شبیه فیل‌ها یا انسان‌ها و یا متفاوت با آن‌ها هستند.

سومین دوران زرین هنگامی سر بر

خواهد آورد که حیات فرازمینی را درک کنیم. حیات چند بار به وجود آمده و چند خاستگاه برای آن وجود داشته است؟ آیا حیات از سیاره‌ای به سیاره دیگر منتقل شده است؟ آیا شیمی حیات فرازمینی با شیمی حیات زمینی متفاوت است؟ این کاری دشوار خواهد بود، ولی نگاه ما باید رو به جلو باشد. یافتن حیات در جایی دیگر از عالم به چنان انقلاب علمی عظیمی خواهد انجامید که تاکنون همتای آن را نداشته‌ایم.

پی‌نوشت‌ها

1. Seam Carroll
2. Tufts
3. Remarkable Creatures
4. Special Creation
5. Compounding interest
6. Matt Scott
7. Boulder
8. body - building
9. Endless forms Most Beantitul
10. bilateral
11. The Making of the Fittest
12. Bouvet

*

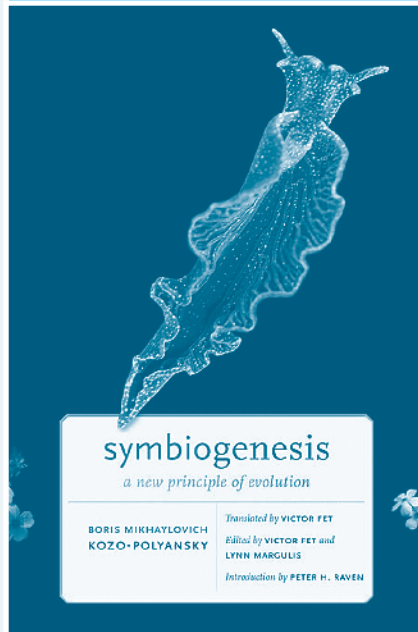
1. Into the Jungle: Great Adventures in search for Evolution (2008, Pearson, Bengamin)
2. From DNA to Diversity: Molecular Genetics and the Evolution of Animal Design (2nd ed, 2005, Blackwel Scientific)
3. Introduction to Gentetic Analysis (9ed, 2007, W.H. Freeman)

منبع

Discover, March 2009, Published on-line February 19, 2009.

سنت شکنی در تکامل

گفت و گو با لین مارگولیس



درباره لین مارگولیس

لین مارگولیس^۱ (متولد ۵ مارس ۱۹۳۸) زیست‌شناس تکاملی و تا زمان مرگ، استاد دانشگاه امهرست^۲ در ماساچوست بود. او در ۱۴ سالگی وارد دانشگاه شیکاگو شد و سپس کارشناسی ارشد خود را در سال ۱۹۶۰ از دانشگاه ویسکانسین در مدیسون و دکتری خود را در ۱۹۶۳ از دانشگاه برکلی کالیفرنیا گرفت. در سال ۱۹۶۶، هنگامی که یکی اعضای هیئت علمی جوان دانشکده زیست‌شناسی دانشگاه بوستون بود، مقاله‌ای تحت عنوان «خاستگاه میتوز در سلول‌های یوکاریوتی» نوشت که ۱۵ مجله علمی آن را پی در پی رد کردند، ولی سرانجام آن را در ژورنال زیست‌شناسی نظری به چاپ رساند. این مقاله هم اکنون یکی از مشهورترین مقالات علمی جهان در زمینه زیست‌شناسی محسوب می‌شود و در آن نظریه مشهور همزیستی‌گری خود را که در واقع ادامه کار دانشمندان روسی است، تشریح می‌کند. او پس از آن کتابی در تشریح بیشتر این نظریه با همان عنوان نام مقاله‌اش در سال ۱۹۷۰ به چاپ رساند و مقالات متعددی نیز در همین راستا از او به چاپ رسیده است. همچنان که در این مصاحبه به تفصیل اشاره شده است، این نظریه در تضاد با نظریات نئوداروینیست‌هایی همچون شان کارول است و از آنجا که نظریه غالب در زیست‌شناسی تکاملی، نظریه‌های رایج نئوداروینیست‌هاست، از او به عنوان یک ستیزه‌جو در محافل علمی یاد می‌شود. مارگولیس که همسر کارل ساگان مشهور - نویسنده کتاب‌های علمی - تخیلی - بوده است در ۲۲ نوامبر ۲۰۱۱ به طور کاملاً ناگهانی در گذشت.

● بسیاری از دانشمندان بر این باورند که نظریه تکامل جای هیچ‌چون و چرایی ندارد. چرا شما مخالف‌اید؟

- همه دانشمندان معتقدند که تکامل رخ داده است، همه حیات ما برآمده از نیای مشترکی است، انقراض‌هایی صورت گرفته است، و تاکسون‌های زیستی تازه‌ای سربرآورده‌اند. اما پرسش این است که آیا انتخاب طبیعی برای توضیح تکامل کافی است؟ آیا این انتخاب طبیعی است که تکامل را به جریان می‌اندازد؟

● و شما قبول ندارید که انتخاب طبیعی پاسخ باشد؟

- این بحثی است که من با نئوداروینیست‌ها دارم: آن‌ها می‌گویند هر چیز تازه‌ای ناشی از مجموعه‌ای از جهش‌های تصادفی در DNA، در مسیری است که توسط انتخاب طبیعی تعیین می‌شود. مثلاً اگر شما تخم مرغ‌های بزرگی می‌خواهید، مدام مرغ‌هایی را انتخاب می‌کنید که تخم‌مرغ‌های بزرگ‌تری می‌گذارند و بدین ترتیب شما به تخم مرغ‌های بزرگ‌تر و بزرگ‌تری می‌رسید. اما شما به مرغ‌هایی با بال و پر معیوب و پاهای لرزان نیز می‌رسید. انتخاب طبیعی صفات را حذف و شاید حفظ کند، اما خلق نمی‌کند.

● این ایرادی نسبتاً اساسی به نظر می‌رسد. پس چگونه است که نئوداروینیست‌ها این چنین در پشت مواضع خود سنگر گرفته‌اند؟

- در نیمه نخست قرن بیستم، نئوداروینیسم نامی برای کسانی شد که تکامل تدریجی توصیف شده توسط چارلز داروین را با قواعد توارث گریگور مندل که طبق آن ویژگی‌های معینی از یک نسل به نسل دیگر منتقل می‌شود، آشتی دادند. مسئله این بود که قوانین ژنتیک حاکی از عدم تغییر بود. اگر شما گل‌های قرمز خالص و گل‌های سفید خالص، مثل میخک‌های صد پیر را آمیزش دهید به گل‌هایی صورتی می‌رسید. می‌توانید آن‌ها را تبار آمیزی^۲ کنید

و به سه چهارم گل قرمز و یک چهارم گل سفید برسید. مندل نشان داد که گل‌های والد و گل‌های اخلاف آن‌ها مشابه یکدیگرند و هیچ تغییری در طول زمان وجود ندارد.

شکی نیست که مندل راست می‌گفت. ولی داروینسم می‌گوید در طول زمان تغییر رخ داده است، زیرا همه حیات از نیای مشترکی نشأت می‌گیرد. این فکر ظاهراً هنگامی به تأیید رسید که در اوایل قرن بیستم دانشمندان دریافته‌اند که پرتوهای X و برخی

مواد شیمیایی می‌توانند موجب جهش‌های ژنتیک شوند. اما آیا نئوداروینیست‌ها هیچ وقت از سنگرهای خود بیرون آمدند؟ آیا آن‌ها یا پیروان مدرن آن‌ها - متخصصان ژنتیک جمعیت - هیچ وقت به آن طریقی که داروین به طبیعت می‌نگریست، نگاه کرده‌اند؟ داروین یک طبیعت‌گرای درجه یک بود. اگر شما واقعاً بخواهید تکامل را بررسی کنید، باید گاه‌گذاری بیرون بروید، زیرا آن موقع است که همزیستی‌ها را در همه جا خواهید یافت!

● پس آیا مندل چیزی را از قلم انداخته بود؟ آیا داروین به خطا رفته بود؟

- حرف من این است که افکار هر دو ناقص بود. آن صفاتی که از قوانین مندل تبعیت می‌کنند، چندتایی بیشتر نیستند. آیا شما روی پیشانی‌تان خط موی نوک‌دار^۴ دارید یا یک خط موی مستقیم؟ آیا شما لاله‌های گوش آزاد دارید یا لاله‌های گوش چسبیده؟ آیا شما زن هستید یا مرد؟ مندل هفت صفت اختصاصی را یافت که دقیقاً از قوانین او پیروی می‌کردند.

اما نئوداروینیست‌ها می‌گویند گونه‌های جدید بر اثر جهش‌های ژنتیک و تصحیح موجودات زنده ظاهر می‌شوند. سال‌ها در کله من فرو کرده بودند که این تجمع جهش‌های تصادفی است که به تغییری حاصل از تکامل

و گونه‌های جدید می‌انجامد. من به آن ایمان داشتم، تا اینکه به جست‌وجوی شواهدی گشتم

.....
نئوداروینیست‌ها می‌گویند گونه‌های جدید بر اثر جهش‌های ژنتیک و تصحیح موجودات زنده ظاهر می‌شوند. سال‌ها در کله من فرو کرده بودند که این تجمع جهش‌های تصادفی است که به تغییری حاصل از تکامل و گونه‌های جدید می‌انجامد. من به آن ایمان داشتم، تا اینکه به جست‌وجوی شواهدی گشتم

● چه نوع شواهدی شما را مخالف نئوداروینیست‌ها کرد؟

- آنچه شما می‌خواهید، یافتن شواهد مناسبی برای تغییر تدریجی از یک گونه به گونه دیگر در محیط اطراف، در آزمایشگاه یا در نهشته‌های فسیلی - و ترجیحاً در هر سه - است. معمای بزرگ برای داروین این بود که چرا تا پیش از یک نقطه زمانی مشخص [تا ۵۴۲ میلیون سال پیش] هیچ نهشته‌ای وجود ندارد و سپس ناگهان در نهشته‌های فسیلی به تقریباً همه انواع اصلی جانوران رسیدیم. دو دیرین‌شناس به نام‌های نیلز/درج^۵ و استفان جی گولد^۶ دریاچه‌هایی را در شرق آفریقا و در جزایر کاریب در جست‌وجوی

.....
پرنده‌گان با منقار بزرگ رو به انقراض گذاشتند، و پرنده‌گان با منقار کوچک در سطح جزیره گسترش یافتند که این گسترش به دلیل نوع دانه‌هایی بود که آن‌ها می‌خوردند. آن‌ها با گذشت زمان متوجه تغییرات زیادی در میان یک گونه شدند. ولی آن‌ها هرگز گونه جدیدی را نیافتند

تغییرات تدریجی داروینی از یک گونه تریلوبیت یا گونه‌ای از حلزون به گونه‌هایی دیگر بررسی کردند. آنچه آن‌ها دریافته‌اند، تعداد زیادی تغییر به عقب و جلو در جمعیت‌ها و سپس - ناگهان - گونه‌هایی کاملاً جدید بود. هیچ تدریجی در نهشته‌ها یافت نشد.

● گولد از عبارت «تبادل منقطع»^۷ برای توصیف آنچه او از آن به عنوان جهش‌های واقعی در تغییر تکاملی یاد می‌کند، استفاده کرد. بیشتر زیست‌شناسان، با پیشنهاد اینکه باید همچنان شواهد فسیلی بیشتری بیابیم، با نظر گولد مخالفت کردند. شما در کجای این منازعه ایستاده‌اید؟

- «تبادل منقطع» برای توصیف ناپیوستگی در ظهور گونه‌های جدید ابداع شد و همزیستی‌گری^۸ در تأیید این اندیشه است که این ناپیوستگی‌ها واقعی هستند. یک مثال: بیشتر کلام‌ها^۹ در آب‌های عمیق و نسبتاً تاریک زندگی می‌کنند. در میان گروهی از این حلزون‌ها گونه‌ای وجود دارد که نیای آن‌ها جلبک‌ها را می‌بلعید، ولی نمی‌توانست هضم کند، بلکه آن‌ها را در زیر صدف‌های خود نگه می‌داشت. این صدف‌ها با گذشت زمان شفاف شدند، طوری که نور خورشید توانست به درون آن‌ها نفوذ کند. حلزون‌ها به جلبک‌ها تغذیه رسانی کردند و بدین ترتیب محل سکونت آن‌ها به آب‌های مشرف به نور خورشید کشیده شد. بنابراین یک ناپیوستگی میان نیای جمع کننده غذا که ساکن فضایی تاریک بودند و اخلاف آن‌ها که از طریق فتوسنتز تغذیه می‌کنند، وجود دارد.

● نظرتان راجع به مطالعات موسوم به «منقار سهره‌ها»^{۱۰} که در دهه ۷۰ درباره نظریه تکامل داروین صورت گرفت، چیست؟ آیا آن مطالعات نظریه داروین را تأیید نکردند؟

- پیتر و رزماری گران^{۱۱} که یک زوج زیست‌شناس تکاملی بودند گفتند: «گوربای این نظریه؛ ما می‌خواهیم برویم آنجا و گونه‌های موجود را بررسی کنیم» آن‌ها تخم‌ها، منقارها، و سایر چیزهای دیگر سهره‌ها را در جزیره دافنه^{۱۲}، یک جزیره کوچک تپه‌ای واقع در گالاپاگوس اکوادور،

سال به سال اندازه‌گیری کردند و دریافتند که در زمان سیل یا در زمان‌های دیگری که دانه‌های بزرگ یافت نمی‌شوند، پرندگان با منقارهای بزرگ نمی‌توانند غذا بخورند، در نتیجه بر اثر گرسنگی می‌میرند و نسل‌شان در جزیره رو به انقراض می‌گذارد.

● آیا آن‌ها شواهدی از ظهور گونه‌های جدید ارائه دادند؟

- آن‌ها متوجه یک تغییر بزرگ شدند: پرندگان با منقار بزرگ رو به انقراض گذاشتند، و پرندگان با منقار کوچک در سطح جزیره گسترش یافتند که این گسترش به دلیل نوع دانه‌هایی بود که آن‌ها می‌خوردند. آن‌ها با گذشت زمان متوجه تغییرات زیادی در میان یک گونه شدند. ولی هرگز گونه جدیدی را نیافتند. آن‌ها گفتند که اگر به حد کافی وقت می‌گذاشتند، گونه‌های جدیدی را می‌یافتند.

● به نظر می‌رسد برخی از نقدهای شما بر انتخاب طبیعی خیلی شبیه نقدهای مایکل بیهی^{۱۲}، یکی از مشهورترین طرفداران نظریه «طراحی هوشمند»^{۱۳} باشد، با این حال شما با هم منازعاتی نیز داشته‌اید. چه تفاوتی میان دیدگاه‌های شما وجود دارد؟

- منتقدان، از جمله منتقدان باورمند به خلق اختصاصی، انتقادات به جایی دارند. موضوع این است که آن‌ها به جز طراحی هوشمند پیشنهاد دیگری ندارند. آن‌ها اندیشه جانشینی ندارند که علمی باشد.

● شما ادعا می‌کنید که سازوکار اصلی تکامل جهش‌های ژنتیک نیستند، بلکه همزیستی‌گری است که در آن گونه‌های جدید از طریق رابطه همزیستی بین دو یا چند

نوع موجود زنده به وجود می‌آیند. نحوه آن چگونه است؟

- بی‌هیچ استثنایی، همه موجودات زنده قابل مشاهده حاصل همزیستی‌گری هستند و باکتری‌ها، کوچک‌ترین جزء آن‌اند. به نظر

من، کل جهان هستی مثل یک نقاشی پوئن تیلیستی^{۱۴} (نقطه-نقطه‌ای) است. وقتی از آن فاصله بگیرید، هم‌چون نقاشی مشهور ژرژسارت^{۱۵} از مردم داخل پارک، خود را جلوه می‌دهد. از فاصله‌ای نزدیک، نقطه‌ها دیده

● وقتی که نه جانوری بود، نه گیاهی و نه قارچی. همه جهان باکتریایی بود- باکتری‌هایی که با یافتن جایی راحت و مناسب، خیلی قابل شده بودند. همزیستی‌گری نشان می‌دهد که هر موجود زنده قابل مشاهده ترکیب یا اجتماعی از باکتری‌هاست

می‌شوند که اجسام زنده‌ای - توزیع‌های مختلفی از باکتری‌ها- هستند. جهان زنده خیلی پیش از موجودات هسته‌دار (یاخته‌های یوکاریوتی) وجود داشته است. وقتی که نه جانوری بود، نه گیاهی و نه قارچی. همه جهان باکتریایی بود- باکتری‌هایی که با یافتن جایی راحت و مناسب، خیلی قابل شده بودند. همزیستی‌گری نشان می‌دهد که هر موجود زنده قابل مشاهده، ترکیب یا اجتماعی از باکتری‌هاست.

● چگونه اجتماع باکتری‌ها توانست سطح‌های زندگی کاملاً جدید و پیچیده‌تری را شکل دهد؟

- همزیستی‌گری نشان می‌دهد که میتوکندری‌ها در جانوران، گیاهان، و

● همزیستی‌گری یک پدیده اکولوژیک است که در آن نوعی موجود زنده در تماس با موجودی دیگر زندگی می‌کند. همزیستی‌گری طولانی به ساختارهای بین سلولی جدید، اندام‌ها و دستگاه‌های جدید، و گونه‌ای جدید از الحاق گونه‌های دیگری می‌انجامد که پیش از آن در چیز دیگری مناسب بودند

یاخته‌های قارچی حاصل باکتری‌هایی است که اکسیژن مصرف می‌کنند و کلروپلاست گیاهان و جلبک‌ها- که موجب فتوسنتز می‌شود- حاصل سیانوباکتری‌هاست. این‌ها که قبلاً جلبک‌های سبز آبی خوانده می‌شدند،

اکسیژن را برای تنفس همه جانوران مهیا کردند.

● آیامی‌خواهید بگوئید باکتری‌های آزاد، بخشی از یاخته‌های موجودات دیگر شدند؟ چگونه ممکن است چنین اتفاقی رخ داده باشد؟

- در مرحله‌ای خاص، یک آمیب یک باکتری را بلعید ولی نتوانست آن را هضم کند. این باکتری به تولید اکسیژن پرداخت یا ویتامین‌ها را ساخت و بدین ترتیب موجب بقای هردو، یعنی هم خود باکتری و هم آمیب شد. سرانجام باکتری‌های داخل آمیب

تبدیل به میتوکندری شدند. نقطه‌های سبزی که شما در یاخته‌های گیاهان می‌بینید در ابتدا به صورت سیانوباکتری بودند. این بدون هیچ شک و شبهه‌ای اثبات شده است.

● و این نوع مشارکت موجب تغییر تکاملی اصلی شد؟

- نکته این است که تکامل با جهش‌های بزرگ رخ می‌دهد. این اندیشه، جهش کلان^{۱۶} خوانده می‌شود، و بیان آن در سال ۱۹۶۷ در هاروارد لکه ننگی برای من شد. کیت پورتر^{۱۷} که استاد عالی مقامی در هاروارد بود با استهزا از من پرسید: «شما واقعاً به جهش کلان معتقدید؟ شما به صفات اکتسابی اعتقاد دارید؟!» نه، من به ژنوم‌های اکتسابی اعتقاد دارم.

● آیا می‌شود مثالی از همزیستی‌گری در عمل بدهید؟

- به این جلد مجله فیزیولوژی گیاهی‌نگاه کنید. این عکس یک لیسه نابالغ است. لیسه هیچ تبار فتوسنتزی‌ای ندارد. بنابراین از جلبک‌ها تغذیه می‌کند و کلروپلاست‌های آن‌ها را می‌گیرد. این عکسی است که دو هفته بعد، از همان جانور گرفته شده است. حالا کاملاً سبز است. جانور کلروپلاست‌های جلبک را گرفته و کاملاً فتوسنتزی شده است و اکنون در زیر نور خورشید دراز کشیده است. در پایان سپتامبر، این لیسه‌ها قرمز و زرد و

شبیه برگ‌های خزان زده می‌شوند. وقتی تخم می‌گذارند، تخم آن‌ها حاوی ژنی برای فتوسنتز در داخل آن است. یا به گاو نگاه کنید. گاو یک مخزن تخمیر ۴۰ گالونی چهار پاست. نمی‌تواند علف‌ها را هضم کند و به موجودات همزیستی گری در سیرابی بسیار بزرگش نیاز دارد تا بتواند علف‌ها را هضم کند. بخشی از تفاوت میان گاوها و گونه‌های مشابه آن‌ها نظیر بیرون‌ها یا گاوهای عنبر^{۱۸} را باید در همزیست‌گرهای متفاوتی که دارند، جست‌وجو کرد.

● اما اگر این مشارکت‌های همزیستی گر این قدر پدیدارند، چگونه می‌توانند موجب تغییر تکاملی شوند؟

همزیستی گری یک پدیده اکولوژیک است که در آن نوعی موجود زنده در تماس با موجودی دیگر زندگی می‌کند. همزیستی گری طولانی به ساختارهای بین سلولی جدید، اندام‌ها و دستگاه‌های جدید، و گونه‌های جدید از الحاق گونه‌های دیگری می‌انجامد که پیش از آن در چیز دیگری مناسب بودند.

این اسلوب اصلی بدعت تکاملی از چشم کسانی که اصطلاحاً زیست‌شناسان تکاملی خوانده می‌شوند، مغفول مانده است. آن‌ها فکر می‌کنند متخصص تکامل هستند، در حالی که صرفاً جانورشناسان انسان‌مداری هستند. آن‌ها فقط دارند با یک کارت از

پنج کارت بازی می‌کنند. از پنج کارت باکتری‌ها، آغازیان، قارچ‌ها، جانوران، و گیاهان، آن‌ها فقط با جانوران، یعنی پنج‌مین ورق، بازی می‌کنند. زیست‌شناسان تکاملی معتقدند که طرح تکاملی، به درخت می‌ماند. ولی این درست نیست. طرح تکاملی همچون تار

است. تارها در هم تنیده‌اند، مثل هنگامی که جلبک‌ها و لیسه‌ها به هم نزدیک می‌شوند و در کنار هم می‌مانند.

● در عوض، دیدگاه همزیستی‌گری تکامل عقبه‌ای طولانی در روسیه دارد. درست است؟

از زمان‌های خیلی دور، روس‌ها می‌گفتند انتخاب طبیعی، یک فرایند حذفی است و نمی‌تواند همه گونه‌گونی‌هایی را که می‌بینیم ایجاد کرده باشد. آن‌ها درک کرده بودند که منبع اصلی گونه‌های جدید،

سیفلیس معضل بزرگی است، زیرا اسپیروکت‌ها به صورت اجسام مدور نهفته می‌مانند و بخشی از شیمی بدن می‌شوند، که از آن برای تکثیر خود استفاده می‌کنند. در واقع، مجموعه علائم بیماری، یا نشانگان سیفلیس کاملاً با نشانگان دیگری همپوشانی دارد: نشانگان ایدز

همزیستی گری است و نظریه داروین را رد کردند. اگر جهان انگلیسی زبان، انتخاب طبیعی را دارد، روس‌ها همزیستی‌گری را دارند. در سال ۱۹۴۲، شخصی به نام بوریس میخایلوویچ کوزو-پلانسکی^{۱۹} کتابی تحت عنوان همزیستی‌گری: اصل تازه تکامل^{۲۰} نوشت و در آن انتخاب طبیعی داروین را به عنوان حذف‌کننده با همزیستی‌گری به عنوان خلق‌کننده، آشتی داد. او به مژک‌ها - موهای پرچین و شکنی که برخی میکروب‌ها برای حرکت از آن‌ها استفاده می‌کنند- توجه کرد و گفت هیچ بعید نیست که مژک‌های یاخته‌های اسپرم، برآمده از «یاخته‌های بی‌هسته تازکدار» باشد، که به وضوح منظور او باکتری‌های شناگر بود.

کری مولیس [برنده جایزه نوبل ۱۹۹۳ برای توالی DNA و کسی که برای دیدگاه‌های علمی نامتعارف خود مشهور است] در گفت‌وگویی بیان داشته است که او در پی مرجعی دال بر این موضوع که HIV عامل بیماری ایدز است، گشته و «هیچ مدرکی» را نیافته است

● آیا این فکر هرگز به اثبات رسیده است؟

اندام‌های حسی مهره‌داران، مژک‌های تغییر شکل یافته‌ای دارند: یاخته‌های میله‌ای و مخروطی چشم مژک دارند و اندام حس توازن در گوش داخلی نیز با مژک‌های حسی،

تراز می‌شود. شما سرتان را به یک سمت کج می‌کنید و ذرات کلسیم کربنات کوچک واقع در گوش میانی به مژک‌ها برخورد می‌کنند. این موضوع از کمی پس از اختراع میکروسکوپ‌های الکترونی در سال ۱۹۶۳ به اثبات رسیده است. مژک‌های حسی ناشی از جهش‌های تصادفی نیستند. آن‌ها ناشی از اکتساب ژنوم کامل یک باکتری همزیست هستند که قبلاً می‌توانست نور یا حرکت را درک کند. به‌ویژه، فکر می‌کنم آن یک اسپیروکت است که به مژک تبدیل شده است.

● آیا اسپیروکت‌ها همان عامل بیماری سیفلیس نیستند؟

بله، و نیز بیماری لایم^{۲۱}. انواع زیادی اسپیروکت وجود دارد، و اگر حرف من درست باشد، برخی از آن‌ها نیای مژک‌ها در یاخته‌های ما هستند. باکتری‌های اسپیروکت قبلاً برای حساسیت به حرکت، نور و مواد شیمیایی بهینه شده‌اند. یاخته‌های یورکاریوتی یک سیستم انتقال درونی دارند. اگر حرف من درست باشد، کل این سیستم - موسوم به اسکلت سلولی - ناشی از اتصال اسپیروکت‌های نیایی است. میتوز نوعی از سیستم جنبشی داخلی است که ناشی از این باکتری‌های شناگر آزاد همزیست است. در اینجا [ویدئویی را نشان می‌دهد] ما مژک‌های اسپرم‌های شناگر منزوی را با اسپیروکت‌های شناگر مقایسه کرده‌ایم. آیا به حد کافی واضح نیست؟

● و با وجود این، این نظرها عموماً مورد قبول قرار نگرفته‌اند، چرا؟

- آیا شما حاضرید باور کنید که مژک‌های اسپرم ناشی از اسپیروکت‌ها هستند؟ اغلب زیست‌شناسان تکاملی حاضر نیستند که بپذیرند. آن‌ها وقتی منظور حرف‌های مرا می‌فهمند، به آن علاقه‌ای نشان نمی‌دهند.

● ما معمولاً فکر می‌کنیم باکتری‌ها مضر هستند. شما مخالف‌اید؟

- ما بدون باکتری‌ها نمی‌توانیم زندگی کنیم. آن‌ها موجب حفظ فرایندهای حیاتی

در سطح زمین می‌شوند. ویتامین‌هایی در باکتری‌ها وجود دارد که بدون آن‌ها نمی‌توانیم زندگی کنیم. حرکت گاز معده و مدفوع هرگز بدون وجود باکتری‌ها رخ نمی‌داد. بدون باکتری‌ها، بدن نمی‌تواند صدها کار را انجام دهد. در لایه‌لای انگشتان و در زیر بازوان، جنگلی از باکتری‌ها وجود

دارد. در دهان باکتری وجود دارد و تعداد زیادی اسپiroکت و سایر باکتری‌ها در روده یافت می‌شود. وجود آن‌ها برای ما عادی شده است. باکتری‌ها، نیا‌های ما هستند.

سال‌ها پیش یکی از دانشجویانم دستش را به طور عمیقی با شیشه برید و اتفاقاً با حدود ۱۰ میلیون اسپiroکت آغشته شد. ما همه نگران بودیم، ولی هیچ اتفاقی نیفتاد. او حتی یک واکنش آلرژیک نیز نشان نداد. این حاکی از آن است که به جز میکروب‌هایی که در حین تکامل همراه ما بوده‌اند، بقیه مضر نیستند.

● آیا منظور تان این است که باکتری‌های مضر فقط آن‌هایی هستند که در یک دوره تکاملی با ما سهیم بوده‌اند؟

- دقیقاً. اسپiroکت‌های خطرناکی نظیر ترپونما^{۲۲} بیماری سیفلیس، یا بُرلیای^{۲۳} بیماری لایم رابطه‌های همزیستی‌گری دیرپایی با ما دارند. ترپونما، چهار پنجم زن‌هایش را از دست داده است، چرا که ما داریم، چهار پنجم کارها را برای آن انجام می‌دهیم و با این حال مردم نمی‌خواهند قبول کنند که عفونت اسپiroکتی مزمن مثالی از همزیستی‌گری است.

● شما با پیشنهاد اینکه اسپiroکت‌های ماریسج به «اجسام مدور» غیر فعالی تبدیل می‌شوند، بسیاری از محققان پزشکی را برآشفته کرده‌اید. دعوا سر چیست؟

- اسپiroکت‌ها تحت هر شرایط نامساعدی که بقا داشته باشند، ولی نتوانند رشد کنند به اجسامی مدور تبدیل می‌شوند. مثل یک هاگ قارچ، جسم مدور مرحله نهفته‌ای است که همه زن‌ها را دارد و می‌تواند دوباره شروع به رشد کند. اگر شما

اسپiroکت‌های بیماری لایم را در آب مقطر قرار دهید به اجسامی مدور تبدیل می‌شوند. سپس به محض اینکه آن‌ها را همراه با آب داخل آن در محیط غذایی مناسبی قرار دهید، دوباره ظاهر می‌شوند و شروع به رشد می‌کنند. افسانه رایج این است که پنی‌سیلین

هیچ بعید نیست که دم‌های یاخته‌های اسپرم، برآمده از «یاخته‌های بی‌هسته تازکدار» باشد

اسپiroکت‌ها را می‌کشد و بنابراین سیفلیس مسئله مهمی نیست. ولی سیفلیس معضل بزرگی است، زیرا اسپiroکت‌ها به صورت اجسام مدور، نهفته می‌مانند و بخشی از شیمی بدن می‌شوند، که از آن برای تکثیر خود استفاده می‌کنند. در واقع، مجموعه علائم بیماری، یا نشانگان سیفلیس کاملاً با نشانگان دیگری همپوشانی دارد: نشانگان ایدز.

● صبر کنید، شما دارید می‌گویید که ایدز در واقع همان سیفلیس است؟

- از سال‌های ۱۵۰۰ میلادی تا پس از جنگ دوم جهانی که می‌پنداشتند سیفلیس را می‌توان با پنی‌سیلین علاج کرد، نوشتارهای فراوانی درباره سیفلیس به چاپ رسیده است. اکنون همان علائم بیماری، دقیقاً ایدز را نیز توصیف می‌کند. این در مقاله ما با عنوان «تجدید حیات مقلد بزرگ»^{۲۴} نشان داده شده است. ادعای ما این است که هیچ گواهی بر

وقتی زیست‌شناسان تکاملی از مدل سازی رایانه‌ای استفاده می‌کنند تا دریابند چند جهش لازم است تا از گونه‌ای به گونه دیگر رسید، این دیگر ریاضیات نیست، این رمزگشایی اعداد است

این مدعا وجود ندارد که HIV یک ویروس عفونی، یا حتی اصلاً یک موجودیت واقعی باشد. هیچ مقاله علمی‌ای وجود ندارد که ثابت کند ویروس HIV باعث ایدز می‌شود. کری مولیس^{۲۵} برنده جایزه نوبل ۱۹۹۳ برای توالی

DNA و کسی که برای دیدگاه‌های علمی نامتعارف خود مشهور است^{۲۶} در گفت‌وگویی بیان داشته است که او در پی مرجعی دال بر این موضوع که HIV عامل بیماری ایدز است، گشته و «هیچ مدرکی» را نیافته است.

● آیا هیچ رابطه‌ای بین سیفلیس و بیماری لایم وجود دارد که عامل آن نیز یک اسپiroکت است و درمان آن نیز اگر دیر تشخیص داده شود، مشکل خواهد بود؟

- هم اسپiroکت ترپونما که باعث سیفلیس می‌شود و هم اسپiroکت بُرلیا که عامل بیماری لایم است فقط دارای یک پنجم زن‌هایی هستند که برای بقای خود به آن نیاز دارند. در حالی که اسپiroکت‌های دیگر برای بقای خود در بیرون به ۵۰۰ زن نیاز دارند، اسپiroکت‌های این دو بیماری فقط ۱۰۰۰ زن در داخل خود دارند. فراورده‌های این ۴۰۰۰ زن مفقود که برای رشد باکتری‌ها لازم است توسط بافت‌های مرطوب و گرم انسان تأمین می‌شود. این نشان می‌دهد که چرا هم اسپiroکت بُرلیای بیماری لایم و هم اسپiroکت ترپونمای بیماری سیفلیس همزیست هستند - آن‌ها به جسم دیگری برای بقا نیاز دارند. اسپiroکت‌های بُرلیا و ترپونما قدمتی طولانی در داخل بدن انسان دارند. سیفلیس در ناهنجاری‌های جمجمه‌ای که به مصریان باستان می‌رسد، مشاهده شده است. اما من به اسپiroکت‌ها فقط به خاطر نیای خودم علاقه دارم، نه به خاطر بیماری‌ها.

● وقتی شما از هوش تکاملی باکتری‌ها صحبت می‌کنید، تقریباً این‌طور به نظر می‌رسد که دوست دارید آن‌ها را به صورت موجوداتی هوشیار تصور کنید.

- به نظر من، هشیاری ویژگی همه یاخته‌های زنده است. همه یاخته‌ها توسط غشایی خود ساخته محصور شده‌اند. برای حس مواد شیمیایی - غذا یا سم - به یک یاخته نیاز است. برای حس یک بو به یک یاخته نیاز است. برای حس نور، یک یاخته لازم است. شما باید دارای یک

موجودیت محصور با گیرنده‌هایی نوری در داخل آن باشید تا بتوانید نور را حس کنید. باکتری‌ها هشیار هستند. این موجودات از آغاز هستی بوده‌اند و همچنان به حضور خود در خاک و هوا ادامه می‌دهند و بر کیفیت آب تأثیر می‌گذارند.

● نگاه شما به انسان نسبتاً تحقیر آمیز به نظر می‌رسد!

- گونه‌هایی از آغازیان ۵۴۲ میلیون سال عمر دارند. عمر متوسط گونه‌هایی از پستانداران در نهشته‌های فسیلی حدود ۳ میلیون سال است. و انسان‌ها؟ آیا می‌دانید فسیل شاخص انسان‌های بخرد در نهشته‌های فسیلی تازه در آینده چگونه خواهد بود؟ بقایای له و لوردهای از خودروها. لایه‌ای در نهشته‌های فسیلی وجود خواهد داشت که از آن در خواهند یافت انسان‌ها در اینجا با خودروها بوده‌اند که لایه بسیار نازکی خواهد بود.

● آیا ما بیش از حد به گونه خود اهمیت می‌دهیم؟

- بله، ولی نمی‌توانیم کمکی به این گونه بکنیم. نگاه کنید، هم اکنون ۷ میلیارد انسان روی زمین زندگی می‌کنند و تعداد شامپانزه‌ها حدود ده‌هزار تاست و تعداد آن‌ها به دلیل آنکه ما در حال تخریب سکونتگاه‌های آن‌ها هستیم روز به روز کمتر و کمتر هم می‌شود. رگ موریسون^{۲۶}، که کتاب محشری تحت عنوان روح در کالبد ژن^{۲۷} را نوشته است، می‌گوید گرچه ما از لحاظ ژنتیک ۹۹ درصد با شامپانزه‌ها مشترک هستیم، اما همان ۱ درصد به اختلاف فاحشی انجامیده است؛ چرا؟ شواهد فوق العاده زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد که ما صرفاً «یکی از پستانداران» هستیم. همچون بسیاری از پستانداران، سکونتگاه‌های خود را گسترش داده‌ایم و این به فقر و تنگدستی، بدبختی و تهی‌دستی، و جنگ‌های مختلف انجامیده است.

● چرا شما به عنوان یک سنت‌شکن و بدعت‌آور شناخته شده‌اید؟

- بدیهی است از هر کسی که آشکارا منتقد مبانی علوم خویش باشد استقبال نمی‌شود. من منتقد زیست‌شناسی تکاملی‌ای

هستم که مبتنی بر ژنتیک جمعیت است. من آن را "جانورمداری" می‌خوانم. جانورشناسان معتقدند که حیات با جانوران شروع می‌شود و با کنار گذاشتن چهار گروه اصلی حیات، چشم خود را به چهار پنجم دانش زیست‌شناسی و همه معلومات زمین‌شناسی بسته‌اند.

● شما به ژنتیک جمعیت - که بنیاد بیشتر پژوهش‌های زیست‌شناسی تکاملی فعلی است - با به کار بردن واژه «رمزگشایی اعداد»^{۲۸} حمله کرده‌اید. منظورتان از این واژه چیست؟

- وقتی زیست‌شناسان تکاملی از مدل سازی رایانه‌ای استفاده می‌کنند تا دریابند چند جهش لازم است تا از گونه‌ای به گونه دیگر رسید، این دیگر ریاضیات نیست، این رمزگشایی اعداد است. آن‌ها زمینه مطالعه را به چیزی که قابل کنترل است محدود می‌کنند و از مهم‌ترین چیزها چشم می‌پوشند. آن‌ها نمی‌خواهند راجع به شیمی جو و تأثیری که بر موجودات زنده می‌گذارد و یا تأثیری که موجودات زنده بر شیمی دارند، چیزی بدانند. آن‌ها نمی‌خواهند چیزی راجع به سیستم‌های زیستی‌ای نظیر فیزیولوژی، اکولوژی، و بیوشیمی بدانند. داروین می‌گفت بر تغییرات در طول زمان افزوده می‌شود، ولی ژنتیک‌دانان جمعیتی اختلاط‌ها را آنی توصیف می‌کنند. هر آنچه از طریق آمیزش جنسی ایجاد شده است، در نسل بعدی از طریق همان فرایند تفکیک می‌شود. زیست‌شناسی تکاملی از ژنتیک‌دانان جمعیتی به عاریت گرفته شده است. آن‌ها کسانی هستند که کارهایشان به نتایج عبثی می‌انجامد. ریچارد لونتین^{۲۹} ژنتیک‌دان جمعیتی ۶ سال پیش در اینجا در دانشگاه امهرست ماساچوست سخنرانی کرد و همه چیز را ریاضی‌وار در نظر گرفت، از تغییرات جمعیتی گرفته تا جهش‌های تصادفی، انتخاب جنسی، و سود و زیان. او در پایان سخنرانی گفت: «هی‌داند ما تلاش کرده‌ایم این افکار را در محیط و آزمایشگاه به محک آزمون بگذاریم و واقعاً هیچ اندازه‌گیری‌ای در توافق با کمیت‌هایی که من درباره آن‌ها به شما گفتم، وجود ندارد.»

این گفته او مرا واقعاً منقلب کرد. برای همین گفتم: «ریچارد لونتین، شما به خاطر

اینکه شجاعت بیان این مطلب را داشته‌اید که این روش شما را به جایی نرسانده است، سخنران بزرگی هستید. اما پس چرا به این کار ادامه می‌دهید؟» و او به اطراف نگاهی کرد و گفت: «آخر این تنها چیزی است که من از پس‌اش برمی‌آیم و اگر آن را انجام ندهم، پولی نیز به من تعلق نخواهد گرفت.» او انسانی صادق است و این پاسخی صادقانه بود.

● آیا هیچ وقت از اینکه ستیزه‌جو خوانده می‌شوید، کلافه نشده‌اید؟

- من نظراتم را ستیزه‌جویانه نمی‌پندارم. به گمان من آن‌ها درست هستند.

پی‌نوشت

1. Lynn margulis
2. Emherst
3. back cross
4. widow's peak
5. Niles Eldredge
6. Stephen J. Gold
7. Punctuated Equilibrium
8. symbogenesis
9. Clams
10. Peter and Rose mary Grant
11. Daphne
12. michael Behe
13. Intelligent design
14. Pointillist Painting
15. George Seuralt
16. macromutation
17. Keith Porter
18. musk ox
19. Boris Mikhaylovich kozo-Polansky
20. Symbiosis: A New Principle of Evolution
21. Lyme
22. Treponema
23. Borrelia
24. Resurgence of the Great Imitator
25. Kary Mullis
26. Rey Morrison
27. The Spirit in the Gene
28. numerology
29. Richard Lewontin

منبع

Discover, April 2011 issue, published online June 17, 2011.

تشریح مغز در کارگاه رایانه

عدالت امینی،

دبیر زیست‌شناسی استان کردستان

زهرا فورکی‌نژاد،

دبیر زیست‌شناسی استان خراسان جنوبی

اشاره

این فعالیت، مکمل فعالیت ۵-۲ صفحه ۴۹ و ۵۰ کتاب زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۱ است که با کمک رایانه انجام می‌شود.

مقدمه

امروزه عقیده بر این است که دانش‌آموزان به جای اینکه اطلاعات را حفظ کنند، باید یاد بگیرند که چگونه آن‌ها را به دست آورند، با هم ترکیب کنند و از اطلاعات به دست آمده استفاده کنند. به علاوه، توصیه می‌شود که یادگیری از طریق کاوش و اکتشاف (تحقیق و بررسی)؛ کار مشترک و گروهی و بررسی نقادانه صورت گیرد.

روش‌های نوین آموزش علوم تجربی به دانش‌آموزان کمک می‌کنند تا دنیای اطراف خود را بهتر بشناسند و تجرب خود را با یکدیگر بهتر مرتبط و مبادله کنند. طی این روش‌ها مثلاً به جای آن‌که بگوییم «نگاه کن! ببین مغز از چه قسمت‌هایی ساخته شده است!» باید روش‌های کسب اطلاعات، سازماندهی و کاربرد آن‌ها را به آنان بیاموزیم. این روش‌ها توانایی آن‌ها را در درک دنیای اطراف تقویت می‌کنند و دانش‌آموزان را برای تصمیم‌گیری‌های هوشمندانه و حل مسائل زندگی یاری می‌دهد.

باید از آموزش حقایق، مهارت‌ها و مفاهیم دست بردارند و به جای آن، دانش‌آموزان را به تفکر مستقل و آفرینش دانش هدایت کنند. آنان باید از اطلاع‌رسانی صرف، دست بکشند و به پرسش‌گری و ترغیب دانش‌آموزان به جست‌وجوی اطلاعات و پردازش یادگیری بپردازند.

ما در مسیر ایجاد روحیه پرسش‌گری در کلاس درس زیست‌شناسی، به این واقعیت رسیدیم که باید ساختارهای مشخصی در کلاس ایجاد کنیم که دانش‌آموزان بتوانند در گروه‌های کوچک به فعالیت‌های جست‌وجوگرانه بپردازند. طرح ما برای حمایت از جست‌وجو در کلاس یا خارج از آن با سه عنصر اصلی شروع می‌شود:

- تعیین زنجیره‌ای از فعالیت‌های مقدماتی برای شروع جست‌وجوگری،
 - مشخص کردن انتظارات گوناگون از دانش‌آموزان در هر مرحله از جست‌وجوگری،
 - توانایی تلاش مشترک دانش‌آموزان برای انجام یک فعالیت جست‌وجوگرانه از ابتدا تا انتهای یک جلسه.
- نمونه‌ای از کاربرد این روش در آموزش آناتومی مغز گوسفند است که به شرح آن می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: مغز گوسفند، شیارهای مغز، پرده مننژ، نیمکره‌های مخ، بصل النخاع، مخچه.

تشریح مغز در کارگاه رایانه: فعالیت ۵-۲ صفحات ۴۹ و ۵۰ کتاب زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۱

مواد و وسایل لازم

رایانه

ویدیو پروژکشن

لوازم تشریح و تشک تشریح، به تعداد گروه‌ها

مغز گوسفند، به تعداد گروه‌ها

مولاز مغز، به تعداد گروه‌ها

محلول فرمالدئید

اطلاعات لازم

مغز دارای دو سطح است، یکی سطح پشتی که برآمده است و درون استخوان‌های کاسه سر قرار دارد و دیگری سطح شکمی مسطح و رو به استخوان پروانه‌ای کف جمجمه است.

● الف. بررسی مغز از سطح پشتی

در این سطح این شیارها و مناطق مشاهده می‌شوند:

- شیار قدامی - خلفی (شیار جلویی - پشتی)، بین دو نیمکره
- شیار ناحیه آهیانه‌ای (شیار رولاندو یا مرکزی)، بین پیشانی و آهیانه
- شیار سیلیویوس (شیار جانبی)، بین لب‌های گیجگاهی و پیشانی
- شیار کوتاه پس سری، بین لب‌های آهیانه و پس سری

این شیارها سطح پشتی را به چهار منطقه تقسیم می‌کند: منطقه پیشانی، منطقه آهیانه، منطقه گیجگاهی و منطقه پس سری. در سطح پشتی، دو نیمکره مخ، مخچه و نخاع نیز دیده می‌شود.

● ب. بررسی مغز از سطح شکمی

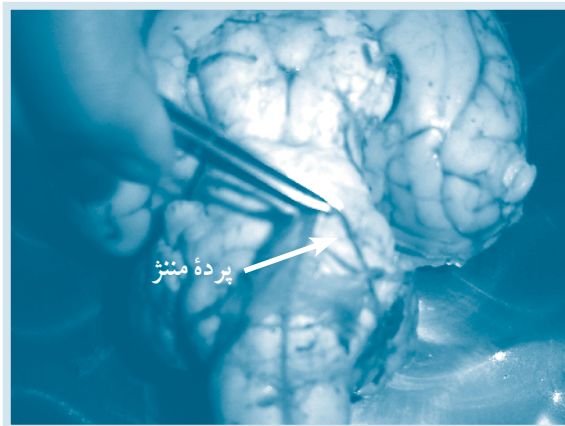
این قسمت‌ها به ترتیب در سطح شکمی مغز مشاهده می‌شوند:

- لوب‌های بویایی: دورشته عصب سفید و ضخیم و کاملاً مشخص، که اولین اعصاب مغزی هستند.
- کیاسمای بینایی
- هیپوفیز که ممکن است در زین ترکی مانده باشد، اما جایگاهش روی مغز پیداست.
- جسم پستانی (یکی از هسته‌های هیپوتالاموس)
- پایک‌های مغزی
- برجستگی حلقوی (پل مغزی)
- بصل النخاع
- نخاع

○ روش کار

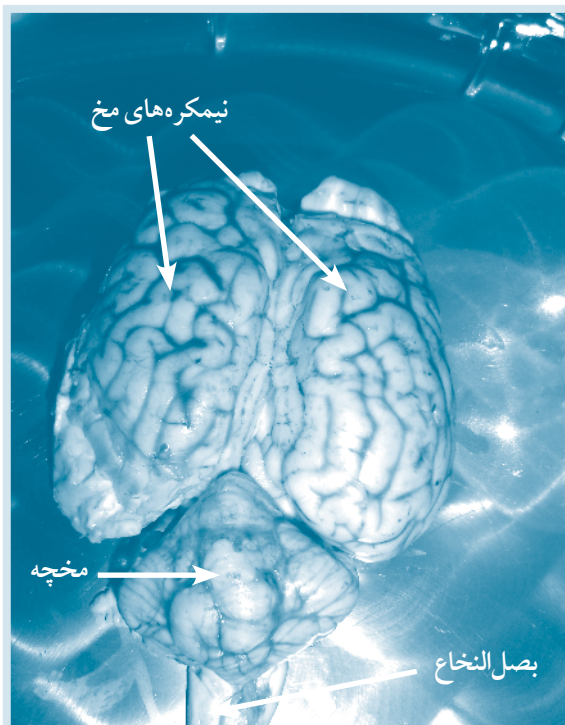
■ چون بافت مغز نرم است، در صورت امکان، چند روز قبل از اجرای آزمایش مغزها را در محلول فرمالدئید یا مدت کوتاهی در آب جوش قرار می‌دهیم تا سفت شوند. قبل از اجرای آزمایش مغزها را با آب شست‌وشو می‌دهیم و سپس کار را آغاز می‌کنیم.

■ دانش‌آموزان در گروه‌های ۴ نفری سازمان‌دهی می‌کنیم و آنان را طوری مستقر می‌کنیم که قادر باشند اسلایدها را به هنگام انجام کار مشاهده کنند.



اسلاید ۱. برداشتن پرده مننژ

۱. بقایای پرده داخلی مننژ را از روی مغز برمی‌داریم.
۲. مغز را طوری در ظرف تشریح قرار می‌دهیم که سطح پشتی آن رو به ما باشد، اکنون به کمک اسلایدها نام بخش‌هایی را که مشاهده می‌کنیم و نیز موقعیت آن‌ها را نسبت به یکدیگر بیان می‌کنیم.



اسلاید ۲. سطح پشتی مغز

چون بافت مغز نرم است، در صورت امکان، چند روز قبل از اجرای آزمایش مغزها را در محلول فرمالدئید یا مدت کوتاهی در آب جوش قرار می‌دهیم تا سفت شوند



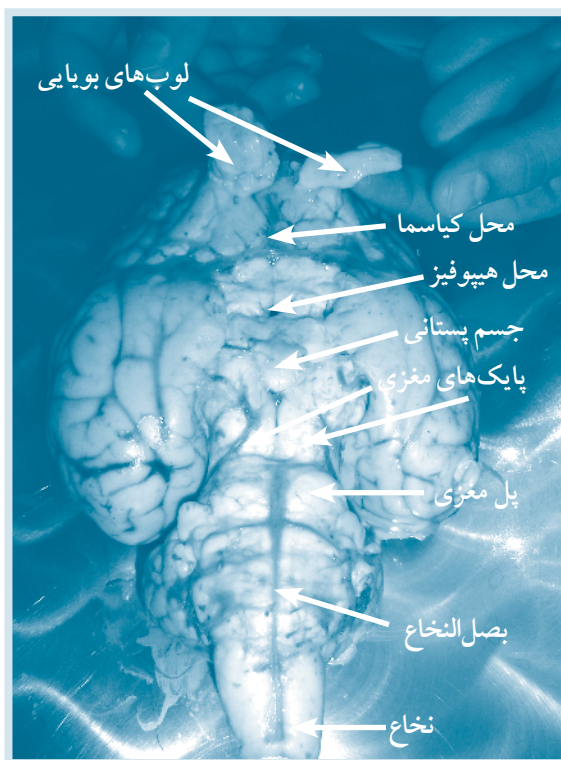
اسلاید ۴، باز کردن دو نیکره با فشار انگشتان

می‌رسیم که جنس آن از تارهای عصبی میلین دار است. این نوار جسم پینه‌ای است.

۶. با نوک اسکالپل (تیغ جراحی) در این قسمت برش کم عمقی ایجاد می‌کنیم تا به رابط دیگر نیمکره‌ها، یعنی مثلث مغزی (رابط سه گوش) برسیم.

دو نیمکره مخ را از هم جدا و سپس آن را با مولاز مغز انسان مقایسه می‌کنیم. تشخیص شباهت‌ها و تفاوت‌های آن‌ها را به عهده دانش آموزان می‌گذاریم

۳. مغز را برمی‌گردانیم. در این حالت بخش شکمی مغز رو به روی ما قرار می‌گیرد. از قسمت جلو آن به سمت عقب نام هر یک از بخش‌ها را مطابق آنچه در اسلایدها مشاهده می‌کنیم، بیان می‌کنیم.



اسلاید ۳، سطح پشتی

۴. اکنون مغز را دوباره به وضعیت قبل برمی‌گردانیم تا سطح پشتی آن به سمت بالا باشد. با نوک انگشتان خود شیار بین دو نیمکره را باز می‌کنیم.

۵. در عمق ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متری به نوار سفید رنگی

ما در مسیر ایجاد روحیه پرسش‌گری در کلاس درس زیست‌شناسی، به این واقعیت رسیدیم که باید ساختارهای مشخصی در کلاس ایجاد کنیم که دانش آموزان بتوانند در گروه‌های کوچک به فعالیت‌های جست‌وجوگرانه بپردازند

۷. مثلث مغزی را از طول می‌بریم و آن را خارج می‌کنیم.
(رأس این رابط سه گوش به طرف بالا و قاعده آن به طرف
پایین و در اتصال با جسم پینه‌ای است.)



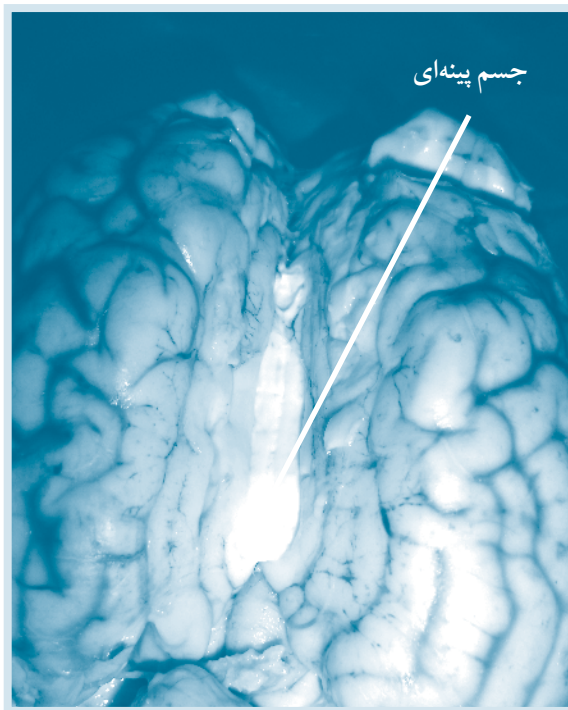
اسلاید ۷، مثلث مغزی خارج شده

۸. پس از خارج کردن مثلث مغزی بخش‌های داخلی‌تر
(بطن‌های جانبی و اجسام مخطط) را مشاهده می‌کنیم.
(شبکه سیاهرگی کوروتید روی اجسام مخطط قابل مشاهده
است.)

۹. پایک‌های اپی‌فیز، اپی‌فیز، تالاموس‌ها و
برجستگی‌های چهارگانه و مجرای سیلویوس را در اسلاید
۹ مشاهده می‌کنیم.

۱۰. محل امتداد سوند (میله خودکار) را برش می‌دهیم
تا مجرای سیلویوس مشاهده شود.

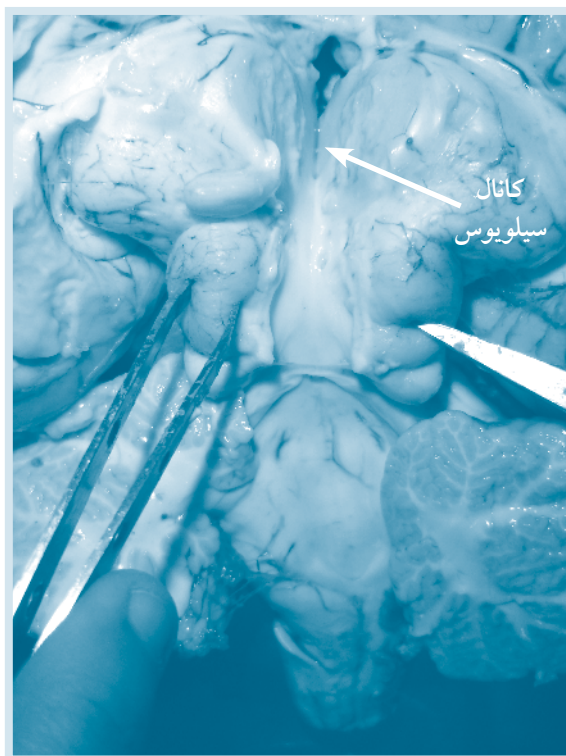
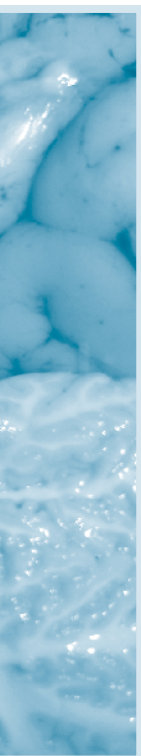
۱۱. در سطح بالای بطن چهارم (سقف بطن) پرده‌ای به
نام وی یسنز وجود دارد.



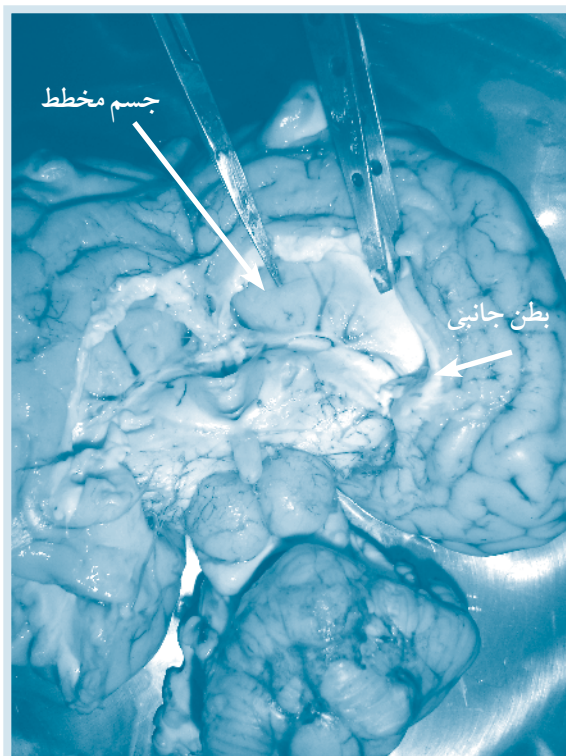
اسلاید ۵، جسم پینه‌ای



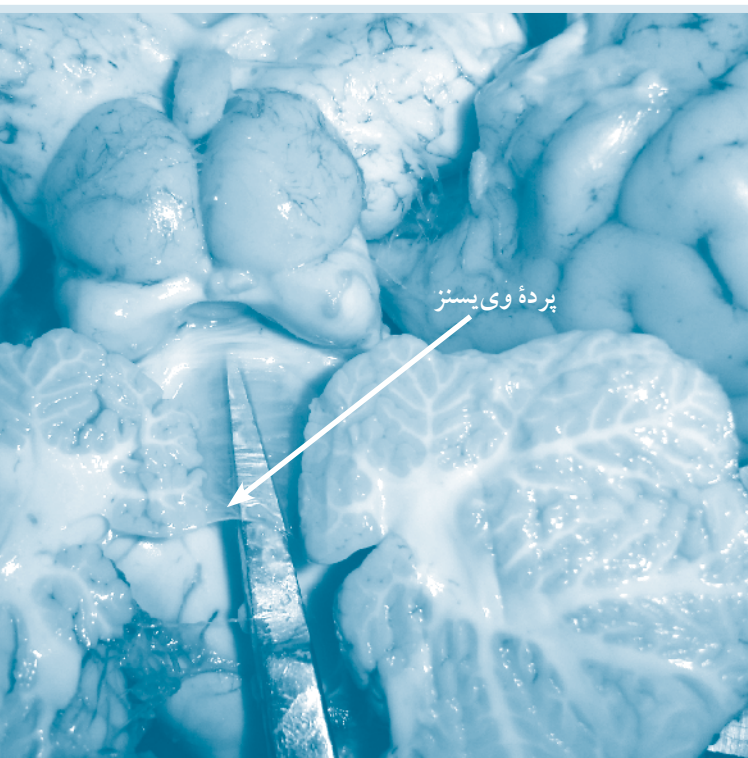
اسلاید ۶، مثلث مغزی



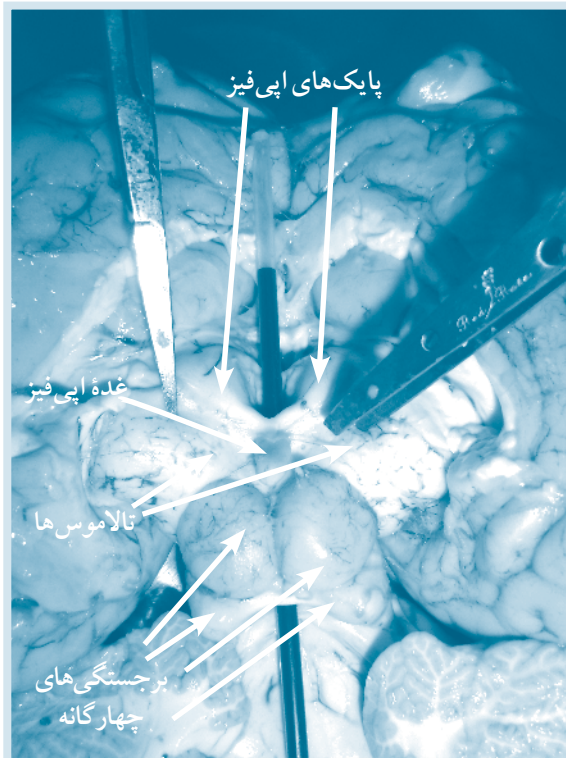
اسلاید ۱۰. کانال سیلویوس



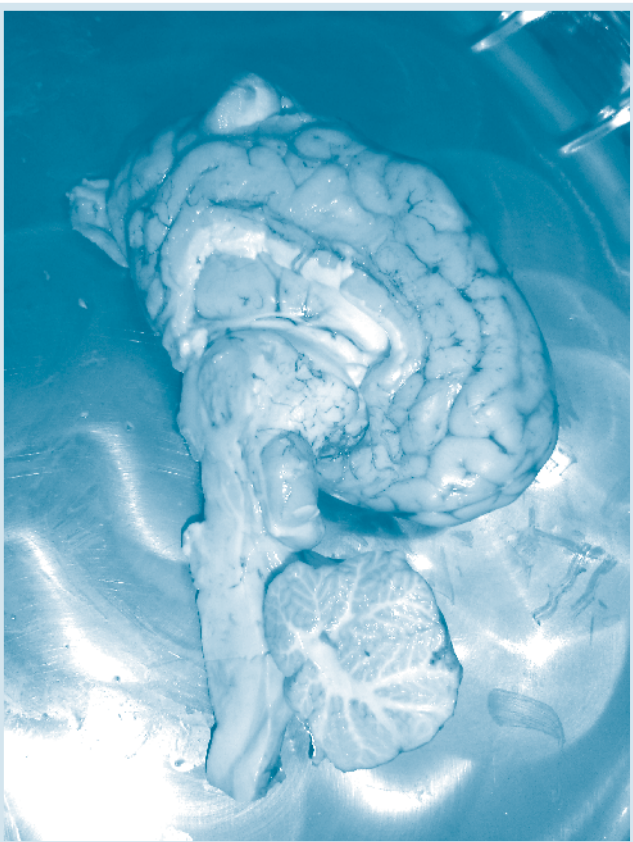
اسلاید ۸، بطن‌های جانبی و اجسام مخطط



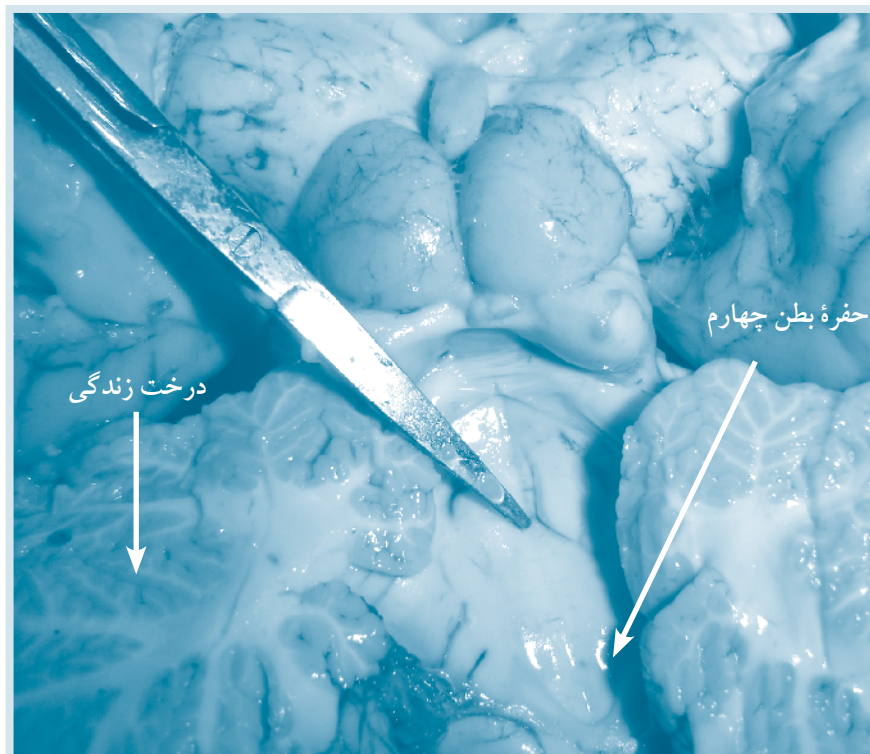
اسلاید ۱۱، پرده وی یسنز



اسلاید ۹، بخش‌های داخلی مغز



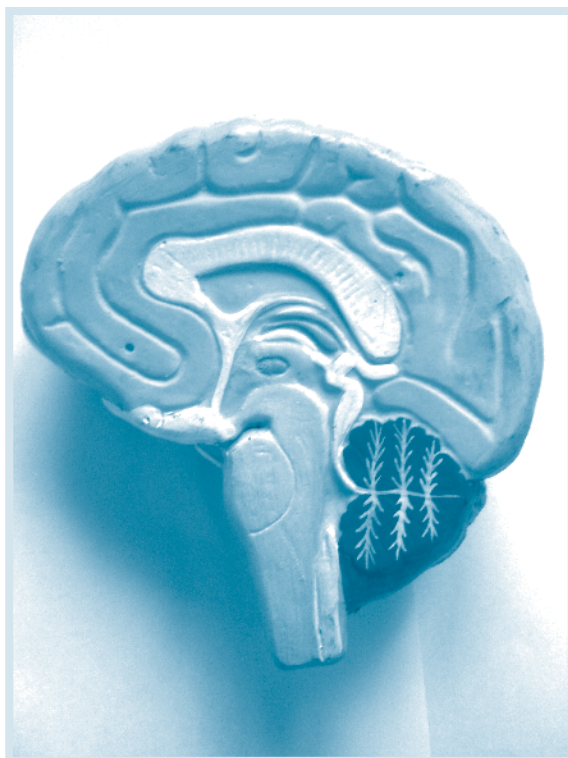
اسلاید ۱۳، برش طولی مغز گوسفند



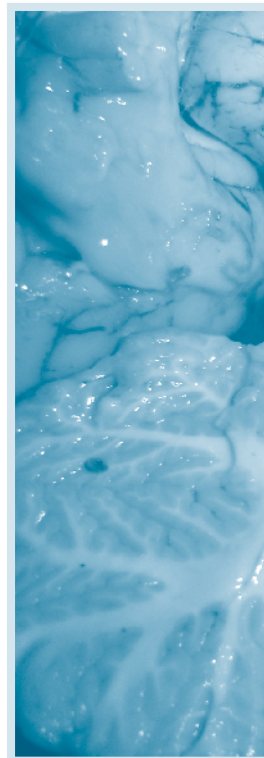
اسلاید ۱۲، درخت زندگی و بطن چهارم

۱۲. با دو نیم کردن کره مغز، دو نیمکره آن را هم از هم جدا می‌کنیم و برش را در بصل النخاع و نخاع ادامه می‌دهیم (درخت زندگی را در نیمکره‌های مغز می‌بینیم).

۱۳. دو نیمکره مغز را از هم جدا و سپس آن را با مولاز مغز انسان مقایسه می‌کنیم. تشخیص شباهت‌ها و تفاوت‌های آن‌ها را به عهده دانش‌آموزان می‌گذاریم.



اسلاید ۱۴، مولاز مغز انسان



منابع

۱. کرام‌الدینی، محمد و دیگران، زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۱ برای سال سوم علوم تجربی، چاپ ۱۳۹۱
۲. آرتور گایتون (ترجمه حوری سپهری و دیگران): ۱۳۸۹؛ فیزیولوژی پزشکی گایتون؛ اندیشه رفیع.

رسم و تفسیر نمودار

مقدمه

مهارت مربوط به رسم و تفسیر نمودار^۱ به علت کاربردهای فراوانی که در جمع‌بندی و ارائه نتایج پژوهش‌ها در علوم مختلف دارد، دارای اهمیت فراوان است. در علم زیست‌شناسی نیز این مبحث بسیار پر کاربرد است و در کتب درسی زیست‌شناسی فراوان آمده است، لذا افزایش مهارت دانش‌آموزان در این زمینه می‌تواند به فهم بهتر مباحث زیست‌شناسی و نیز درک و تفسیر نتایج پژوهش‌های زیستی توسط آن‌ها کمک مؤثری بکند.

گذشته از اینکه آموزش مهارت‌های مربوط به نمودار در آموزش پژوهش محور دانش‌آموزان امری ضروری است، آموزش رسم و تفسیر نمودار و توضیحات کافی در این زمینه چندان در کتب درسی مورد توجه قرار نگرفته است، هرچند که دانش‌آموزان سال سوم رشته تجربی مطالبی را در این زمینه در کتاب آمار و مدل‌سازی مطالعه می‌کنند، ولی این مطالب کافی به نظر نمی‌رسند. از طرف دیگر مطالب مربوط به نمودار، از همان کتاب علوم زیستی سال اول در کتب زیست‌شناسی در مباحث درسی وجود دارد و لذا ضروری است که دانش‌آموز از همان ابتدا به مهارت لازم در این زمینه دست پیدا کند. از این رو، در این نوشته سعی می‌شود تا ضروریات این مبحث به شکلی خلاصه ارائه شود.

با مروری کلی به نظر می‌رسد که در طرح سؤالات آزمون‌های عادی و حتی در امتحانات نهایی و نیز کنکور، طراحان محترم به سهم این مبحث حتی در حدی که در کتب زیست‌شناسی فعلی متوسطه آمده است، توجه کافی نکرده و آن را مورد بی‌مهری قرار داده‌اند؛ به ویژه که قابلیت طرح سؤالات کاملاً مفهومی در این مبحث وجود دارد و می‌تواند درک عمیق، دقت و خلاقیت دانش‌آموزان را به خوبی مورد آزمون قرار دهد که این امر خود یکی از اهداف امتحانات نهایی و کنکور است. از این جهت طرح سؤالات مناسب از نمودارها می‌تواند به ارتقای سطح مفهومی سؤالات زیست‌شناسی در آزمون‌های مختلف کمک شایان توجهی بکند.

کلیدواژه‌ها: نمودار استاندارد، رسم نمودار، تفسیر نمودار.

نمودار چیست

نمودار، ترسیمی اغلب دو بعدی است که معمولاً ارتباط بین دو مجموعه از داده‌ها را به وسیله خط، منحنی، مجموعه‌ای از ستون‌ها و یا دیگر علائم نشان می‌دهد. نمودار در واقع نمایش فیزیکی داده‌هاست که دانشمندان، محققان، معلمان و دانش‌آموزان برای نمایش و تحلیل داده‌ها (به‌ویژه برای تعیین شباهت‌ها و یا تفاوت‌ها گروه‌های مورد پژوهش) که طی پژوهش جمع‌آوری شده است، استفاده می‌کنند. این داده‌ها، بدون نمودار دریایی از اعدادند که درک آن‌ها واقعاً مشکل است؛ هر چند که اگر نمودار نیز به‌طور نامناسب رسم شده باشد، می‌تواند گمراه‌کننده باشد. در ادامه سعی کرده‌ایم که علت نیاز به نمایش دقیق داده‌ها را از طریق نمودار، تبیین کنیم و سپس به روش رسم و تفسیر نمودار اشاره کنیم.

برخی مزیت‌ها و دلایل استفاده از نمودار

۱. نمودار امکان خلاصه کردن مناسب داده‌ها را فراهم می‌کند به‌نحوی که با یک نگاه می‌توان نتایج کلی یک پژوهش را متوجه شد.

۲. نمودار امکان مقایسه دقیق داده‌ها و نتایج پژوهش‌ها را فراهم

می‌کند.

۳. نمودار می‌تواند در مورد پیش‌بینی علمی پدیده‌ها به ما کمک کند (مثل نمودار مربوط به غلظت قند در گیاه در پرسش و تحقیق پایان فصل تولید کنندگی یا فعالیت مربوط به رشد جمعیت انسان در کتاب علوم زیستی و بهداشت).

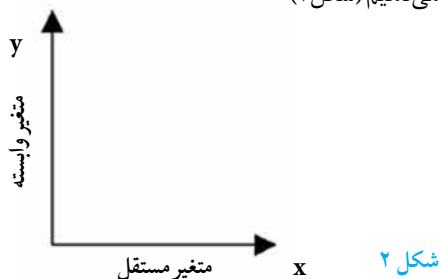
چگونگی رسم یک نمودار استاندارد

گرچه امروزه، نرم‌افزارهای عمومی و تخصصی گوناگونی جهت رسم نمودار در دسترس قرار دارد، ولی رسم دستی نمودار درک علمی خاصی را از مباحث ایجاد می‌کند (به‌ویژه در دوره آموزشی متوسطه). گذشته از آن رسم دستی نمودار جایی برای هنرنمایی‌های علمی منحصر به فرد را مهیا می‌کند که شاید این امکان به این صورت در نرم‌افزارها در دسترس نباشد و علاوه بر آن، ممکن است دسترسی به دوره آموزشی مربوطه و یا حتی رایانه برای همه فراهم نباشد. در نهایت فرد پس از کسب مهارت در رسم دستی نمودار می‌تواند در

در همه نمودارها به جز نمودار دایره‌ای، یک محور افقی (محور X

نمودار در واقع نمایش داده‌هاست که دانشمندان، محققان، معلمان و دانش‌آموزان برای نمایش و تحلیل داده‌ها (به ویژه برای تعیین شباهت‌ها و یا تفاوت‌ها گروه‌های مورد پژوهش) که طی پژوهش جمع‌آوری شده است، استفاده می‌کنند

ها) و یک محور عمودی (محور Y) مورد نیاز است که باید متغیر مستقل و متغیر وابسته را روی هر یک از آن‌ها نمایش دهیم. متغیر مستقل را روی محور افقی و متغیر وابسته را روی محور عمودی نشان می‌دهیم (شکل ۲)



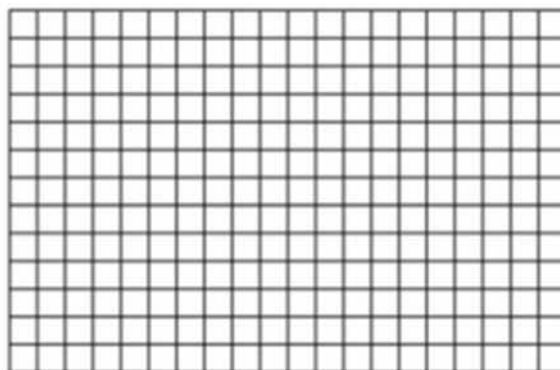
به عنوان مثال اگر در پژوهشی رشد تعدادی درخت را در چند سال اندازه گرفته و بخواهیم نتیجه این تجربه را نشان دهیم، آن را به این شکل نشان خواهیم داد (شکل ۳):

مرسوم است که در پژوهش‌های علمی از نمودارهای خطی استفاده می‌کنند، ولی در مواردی نیز نمودار دایره‌ای یا نمودار میله‌ای و بعضی اوقات نمودار ستونی (هیستوگرام) متناسب با نوع پژوهش کاربرد دارد. معمولاً نمودار ستونی برای نمایش مقادیر عددی گسسته و مقایسه آن‌ها با یکدیگر استفاده می‌شود و نمودار خطی اغلب برای نمایش و مقایسه دامنۀ پیوسته‌ای از مقادیر عددی مناسب است. نمودار دایره‌ای^۴ نیز برای نمایش جزئی از یک کل مورد استفاده دارد مانند نمودار درصد ترکیب بدن در درس اول زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۱.

استفاده از همه قابلیت‌های رسم نرم افزاری نمودار موفق‌تر باشد. از این نظر در ادامه به مراحل رسم دستی نمودار اشاره می‌کنیم.

اولین گام: انتخاب برگ کاغذ جدول‌بندی شده (مدرج) مناسب

باید توجه داشته باشیم که به ویژه در گزارش‌های علمی برای رسم نمودار پس از انتخاب کاغذ مدرج مناسب، مجاز به استفاده از تنها ۷۵ درصد سطح و یا کادر مشخص شده برای آن هستیم و باید نمودار را در قسمت وسط برگه و با توجه به قانون ۷۵ درصد در بزرگ‌ترین اندازه ممکن رسم کنیم تا اعداد مربوط به داده‌ها به خوبی قابل مشاهده و خواندن باشند و بقیۀ مساحت برگه در اطراف نمودار به عنوان حاشیه باقی بماند (شکل ۱).



شکل ۱

گام دوم: انتخاب نوع نمودار مناسب کار

مرسوم است که در پژوهش‌های علمی از نمودارهای خطی^۲ استفاده می‌کنند، ولی در مواردی نیز نمودار دایره‌ای یا نمودار میله‌ای^۳ و بعضی اوقات نمودار ستونی (هیستوگرام) متناسب با نوع پژوهش کاربرد دارد. معمولاً نمودار ستونی برای نمایش مقادیر عددی گسسته و مقایسه آن‌ها با یکدیگر استفاده می‌شود و نمودار خطی اغلب برای نمایش و مقایسه دامنۀ پیوسته‌ای از مقادیر عددی مناسب است. نمودار دایره‌ای^۴ نیز برای نمایش جزئی از یک کل مورد استفاده دارد مانند نمودار درصد ترکیب بدن در درس اول زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۱. پس از انتخاب نمودار مناسب، باید به سه سؤال اساسی زیر پاسخ دهیم:

۱. کدام متغیر، در پژوهش ما متغیر مستقل^۵ است و چرا؟

۲. کدام متغیر، در پژوهش ما متغیر وابسته^۶ است و چرا؟

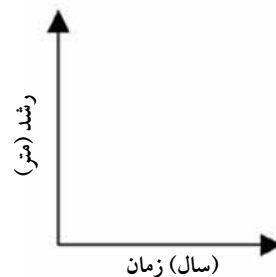
۳. چه عنوان مناسب و رسایی را برای نمودار خود انتخاب کنیم؟
به بیان ساده‌تر، معمولاً در پژوهش‌های زیستی متغیر مستقل همان متغیر تأثیرگذار و متغیر وابسته همان متغیر تأثیرپذیر در پژوهش است.



شکل ۳

نمودار شماره ۱: رشد درختان طی سال‌های ...

تذکر: ضروری است که برای هریک از متغیرها واحد^۲ مناسب را در نمودار مشخص کنیم و در داخل پرانتز در جلو آن‌ها ذکر کنیم. **مثال:** اگر بخواهیم نتیجه آزمایش تأثیر مقدار ثابتی از نوعی کود طی چند سال را بر رشد درختان سیب در نمودار نشان دهیم، گرچه متغیر مستقل ما مقدار کود خواهد بود ولی چون مقدار آن ثابت است و زمان نیز در تأثیر کود بر رشد درختان دخیل است، پس در رسم نمودار زمان را روی محور افقی می‌آوریم و در عنوان نمودار به ثابت بودن مقدار کود اشاره می‌کنیم (شکل ۴).



شکل ۴
نمودار شماره ۱: تأثیر کود X به مقدار ثابت بر رشد درختان سیب طی سال‌های...

تذکر: بدیهی است که مثال فوق کلی است و سعی در بیان قالب عمومی دارد و گر نه در تجربه‌های علمی حتماً باید به‌طور دقیق نام کود، مقدار کود و تعداد و اعداد مربوط به سال‌ها دقیقاً در نمودار نوشته شود. همچنین، عنوان نمودار متناسب با نوع ارائه نمودار در کتاب، مقاله و یا به صورت پاورپوینت می‌تواند در بالا و یا پایین نمودار ذکر شود.

گام سوم: انتخاب دامنه عددی مناسب

با توجه به حداقل و حداکثر اعدادی که برای هر متغیر داریم، فواصل اعداد (مدرج کردن محورها) را روی هر یک از محورها مشخص می‌کنیم. برای این کار بهتر است ابتدا جدول داده‌ها را تنظیم و از آن

جدول داده‌ها

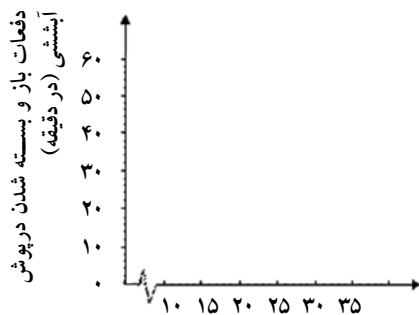
دما (سانتی‌گراد)	دفعات باز و بسته شدن درپوش آبششی در دقیقه
۱۰	۱۵
۱۵	۲۵
۱۸	۳۰
۲۰	۳۸
۲۳	۶۰
۲۵	۵۷
۲۷	۲۵

استفاده کنیم. مثلاً در آزمایشی، تأثیر دمای آب را بر باز و بسته شدن درپوش آبششی (در دقیقه) در نوعی ماهی به تناسب طی ۲۴ ساعت اندازه کردیم و نتایج را در جدولی مانند جدول ۱ نوشته‌ایم.

متغیر مستقل در این آزمایش: دما (بر حسب درجه سانتی‌گراد) آب است که حداقل آن ۱۰ و حداکثر آن ۲۷ است. به نظر می‌رسد با انتخاب فاصله ۵ تایی نمودار متناسب و نسبتاً دقیقی حاصل شود. **متغیر وابسته در این آزمایش:** تعداد دفعات باز و بسته شدن درپوش آبششی (در دقیقه) است که حداقل آن ۱۵ و حداکثر آن ۶۰ است. به نظر می‌رسد با انتخاب فاصله ۱۰ تایی نمودار متناسب و نسبتاً دقیقی حاصل شود.

از همان ابتدا در انتخاب فواصل عددی روی محورها برای دو متغیر باید به شکل نهایی و تناسب آن‌ها توجه داشته باشیم، یعنی در ضمن اینکه باید دقت بیان داده تاحد زیادی رعایت شود. علاوه بر آن باید نمودار تاحد ممکن بزرگ واضح نیز باشد.

هر یک از محورها در حکم یک خط‌کش است، یعنی فواصل روی هر یک از آن‌ها برابر است و از کم به زیاد منظم می‌شود. هر چند که ممکن است در مواردی مجبور شویم همه اعداد جدول داده‌ها را روی محورها نیاوریم، در این حالت اعداد مذکور باید در فواصل بین اعداد نوشته شده قرار بگیرند (شکل ۵).



نمودار شماره ۱: تأثیر درجه حرارت آب در دفعات باز و بسته شدن درپوش آبششی در نوعی ماهی

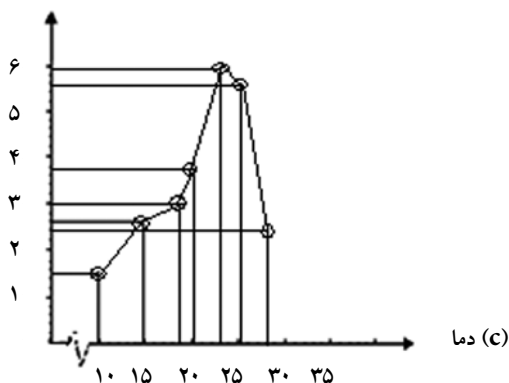
تذکر:

۱. در نمودار فوق چون دمای ۰ تا ۱۰ در آزمایش لحاظ نشده، لذا می‌توانیم آن را با علامت شکستگی در ابتدای محور افقی نشان دهیم.
۲. در انتخاب فواصل اعداد روی دو محور باید تناسب نهایی، بزرگ و واضح بودن نمودار را در نظر بگیریم (شکل ۶).

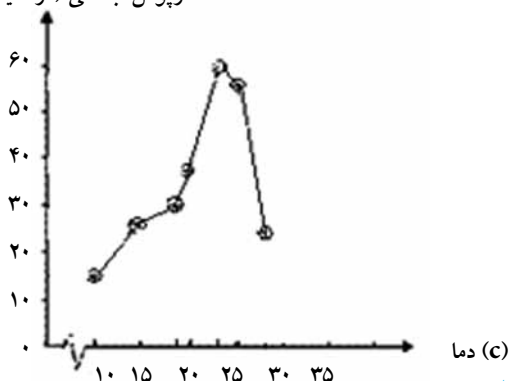


شکل ۶

دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی (در دقیقه)



نمودار شماره ۱: تأثیر درجه حرارت آب در دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی در نوعی ماهی

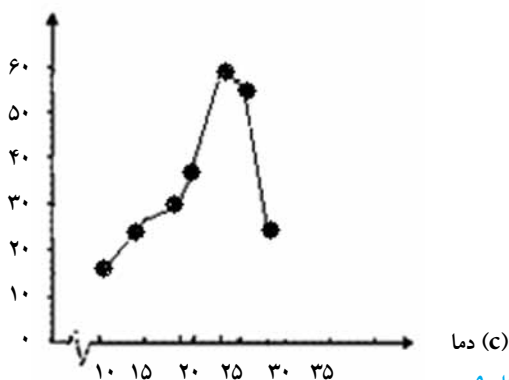


شکل ۸

نمودار شماره ۱: تأثیر درجه حرارت آب در دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی در نوعی ماهی

تذکر: برای مشخص شدن نقاط مورد آزمایش در نمودار نهایی،
این نقاط را درون دایره (مانند بالا) یا به شکل نقاط پر رنگ (مانند
نمودار پایین) نمایش می‌دهیم. (شکل ۹)

دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی (در دقیقه)



شکل ۹

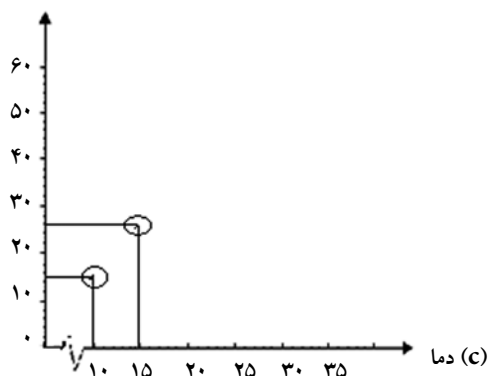
نمودار شماره ۱: تأثیر درجه حرارت آب در دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی در نوعی ماهی

۳. گرچه برخی اعداد مندرج در جدول را روی محورها ننوشته‌ایم، ولی در واقع این اعداد در فاصله بین اعداد نوشته شده آمده است.

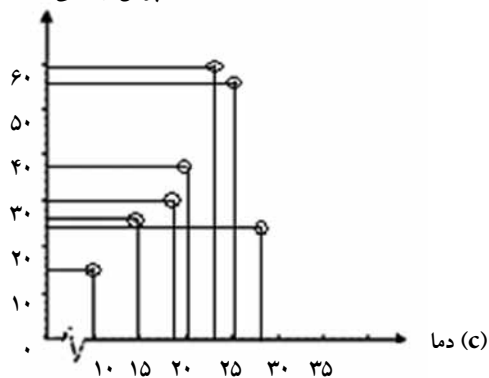
گام چهارم: نقطه‌یابی برای اتصال نقاط به یکدیگر

نقطه‌یابی به این صورت است که روی محور X هر یک از عددها را انتخاب و خطی از آن نقطه بر همین محور عمود می‌کنیم. نقطه متناظر و مرتبط با آن را روی محور عمودی پیدا و سپس از آن نقطه هم خطی را بر محور Y عمود می‌کنیم. از تقاطع این دو خط عمود برهم نقطه مورد نظر پیدا می‌شود (شکل ۷).

دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی (در دقیقه)



دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی (در دقیقه)



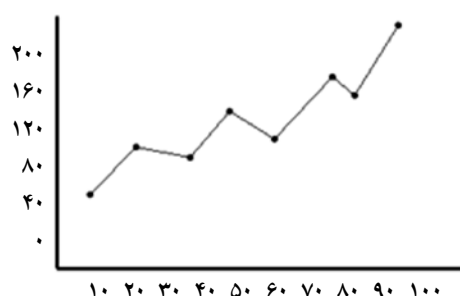
شکل ۷

نمودار شماره ۱: تأثیر درجه حرارت آب در دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی در نوعی ماهی

در ادامه کار، اتصال نقاط را انجام می‌دهیم و سپس خطوط اضافی را پاک می‌کنیم و نمودار نهایی را به دست می‌آوریم (شکل ۸).

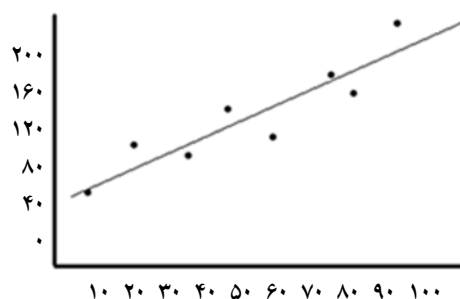
گام پنجم: از گام اول تا چهارم را مرور و با دقت بررسی می‌کنیم تا کار به درستی و با دقت انجام شده باشد.

تذکر: در مواردی ممکن است که حاصل نقطه‌یابی و اتصال نقاط به شکل زیر حاصل شود (شکل ۱۰)



شکل ۱۰

در چنین مواردی بهتر است به شکل زیر عمل شود، یعنی به جای اتصال نقاط به یکدیگر خطی رسم کنیم که برآیندی از همه نقاط باشد، البته بهتر است نقاط به دست آمده هم‌چنان در نمودار باقی بمانند تا پراکندگی و نیز موقعیت آن‌ها برای بیننده مشخص باشد. این کار همچنین ما را در تفسیر بهتر نتایج یاری می‌کند (مثلاً در کتاب زیست‌شناسی سال چهارم در فعالیت تجزیه و تحلیل تغییر اندازه اندام حرکتی جمعیت مارمولک‌ها...) (شکل ۱۱).



شکل ۱۱

نمودار دارای دو نوع است: تفسیر توصیفی و تفسیر تحلیلی
تفسیر توصیفی نمودار

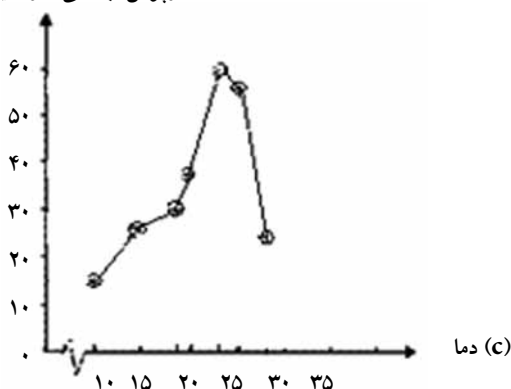
در تفسیر نمودار، ابتدا تفسیر توصیفی انجام می‌شود. برای این کار، همیشه روی محور افقی را نگاه و اعداد را از کم به زیاد دنبال می‌کنیم و در ضمن این کار، خط نمودار را مورد توجه قرار می‌دهیم.

گرچه امروزه، نرم‌افزارهای عمومی و تخصصی گوناگونی جهت رسم نمودار در دسترس قرار دارد، ولی رسم دستی نمودار درک علمی خاصی را از مباحث ایجاد می‌کند

اگر با افزایش اعداد عامل مستقل، خط نمودار رو به بالا باشد، می‌توانیم بگوییم که با افزایش عامل مستقل، عامل وابسته نیز افزایش می‌یابد و اگر خط نمودار افقی باشد، می‌توانیم بگوییم که با افزایش عامل مستقل، عامل وابسته تغییری نمی‌کند؛ ولی اگر خط نمودار رو به پایین باشد، می‌توانیم بگوییم که با افزایش عامل مستقل، عامل وابسته کاهش می‌یابد (شکل ۱۲).

تذکر: برای انجام تفسیر مناسب‌تر در این مرحله بهتر است که تفسیر توصیفی خود را طی دو مرحله انجام دهیم: ابتدا تفسیر کلی و سپس تفسیر دقیق (جزئی).

دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی (در دقیقه)



شکل ۱۲

نمودار شماره ۱: تأثیر درجه حرارت آب در دفعات باز و بسته شدن درپوش آبششی در نوعی ماهی

مثال:

تفسیر کلی نمودار بالا: افزایش دمای آب تا حدود ۲۳ درجه سانتی‌گراد شدیداً سبب افزایش تعداد باز و بسته شدن درپوش آبشش

تفسیر نمودار

تفسیر نمودار، روشن کردن و تبیین مفاهیم نمودار است. به عبارت دیگر، تفسیر نمودار ارائه برداشت‌های علمی است که از داده‌های منعکس در نمودار داریم، ممکن است این برداشت از نمودار از نوع جمع‌بندی و یا از نوع تحلیلی باشد. به عبارت دیگر تفسیر

ماهی شده است؛ ولی در ادامه افزایش بیشتر دما برعکس به شدت سبب کاهش باز و بسته شدن درپوش آبششی ماهی شده است.

تفسیر دقیق (جزئی)

افزایش دمای آب از ۱۰ به ۱۵ درجه سانتی گراد با سرعت نسبتاً زیادی باعث افزایش تعداد باز و بسته شدن آبششی در ماهی شده است؛ ولی در ادامه افزایش دمای آب از ۱۵ به ۲۰ درجه سانتی گراد با سرعت کمتری سبب افزایش تعداد باز و بسته شدن درپوش آبششی ماهی شده، سپس افزایش دمای آب از ۲۰ به ۲۳ درجه سانتی گراد با سرعت بسیار زیادی باعث افزایش تعداد باز و بسته شدن درپوش آبششی در ماهی شده است. در ادامه افزایش دمای آب از ۲۳ به ۲۵ درجه سانتی گراد با سرعت نسبتاً زیادی باعث کاهش تعداد باز و بسته شدن درپوش آبششی ماهی شده است و بعد افزایش دمای آب از ۲۵ به ۲۷ درجه سانتی گراد با سرعت بسیار زیادی سبب کاهش تعداد باز و بسته شدن درپوش آبششی ماهی مورد آزمایش شده است.

تفسیر تحلیلی نمودار

تفسیر تحلیلی در ادامه تفسیر نمودار انجام می گیرد. در این نوع تفسیر سعی می شود تا علل تغییراتی که در رابطه بین عامل مستقل و عامل وابسته (که در تفسیر توصیفی) ذکر شد، با توجه به حقایق علمی بیان شود و مورد تحلیل قرار گیرد. بدیهی است که در این امر، دانشی که از زیست شناسی و دیگر علوم مانند شیمی، فیزیک و غیره داریم ما را یاری می کند.

هر یک از محورها در حکم یک خط کش است، یعنی فواصل روی هر یک از آن ها برابر است و از کم به زیاد منظم می شود. هر چند که ممکن است در مواردی مجبور شویم همه اعداد جدول داده ها را روی محورها نیاوریم، در این حالت اعداد مذکور باید در فواصل بین اعداد نوشته شده قرار بگیرند

مثال:

تفسیر تحلیلی نمودار بالا: افزایش دمای آبی که ماهی در آن قرار دارد از ۱۰ تا ۲۳ درجه سانتی گراد، سبب کاهش انحلال گاز اکسیژن در آب می شود و بر اثر کمبود اکسیژن در آب اجباراً تعداد دفعات تنفس ماهی (دفعات باز و بسته شدن درپوش آبششی) در دقیقه افزایش می یابد ولی افزایش دمای آب از ۲۳ تا ۲۷ درجه سانتی گراد نیز گرچه تا حدی سبب کاهش اکسیژن آب می شود، ولی به علت فراهم شدن فرصت سازگاری برای ماهی، در ادامه افزایش دما باعث

کاهش تعداد تنفس ماهی در دقیقه می شود.

تذکر: هرچه دانش ما از پدیده های علمی بیشتر باشد، به ما بهتر کمک می کند تا بتوانیم تغییرات جزئی تری را که در تفسیر توصیفی با آن ها روبه رو هستیم، درک کنیم و در تجزیه و تحلیل و بیان علل و ارتباط بین آن ها موفق تر باشیم. مثلاً در مورد علت افزایش شدید تنفس با افزایش دمای آب، علاوه بر کاهش انحلال گاز اکسیژن در

تفسیر نمودار، روشن کردن و تبیین مفاهیم نمودار است. به عبارت دیگر، تفسیر نمودار ارائه برداشت های علمی است که از داده های منعکس در نمودار داریم

آب، این عامل دیگری نیز دخیل است. عامل دیگر این است که با افزایش دمای آب واکنش های شیمیایی و فیزیولوژیک سلول های بدن ماهی نیز افزایش می یابند و لذا شدت تنفس در این حالت در ماهی به بالا می رود.

پی نوشت

1. graph
2. Line graphs
3. Bar charts
4. Pie graphs
5. Variable independent
6. Variable Dependent
7. Unit

منابع

1. www.lhsbiology.weebly.com/uploads/.../graphing_in the biology lab.doc
2. www.library.auckland.ac.nz/.../getting_good_marks in biology.pdf
3. www.misterguch.brinkster.net/graph.html
4. www.mtnbrook.k12.al.us/cms/Rules...Graphing...Biology/6002.html
5. www.staff.tuhsd.k12.az.us/gfoster/standard/bgraph.htm
6. www.teacherweb.com/FL/.../deLaVega/ib_biology_booklet.pdf
7. www.tfscientist.hubpages.com/hub/How-to-Draw-a-Scientific-Graph

استخراج پکتین از ضایعات سیب

شهره سلیمی

دبیر زیست شناسی پژوهش سرای دانش آموزی محمدبن زکریای رازی ناحیه یک شهری
دانش آموزان شرکت کننده در آزمایش : فاطمه دارچین تبریزی- ناهید سلیمیان
مهشید نوروزی- مرجان السادات موسوی- بهناز نظاری- فاطمه داود آبادی- بهنوش آهنگری

چکیده

پکتین مولکول قند پیچیده‌ای است که در دیواره سلولی گیاهان یافت می‌شود. این ماده کاربردهای فراوانی در مصارف پزشکی، صنعتی و صنایع غذایی دارد. بیشترین بازده تولید پکتین از پوست مرکبات است. در این فعالیت به منظور استخراج پکتین، ابتدا این ماده را که در آب حل می‌شود، با آب اسید دار از ضایعات پرتقال و سیب استخراج می‌کنیم و سپس آن را با الکل رسوب می‌دهیم.

کلیدواژه‌ها: پکتین، کمپلکس، استخراج، اسید گالاکترونیک.

لوازم و مواد مورد نیاز

۱. تفاله سیب
۲. اسید نیتریک یا سرکه
۳. متانول یا اتانول
۴. چراغ گاز یا همزن شیشه‌ای
۵. تنزیب
۶. ارلن
۷. آب مقطر
۸. ترازو
۹. pH متر یا کاغذ pH
۱۰. چاقو یا رنده
۱۱. استوانه مدرج

روش فعالیت

۱. ابتدا سیب را برای استخراج عصاره سلولی رنده می‌کنیم و سپس ۲۰۰ گرم از مواد رنده شده را در ۴۰۰ سی سی آب مقطر که pH آن قبلاً توسط اسید نیتریک به ۱/۵ رسیده است می‌ریزیم.

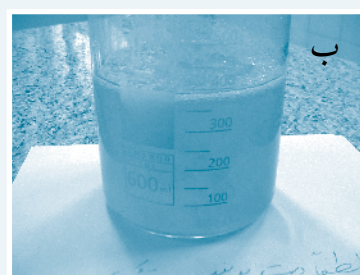
مقدمه

هر روز در کارخانه‌ها مقادیر زیادی تفاله و پوست میوه بعد از تهیه آب میوه دور ریخته می‌شود. در صورتی که این ضایعات به ظاهر بدون مصرف مواد پر ارزشی هستند که نه تنها می‌توان از آن‌ها به عنوان کود استفاده کرد، بلکه می‌توان از پوست یا تفاله بعضی گیاهان مثل پرتقال، سیب و هویج، پکتین استخراج کرد (۲). پکتین جزء مواد تشکیل دهنده دیواره سلولی گیاهان است. این ماده کمپلکسی از پلی ساکاریدهاست و در پوست مرکبات (قسمت دارای رنگ روشن) و قسمت گوشتی میوه سیب به وفور یافت می‌شود (۱). ساختارهای ژلاتینی که در سلول‌های دیواره‌ای و لایه‌های درون سلولی میوه‌ها موجودند و واحدهای ساختاری این دیوارها را می‌توان نمادی از آرایش پکتین در دیواره میوه‌ها و سبزیجات در نظر گرفت. پکتین جزء ترکیبات محافظت کننده است و یکی از افزودنی‌های غذایی عمومی محسوب می‌شود (۱). محلول‌های کلونیدی پکتینی قادرند با سموم ترکیب شوند. همچنین این ماده به علت خاصیت فیزیکی و شیمیایی ضد باکتریایی خود باعث افزایش فعالیت فیزیولوژیک دستگاه گوارش می‌شود. از پکتین به علت دارا بودن ساختار فیبری و پلی ساکاریدی به عنوان کپسول دایجستیو استفاده می‌شود و علاوه بر آن طی تحقیقات مختلف نقش آن را در کاهش کلسترول خون نیز به اثبات رسیده است (۳). حداکثر میزان پکتین در میوه‌های نارس یافت می‌شود. اسید گالاکترونیک اصلی‌ترین واحد سازنده شیمیایی پکتین موجود در میوه‌ها و سبزیجات است. به علت همین ویژگی‌هاست که روز به روز به کاربردهای پکتین به ویژه در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی افزوده می‌شود (۱ و ۲).



شکل ۱. توزین تفاله سیب

۲. سپس محلول را روی اجاق برقی یا چراغ گاز می‌گذاریم و با همزن شیشه‌ای دائماً هم می‌زنیم و حرارت آن را روی ۸۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌کنیم.



شکل ۲. الف. گذراندن از صافی، ب. ژله تشکیل شده

۳. پس از آنکه آب کاملاً غلیظ شد، محلول را با چند لایه تنزیب، صاف می‌کنیم تا محلول به نصف حجم اولیه برسد.
۴. سپس به آن تا حدود ۸۰ درصد متانول یا اتانول می‌افزاییم. در این حالت پکتین به حالت ژله از محلول جدا می‌شود.
۵. اجزای آن را با کاغذ صافی جدا می‌کنیم و سپس آن را به مدت یک روز در حرارت ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار می‌دهیم تا خشک شود. در پایان رسوب خشک را به صورت پودر در می‌آوریم.



شکل ۳. پکتین استخراج شده از: الف. هویج، ب. سیب

منابع

1. kalapathy, proctora. Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin. Food chemistry 2001;73:393-6
۲. هوشفر، غلامعلی، افشاری پور، سلیمان، علوی، محمد؛ استخراج پکتین از پوست و تفاله برخی میوه‌جات داخلی، پژوهش در علوم پزشکی، ۱۳۸۱، سال هفتم، پیوست دوم، صص ۱۷۶-۱۷۹
3. sharama sk, liptay a, Maguer ML. Molecular characterization, pPhysicochemical and Function properties of tomato fruit pectin. Food research international 1998;30(7):543-7



رنگدانه سازی در پوست واکنش ملانوسیت‌ها به نور

ترجمه مریم انصاری

کارشناس گروه زیست‌شناسی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی

کلیدواژه‌ها: ملانوسیت، ملانین، رنگدانه‌سازی، پرتوهای فرابنفش، برنزه‌شدن، پیری پوست.

مقدمه

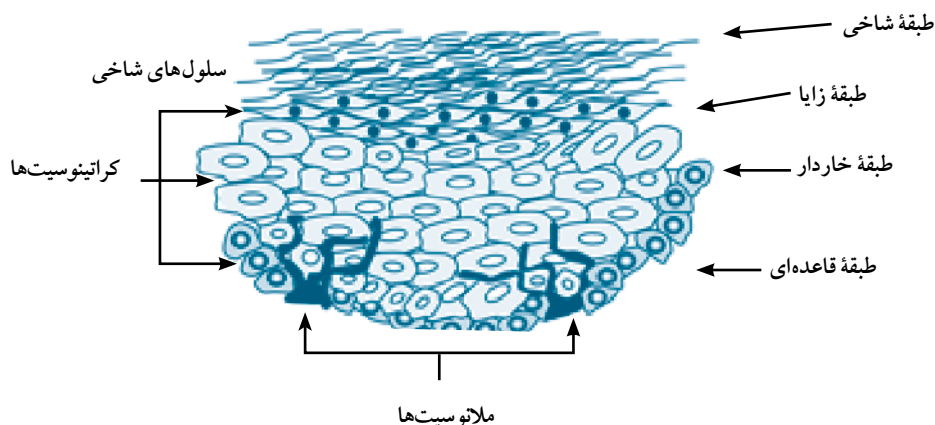
رنگ پوست انسان‌ها دامنه‌ای وسیع از رنگ‌های سفید تا قهوه‌ای و سیاه را نشان می‌دهد. رنگدانه ملانین اصلی‌ترین عامل ایجاد صفت چند شکلی رنگ پوست است. ملانین که از نظر شیمیایی خنثی و پایدار است در عمق پوست تولید و در سطح بدن به صورت موزاییک مانند آشکار می‌شود. ملانین در دفاع بدن در برابر پرتوهای آسیب رسان فرابنفش و دیگر چالش‌های محیطی نقشی اساسی دارد. تغییرات کوچک در وضعیت فیزیولوژیک بدن، یا قرار گرفتن در معرض عوامل زیانبار خارجی ممکن است به طور موقت (هنگام بارداری)، یا همیشگی (لکه‌های ناشی از افزایش سن) بر الگوهای رنگدانه‌ای پوست تأثیر بگذارند. برای درک فرایند رنگدانه‌سازی در پوست و عوامل مؤثر بر آن باید تعامل سلولی و مولکولی پیچیده بین ملانوسیت‌ها و کراتینوسیت‌ها که با هم «واحد ملانین اپیدرمی» را تشکیل می‌دهند، بررسی کنیم. در این بررسی انواع سلول‌های دیگر که در لایه‌های مختلف پوست توزیع شده‌اند و مسیرهای پیام‌رسانی درون سلولی که اغلب با هم تداخل و ارتباط دارند نیز باید مورد توجه قرار گیرند. در این مقاله تأثیر پرتوهای فرابنفش، برنزه شده و پیری پوست ناشی از قرار گرفتن در معرض نور را در رنگدانه‌سازی مرور می‌کنیم.

ملانوسیت‌ها، ملانوزوم‌ها و ملانین

را «واحد ملانین اپیدرمی» می‌نامند. تخمین زده‌اند که هر ملانوسیت در لایه‌های پایه‌ای و بالای پایه‌ای اپیدرم تقریباً با ۴۰ کراتینوسیت در تماس است.

درون ملانوزوم‌ها دست کم سه نوع آنزیم وجود دارد که برای سنتز انواع ملانین لازم‌اند. تیروزیناز (TYR) که مسئول مراحل اساسی ملانین سازی است، پروتئین وابسته به تیروزیناز نوع ۱ (TYRP1) و دو پاکروم توتومراز (DCT) که بیشتر در تبدیل ملانین به انواع

بیوسنتز ملانین مسیر پیچیده‌ای دارد که درون اندامک‌های غشاداری به نام ملانوزوم انجام می‌شود. این اندامک‌ها در سلول‌های بسیار تخصص یافته‌ای به نام ملانوسیت قرار دارند. ملانوزوم‌ها از طریق زوائد سلولی ملانوسیت‌ها به سلول‌های کراتینوسیت پیرامون خود منتقل می‌شوند و در آن‌جا نقش اساسی خود برای حفاظت در مقابل نور را انجام می‌دهند. ارتباط آناتومیک کراتینوسیت‌ها و ملانوسیت‌ها





دیگر دخالت دارد. علاوه بر این ملانوزومها محتوای سایر پروتئینهای ویژه ملانوسیتاند: مثل Pmel17 که عملکرد ساختاری دارد؛ پروتئینهایی P یا پروتئینهای ناقل همراه غشا (MATP) که احتمالاً در تنظیم pH درون ملانوزومها دخالت دارند و پروتئینهایی که نقش آنها هنوز شناخته نشده است، مثل آنتی ژن ملانوما که سلولهای T نوع یک آن را شناسایی می کنند یا پروتئین آلبینیسم چشمی پوستی نوع یک^۱.

تیروزیناز، گلیکوپروتئینی غشایی نوع یک و تک زنجیره است. این آنزیم هیدروکسیلاسیون تیروزین را به β -۳ و ۴-دهیدروکسی فنیل آلانین یا دوپا (که گام آغازین محدود

کننده میزان ملانین سازی است) و در پی آن اکسیداسیون دو پا به دوپا کوینون را کاتالیز می کند. TYR, TYRP1 و DCT شباهت های ساختاری متعدد دارند و مسیرهای کاملاً مشابه انتقالی، بیوسنتز و پردازش را طی می کنند. بلوغ آنها با کمک چایرون ها انجام می شود که مهم ترین آنها کالکسین است، زیرا در پیچ خوردن درست تیروزیناز دخالت دارد.

متابولیسم بعدی دوپا و مشتقات آن بر اثر آنزیم های متنوع ویژه ملانوسیت شامل TYRP1 و DCT، به سنتز یوملانیجین منجر می شود. TYRP1 برای انتقال درست تیروزیناز به ملانوزومها مهم است و به نظر می رسد DCT در فرایندهای سمزدایی که درون ملانوزومها رخ می دهد نیز دخالت دارد.

ملانین ها بیوپلی مرهایی هستند که چند شکل و عملکرد دارند و شامل یوملانیجین، فتوملانیجین، ملانین مخلوط (ترکیبی از دو نوع قبلی) و نوروملانیجین اند.

ملانوسیت های پستانداران دو نوع رنگدانه ملانینی یوملانیجین قهوه ای سیاه و فتوملانیجین زرد مایل به قرمز تولید می کنند.

اگر چه این مولکول ها از واحدهای تکرار شونده مشترک تشکیل شده که با پیوندهای کربن-کربن به هم متصل اند، اما از نظرویرگی های ساختاری، شیمیایی و فیزیکی با هم تفاوت دارند. یوملانیجین پلی مری بسیار ناهمگن شامل واحدهای ۶،۵ دی هیدروکسی ایندول (DHI) و ۶،۵ هیدروکسی ایندول ۲-کربوکسیلیک اسید (DHICA)، در حالت

اکسید و احیا شده است. فتوملانیجین اساساً شامل مشتقات بنزوتیازین محتوی سولفور است. هر دو نوع ملانین از نظر ساختار شیمیایی در متصل شدن به کاتیون ها، آنیون ها، داروها و ترکیبات شیمیایی و غیره دخالت داشته و بنابراین نقش حفاظتی مهمی را درون ملانوسیت ها ایفا می کنند. نوروملانیجین که در نورون های دوپامینرژیک جسم سیاه^۲ انسان تولید می شود نیز می تواند از فلزات فعال در اکسایش و احیا (کروم، منگنز، مس) و فلزات سمی (سرب، جیوه و کادمیم) کلیت^۳ (کمپلکس دنداندار) ایجاد و در نتیجه از بدن در مقابل اثر این فلزات در تحلیل بردن اعصاب، حفاظت کند.

تغییرات اندک محیط سلولی بر ملانوزومها و رنگدانه سازی اثر می گذارد. عوامل بیرونی و درونی متعدد شامل توزیع ملانوسیت ها در بدن، تفاوت در جنس و نژاد، گوناگونی در حساسیت نسبت

به هورمون، نقص های ژنی، تغییرات دوره ای درموها، سن، پرتوهای فرابنفش، آب و هوا و فصل، سم ها، آلوده کننده ها، قرار گرفتن در معرض ترکیبات شیمیایی و عفونت های انگلی، مسئول دامنه وسیع تغییرات در ساختار و توزیع ملانوزومها هنگام قرار گرفتن در معرض انواع گوناگون تنش هایند.

رنگدانه سازی در پوست پیامد دو رویداد مهم است: ساخت ملانین در ملانوسیت ها و انتقال ملانوزومها به کراتینوسیت های پیرامون آنها. اگر چه تعداد ملانوسیت ها در همه انواع پوست در انسان اساساً ثابت است، تعداد، اندازه و روش توزیع ملانوزومها در کراتینوسیت ها متفاوت است. محتوای ملانین ملانوسیت های انسان نه فقط در انواع پوست، بلکه در قسمت های مختلف پوست یک فرد، ناهمگن است. این ناهمگنی از طریق بیان ژن که مجموع فعالیت ها و ساخت پروتئین های ملانوزومی درون ملانوسیت های فرد را

کنترل می کند، به شدت تنظیم می شود. پژوهشگران نشان داده اند ملانوسیت هایی که ملانین کمی دارند تیروزیناز را آهسته تر سنتز می کنند و آن را سریع تر از ملانوسیت هایی که محتوای ملانین بیشتر و فعالیت بالاتر تیروزینازی دارند، تجزیه می کنند.

معمولاً پوست هایی که رنگدانه زیادی دارند، دارای ذرات ملانوزومی منفرد بزرگ و متعدد (با قطر ۸-۱۵/۱ میلی متر) اند که تخم مرغی شکل و به شدت ملانینی شده اند. پوستی که رنگدانه کمتری دارد

ملانوسیت های پستانداران دو نوع رنگدانه ملانینی یوملانیجین قهوه ای سیاه و فتوملانیجین زرد مایل به قرمز تولید می کنند

وقتی ملانین در پوست تولید و به طور مناسب توزیع می شود، دست کم سلول های در حال تقسیم تاحدودی از جهش هایی که ممکن است در اثر پرتوهای زیان بار فرابنفش در آنها ایجاد شود، حفاظت می شوند

ملانوزوم‌های آن کوچک‌تر (قطر ۵/۰-۳/۰ میلی‌متر) و تراکم کمتری دارد. این ملانوزوم‌ها در گروه‌های غشادار اجتماع کرده‌اند. این الگوهای جداگانه از انواع ملانوزوم و توزیع آن‌ها هنگام تولد وجود دارند و با عوامل خارجی (مثل قرار گرفتن در معرض نور) تعیین نمی‌شوند. این الگوها مسئول تنوع زیاد رنگ پوست در انسان‌اند.

واحد ملانین اپیدرمی

واحد ملانین اپیدرمی مجموعه‌ای ساختاری و عملکردی درون اپیدرم است که از دو نوع سلول ملانوسیت و کراتینوسیت تشکیل شده است (شکل ۱). گوناگونی رنگ پوست نژادهای مختلف اساساً با تعداد، محتوای ملانین و توزیع ملانوزوم‌هایی تعیین می‌شود که به‌وسیله ملانوسیت‌ها تولید و به گروه کراتینوسیت‌های اطراف آن‌ها منتقل می‌شوند. در کراتینوسیت‌ها، دانه‌های ملانین در بالای هسته تجمع پیدا می‌کنند و پرتو فرابنفش آسیب رسان را پیش از آن که بتواند به هسته برسد و به DNA آسیب وارد کند، جذب می‌کنند. وقتی ملانین در پوست تولید و به طور مناسب توزیع می‌شود،

دست کم سلول‌های در حال تقسیم تا حدودی از جهش‌هایی که ممکن است در اثر پرتوهای زیان‌بار فرابنفش در آن‌ها ایجاد شود، حفاظت می‌شوند. مجموعه ملانوسیت-کراتینوسیت به دامنه وسیعی از محرک‌های محیطی به روش پاراکرین و اتوکرین و به سرعت پاسخ می‌دهد. بنابراین ملانوسیت‌ها به پرتو فرابنفش، پروتئین پیام رسان آگوتی^۴، هورمون محرک ملانوسیت، اندوتلین‌ها، فاکتورهای رشد، سیتوکاین‌ها و غیره پاسخ می‌دهند.

پس از قرار گرفتن در معرض پرتو فرابنفش، ملانوسیت‌ها بیان ژن پرو-اوپیو ملانوکورتین (POMC)، پیش‌ساز هورمون محرک ملانوسیت^۵ و گیرنده آن یعنی ملانوکورتین-۱، TYRP1, TYR، پروتئین کیناز C و فاکتورهای پیام رسان دیگر را افزایش می‌دهند. از طرف دیگر مشخص شده است پرتو فرابنفش تولید اندوتلین-۱ (ET-1) و POMC را در کراتینوسیت‌ها تحریک می‌کند و این عوامل به روش پاراکرین ملانوسیت‌ها را تحریک می‌کنند. علاوه بر کراتینوسیت‌ها، فیبروبلاست‌ها و احتمالاً سلول‌های دیگر پوست، سیتوکاین‌ها، فاکتورهای رشد و میانجی‌های التهابی را تولید می‌کنند که می‌توانند تولید ملانین را افزایش دهند و یا انتقال ملانین را ملانوسیت‌ها به کراتینوسیت‌ها را تحریک کنند. فاکتورهای رشد ملانوسیت‌ها نه فقط بر رشد و رنگدانه سازی ملانوسیت‌ها بلکه بر شکل آن‌ها، تولید زوائد سلولی در آن‌ها، چسبندگی پروتئین‌های ماتریکس و تحرک آن‌ها نیز اثر می‌گذارند.

ET-۱ پپتیدی با ۲۱ آمینو اسید با ویژگی گشاد کنندگی رگ است که اولین بار از سلول‌های پوششی جدا شد و بعداً مشخص شد

که در کراتینوسیت‌ها نیز به ویژه پس از قرار گرفتن در معرض پرتو فرابنفش، سنتز و از آن‌ها ترشح می‌شود. اثر کلی ET-۱ افزایش تولید زائده دبر ملانوسیت و تقویت یا افزایش مهاجرت آن و ملانین سازی است.

اپیدرم شبکه پیچیده‌ای دارد که به سیتوکاین‌های اتوکرینی و پاراکرینی که به ترتیب در کراتینوسیت‌ها و ملانوسیت‌ها تولید می‌شوند، پاسخ می‌دهد و آن‌ها را ترشح نیز می‌کند. ازدیاد ملانوسیت‌های انسانی به تداخل چند مسیر پیام رسانی شامل PKC, cAMP/ PKA و تیروزین کیناز نیاز دارد. بنابراین سازوکارهایی که با آن‌ها عوامل گوناگون رنگدانه‌سازی را در پوست افزایش می‌دهند با هم ارتباط متقابل و تنگاتنگی دارند.

تنش‌های درونی و بیرونی متعددی بر رنگدانه‌سازی پوست انسان اثر می‌گذارند.

اثر پرتوهای فرابنفش

وقتی پوست در معرض پرتوهای فرابنفش قرار می‌گیرد با ایجاد دو سد دفاعی به آن پاسخ می‌دهد: اول ضخیم کردن طبقه شاخی و دوم گسترش صافی

ملانین در سلول‌های اپیدرم، کف دست و پا بخش‌هایی از پوست‌اند که ضخیم‌ترین طبقه شاخی را دارند و به طور استثنایی به آسیب پرتو فرابنفش مقاوم‌اند. کراتین‌ها و پروتئین‌های طبقه شاخی اساساً با پراکنده کردن و جذب پرتو فرابنفش عمل می‌کنند. پرتو فرابنفش سازو کار یکپارچه‌ای را برای تشکیل ملانین درون ملانوزوم‌ها و انتقال آن‌ها از ملانوسیت‌ها به کراتینوسیت‌ها به‌راه می‌اندازد. این سازو کار را احتمالاً کراتینوسیت‌ها آغاز می‌کنند؛ به این ترتیب که با افزایش ناگهانی تقسیم میتوز و افزایش تولید ET-۱ و POMC، به پرتو فرابنفش پاسخ می‌دهند و در نتیجه برای ساخت ملانوزوم‌های جدید تقاضا به‌وجود می‌آورند. یک روز پس از قرار گرفتن در معرض پرتو فرابنفش، میزان میتوز در کراتینوسیت‌های پایه‌ای افزایش پیدا می‌کند و دو روز بعد به حداکثر می‌رسد و یک هفته در این سطح باقی می‌ماند. سپس اگر پوست دوباره در معرض پرتو فرابنفش قرار نگیرد، نرخ میتوز کاهش می‌یابد و پس از یک تا دو ماه پوست ضخامت اولیه را به دست می‌آورد. واحد ملانین اپیدرمی پس از قرار گرفتن در معرض پرتوهای فرابنفش با افزایش سطح فعالیت TYR، سنتز بیشتر ملانوزوم‌ها و نرخ بالاتر انتقال ملانوزوم‌ها به کراتینوسیت‌ها به آن پاسخ می‌دهد تا نیاز به ملانوزوم‌های تازه را که با ازدیاد کراتینوسیت‌ها ایجاد شده است، برآورده کند.

پرتو فرابنفش بخشی از طیف الکترو مغناطیسی است که بین نور مرئی و پرتو X قرار دارد. این پرتو فقط ۵ تا ۱۰ درصد مجموع انرژی که زمین از خورشید دریافت می‌کند را تشکیل می‌دهد. پرتوهای فرابنفش بر اساس طول موج به سه نوع پرتو A با طول موج ۴۰۰-۳۲۰، پرتو B

با طول موج ۲۸۰-۳۲۰ و C با طول موج ۲۸۰-۲۰۰ نانومتر تقسیم می‌شود. لایهٔ اوزون پرتو نوع C را مثل بیشتر پرتوهای با طول موج کمتر از ۲۸۰ نانومتر به طور طبیعی جذب می‌کند و این پرتو به زمین نمی‌رسد.

پرتو A از بیشتر انواع شیشه‌ها عبور می‌کند، ولی شیشهٔ پنجره از عبور پرتو B جلوگیری می‌کند. پرتو A به عمق درم نفوذ می‌کند. تخمین زده‌اند که ۱۹ تا ۵۰ درصد پرتو A می‌تواند به عمق ملانوسیت‌ها برسد. در حالی که فقط ۹ تا ۱۴ درصد پرتو B به این سلول‌ها می‌رسد. بنابراین، پرتو فرابنفش نوع A رنگدانه‌سازی ملانین را تحریک می‌کند اما به نظر می‌رسد برنزه شدن حاصل از آن نسبت به پرتو نوع B موقتی باشد و حفاظت کنندگی کمتری در مقابل صدمه ناشی از پرتو فرابنفش داشته باشد. اگر چه مقدار پرتو نوع A که به سطح زمین می‌رسد چند درجه بیشتر از مقدار پرتو نوع B است، اثر قرمز کنندگی پرتو نوع A بر پوست، هزار بار کمتر از پرتو نوع B است.

گارلند و دیگران اولین کسانی بودند که این فرضیه را مطرح کردند که پرتو نوع A می‌تواند ملانوما ایجاد کند. پژوهشگران اثر بالقوهٔ سرطان زایی پرتو نوع A را نیز در ملانوسیت‌های محیط نشان داده‌اند. آنان می‌نویسند: به نظر می‌رسد رنگدانه‌های اندوژنی و یا مولکول‌های مربوط به ملانین، شکستگی DNA را پس از قرار گرفتن در معرض پرتو نوع A افزایش می‌دهد.

پرتو A ابتدا باید با حساس کننده‌های درون‌زا (مثل فلاوین‌ها، پرفورین‌ها و ملانین‌ها) واکنش بدهد که به نوبت انواع اکسیژن فعال را تولید می‌کنند و سرانجام موجب شکستگی‌های تک رشته‌ای در DNA یا فوتو اداکت^۱ می‌شوند.

پرتو نوع B مسئول ایجاد واکنش آفتاب سوختگی پوست است. این پرتو را اساساً اپیدرم و درم جذب می‌کند. این پرتو هم مثل نوع A تولید ملانین را تحریک می‌کند. تولید ملانین اساس برنزه شدن را تشکیل می‌دهد. پرتو نوع B پتانسیل زیادی برای ایجاد قرمزی در پوست دارد و تأثیر آن روی پوست

را در آزمایشگاه و در موجود زنده به طور کامل بررسی کرده‌اند. بخش B طیف می‌تواند سرطان پوست را افزایش دهد به ویژه اگر قرار گرفتن در معرض پرتو مکرر و طولانی باشد. با وجود این بررسی‌های اخیر

نشان داده‌اند استفاده از پرتو B نوارباریک (تقریباً ۳۱۱ نانومتر) برای نور درمانی نسبت به پسرال^۲ و درمان با پرتو A که به فراوانی از آن‌ها استفاده می‌کنند و اثرات جانبی نامطلوب از جمله سرطان‌های پوست را موجب می‌شوند، انتخاب بهتری است.

تنها اثر سودمند شناخته شدهٔ پرتو B تحریک سنتز و ویتامین D در اپیدرم است. ویتامین D جذب کلسیم از روده‌ها را افزایش می‌دهد و معدنی شدن کامل استخوان‌ها را بیمه می‌کند. با وجود این فقط قرار گرفتن بخش کوچکی از بدن در معرض مقدار کم پرتو B (که ۵٪ آن

موجب قرمزی پوست می‌شود) برای سنتز مقدار مورد نیاز ویتامین D در بدن کافی است.

یک نقش ملانین در پوست، خنثی کردن انواع اکسیژن فعال (ROS) است که بر اثر عوامل مختلف از جمله پرتو B ایجاد می‌شوند؛ بنابراین ملانین مثل یک کرم ضد آفتاب طبیعی عمل می‌کند. تا این اواخر تصور می‌کردند هر چه محتوای ملانین بیشتر باشد احتمال صدمه به DNA بر اثر قرار گرفتن در معرض پرتو فرابنفش کمتر است. اخیراً اثر ملانین در پاسخ به پرتو فرابنفش در نژادهای مختلف برای اولین بار بررسی شد. این پژوهش نشان داد به رغم این تصور عمومی که انواع تیرهٔ پوست به پرتو فرابنفش مقاوم‌اند و بنابراین پرتو فرابنفش تأثیر نامطلوبی بر آن‌ها ندارد؛ حتی در تیره‌ترین انواع پوست مقاوم به پرتو فرابنفش، در سطح یک و کمتر از آن یعنی حداقل مقدار لازم برای ایجاد قرمزی در پوست، صدمات قابل توجهی در DNA تجمع پیدا می‌کند. اگر چه بدیهی به نظر می‌رسید که شدیدترین آسیب به DNA، در پوست‌هایی رخ دهد که رنگدانه‌سازی کمی داشتند؛ این پژوهشگران نشان دادند در همهٔ انواع پوست قرار گرفتن در معرض پرتو فرابنفش به مقدار کم، موجب آسیب قابل اندازه‌گیری در DNA می‌شود.

برنزه شدن

افزایش رنگدانه‌سازی در پوست انسان که بیشتر از تراز پایه انجام می‌شود «برنزه شدن» نام دارد و از نظر فیزیولوژیک با پرتو فرابنفش تحریک می‌شود. تیره شدن پوست بر اثر پرتو فرابنفش با افزایش تعداد ملانوسیت‌ها، تحریک ساخت ملانین و زائده دار شدن ملانوسیت‌ها همراه است. زائده دار شدن ویژگی مورفولوژیک تعیین کننده و لازم برای انتقال ملانین به کراتینوسیت‌هاست.

پژوهش‌ها نشان داده‌اند برنزه شدن دو مرحلهٔ جداگانه دارد: تیره شدن رنگدانه‌ای فوری و برنزه شدن تأخیری که هر دوی آن‌ها عوامل تعیین کنندهٔ قوی ژنتیک دارند و

بیشتر در افرادی دیده می‌شوند که رنگدانه‌سازی خط پایهٔ آنان تیره است. برنزه شدن فوری، تغییر پوست به رنگ مایل به قهوه‌ای و سریع ولی موقت است که بلافاصله پس از قرار گرفتن پوست در معرض

پرتو فرابنفش A یا نور مرئی ایجاد می‌شود؛ در مدت یک تا دو ساعت به بیشینه می‌رسد و ۳ تا ۲۴ ساعت بعد ناپدید می‌شود. هنگام برنزه شدن فوری تغییرات فراساختاری و ویژه‌ای در ملانوسیت‌ها مشاهده شده است: ظاهر شدن رشته‌ها و ریز رشته‌های ضخیم و انتقال ملانوزوم‌ها از بخش‌های پیرامونی هسته به زائده‌های سلولی. اما اندازه و تعداد ملانوزوم‌ها واقعاً افزایش پیدا نمی‌کنند. بنابراین، امکان دارد اساس واکنش برنزه شدن فوری، اکسید شدن نوری ملانین یا پیش سازهای آن باشد که از قبل وجود دارند یا حتی از اجزای دیگر اپیدرمی، یا توزیع

این پژوهشگران نشان دادند در همهٔ انواع پوست قرار گرفتن در معرض پرتو فرابنفش به مقدار کم، موجب آسیب قابل اندازه‌گیری در DNA می‌شود

دوباره آن‌ها در اپیدرم ناشی شود. برنزه شدن تأخیری از برنزه شدگی دوره‌ای و بر اثر چند بار قرار گرفتن در معرض پرتو نوع B (اساساً)، پرتو نوع A، یا نور مرئی ایجاد می‌شود. این فرایند تدریجی است و طی آن ۴۸-۷۲ ساعت پس از قرار گرفتن در معرض پرتو تیره شدن پوست آغاز می‌شود و تقریباً پس از سه هفته به بیشینه می‌رسد. تقریباً ۸ تا ۱۰ ماه بعد، محتوای ملانین پوست به میزان اولیه خود باز می‌گردد. برنزه شدن تأخیری به تغییرات کمی و کیفی درون ملانوسیت‌ها بستگی دارد. در این حالت اندازه ملانوسیت‌ها و تعداد زائده‌های آن‌ها افزایش پیدا می‌کند و در آن‌ها رشته‌های ضخیم به طور پراکنده توزیع می‌شوند. در این سلول‌ها ریبوزوم‌ها، شبکه آندوپلاسمی و دستگاه گلژی گسترش بیشتر دارند که نشان دهنده افزایش سنتز تیروزیناز و ملانوزوم‌ها در همه مراحل تکوینی، افزایش ملانین سازی در آن‌ها و

افزایش تعداد ملانوزوم‌های انتقالی به کراتینوسیت‌هاست. بنابراین، برنزه شدگی تأخیری به افزایش تعداد ملانوسیت‌ها و ملانین سازی مربوط است.

برنزه شدن مثل همه پاسخ‌های نورزیستی به تعامل مستقیم فوتون‌های فرابنفش با هدف‌های مولکولی (کروموفورها)

در پوست نیاز دارد. کروموفورهای مهم سلولی که دامنه پرتوهای فرابنفش B آن‌ها را جذب می‌کنند اسیدهای نوکلئیک (بیش از همه بازهای پورین و پیریمیدین) و پروتئین‌ها (بیشتر تریپتوفان و تیروزین) هستند. سمی شدن سلول، جهش زایی و سنتز پروتئین جدید همه با واکنش‌های نوری آغاز می‌شوند که با DNA در ارتباط‌اند. با این وجود برخی پاسخ‌ها مثل فعال شدن آنزیم‌های غشا و القای پاسخ ژنی اولیه با کروماتوفورهای غیر هسته‌ای در ارتباط‌اند. مولکول‌های زیستی دیگر که پرتوهای B را جذب می‌کنند شامل شکل احیا شده NAD، کینون‌ها، فلاوین‌ها و کوفاکتورهای دیگری مثل تتراپپوترن‌اند که حلقه ناهمگن دارند. علاوه بر کروماتوفورهایی که گفته شد مولکول‌های جذب کننده پرتو B، A هم وجود دارند و شامل ۷-دهیدروکسی کلسترول، اوروکانیک اسید و ملانین‌اند.

محصولاتی که پس از جذب پرتو B در DNA تشکیل می‌شوند، به علت نقش مهمی که در سازوکارهای زیر بنایی سرطان زایی پرتوهای بنفش دارند، به طور گسترده بررسی شده‌اند. سلول‌ها به دستگاهی پیچیده و بسیار منظم برای تعمیر آسیب DNA که به این روش ایجاد می‌شود، مجهزند. با وجود این، اگر این تعمیر با کارآمدی و دقت بالا انجام نشود، جهش‌ها در سلول‌ها تجمع پیدا می‌کنند و ممکن است به سرطان پوست بینجامند. پرتو فرابنفش موجب می‌شود چربی‌های غشاهای سلولی پراکسیده و در نتیجه انواع اکسیژن‌های فعال تولید شوند. اکسیژن‌های فعال ممکن است ملانوسیت‌ها را به تولید ملانین بیشتر تحریک کنند. معمولاً فقط چربی‌ها که دو یا چند

پیوند دو گانه کانونی در ساختارشان دارند، پرتو فرابنفش B را جذب و در نتیجه آراشیدونیک اسید آزاد می‌کنند. آراشیدونیک اسید به طور متوالی به انواع گوناگون پروستاگلاندین‌ها و لکوترین‌ها متابولیزه می‌شود و با پردازش‌های متوالی از ۷-دهیدروکلسترول، پیش ویتامین D₃ را تولید می‌کند. در این پردازش‌ها محصولات نوری گوناگون و ۱،۲۵-دی هیدروکسی-ویتامین D₃ که از نظر زیستی فعال است، تولید و دیاسیل گلیسرول (DAG) آزاد می‌شود. دیاسیل گلیسرول علاوه بر نقش‌های احتمالی که در پیام‌رسانی دارد، پروتئین کیناز C را فعال می‌کند. پژوهشگران مشاهده کرده‌اند افزودن دیاسیل گلیسرول به ملانوسیت‌های انسانی کشت شده، محتوای ملانین آن‌ها را در طی ۲۴ ساعت چند برابر افزایش می‌دهد.

آزمایش‌های متوالی نشان داده‌اند پرتوهای فرابنفش همراه با

دیاسیل گلیسرول، ملانین سازی را افزایش می‌دهند. این داده‌ها حاکی از آن‌اند که ممکن است دیاسیل گلیسرول میانجی فیزیولوژیک پاسخ برنزه شدن در پوست پرتو دیده باشد.

اثر مستقیم ملانین سازی پرتوهای فرابنفش در ملانوسیت‌ها ممکن است با تولید منوکسید

نیتروژن مرتبط باشد منوکسید نیتروژن را به عنوان مولکولی مهم و پیک درون و بین سلولی در نظر می‌گیرند. منواکسید نیتروژن اثرهای خود را از طریق فعال کردن یک گوانیلات سیکلاز محلول اعمال می‌کند و به افزایش محتوای بین سلولی GMP حلقوی و فعال کردن پروتئین کیناز وابسته به آن منجر می‌شود. علاوه بر این، پژوهش‌ها نشان داده‌اند پرتوهای فرابنفش، تولید منواکسید نیتروژن و GMP حلقوی را افزایش می‌دهند، بنابراین، می‌توان این نظر را طرح کرد که برای ملانین سازی بر اثر پرتو B هردو مولکول لازم‌اند. ملانین با جذب، تفرق و اکسید کردن نوری و به دام انداختن رادیکال‌های آزاد نقش محافظ نوری مهمی را در پوست انسان بازی می‌کند. ملانین یک دیسموتاز^۸ کاذب است، اثرهای سمی انواع اکسیژن رادیکالی را به حداقل می‌رساند و از آسیب به DNA، پروتئین‌ها، چربی‌های غشای سلولی جلوگیری می‌کند. پژوهشگران مشخص کرده‌اند پرتو A، انواع اکسیژن آسیب رسان مثل OH[•]، O₂^{-•} و O₂^{-•} تولید می‌کند. ملانین با آن‌ها وارد واکنش می‌شود و بنابراین از پوست حفاظت می‌کند.

در مجموع پرتو فرابنفش روی پوست انسان با افزایش رونویسی از ژن تیروزیناز و افزایش عملکرد گیرنده ملانوکوتین ۱ روی ملانوسیت‌ها اثر می‌گذارد. پرتو فرابنفش بیان POMC و پپتیدهای مشتق از آن را در کراتینوسیت‌ها و سلول‌های درم افزایش می‌دهد و دیاسیل گلیسرول را از غشای پلاسمایی آزاد می‌کند که آن هم به نوبت خود PKC را فعال می‌کند. پرتو فرابنفش مسیر NO/cGMP را هم فعال می‌کند و تولید فاکتورهای رشد و ۱-ET را در کراتینوسیت‌ها فعال و پاسخ SOS^۹ به

برنزه شدن فوری، تغییر پوست به رنگ مایل به قهوه‌ای و سریع ولی موقت است که بلافاصله پس از قرار گرفتن پوست در معرض پرتو فرابنفش A یا نور مرئی ایجاد می‌شود؛ در مدت یک تا دو ساعت به بیشینه می‌رسد و ۳ تا ۲۴ ساعت بعد ناپدید می‌شود

آسیب ناشی از پرتو فرابنفش به DNA را القا می کند که سازو کارهای اصلاح و تعمیر DNA سلولی را به راه می اندازد.

اثر نور بر پیری پوست

پیری پوست فرایند پیچیده ای است که بر اثر افزایش سن و برخی عوامل محیطی مثل پرتو فرابنفش ایجاد می شود. تغییرات پوست که بر اثر پیر شدن رخ می دهد، عبارتند از: خشک شدن، افزایش شکنندگی، کاهش ضخامت اپیدرم و درم (که هر دو تحت تأثیر تغییرات دوره ای استروژن ها و بالقوه آندروژن ها هستند)، قطعه قطعه شدن رشته های ارتجاعی (احتمالاً بر اثر تغییرات دوره ای استروژن)، کاهش تولید چربی و کاهش تعداد و عملکرد غده های آپوکرین (احتمالاً تحت تأثیر تغییرات دوره ای آندروژن ها). پیری پوست که بر اثر تابش نور ایجاد می شود، شامل: چین و چروک، لکه های پیری، رنگدانه های خال دار، شاخی شدن شیمیایی، سرطان سلول پایه ای و سنگفرشی و انواع ملانوماها هستند.

افزایش سن به کاهش نرخ

جایگزینی اپیدرم، مسطح شدن

شبکه برآمدگی ها و کاهش سطح غشای پایه منجر می شود. این پدیده از نظر بالینی افزایش شکنندگی پوست نام دارد. افزایش سن موجب کاهش محتوای کلاژن درم و ضخامت آن می شود. تغییرات دیگر شامل کاهش رگ سازی در درم و کاهش فیبروبلاست های عملکردی اند که از نظر بالینی موجب افزایش زمان لازم برای بهبود زخم می شوند. رشته های ارتجاعی درم (بیشتر در درم بالایی) نیز از افزایش سن تأثیر می پذیرند و تا حدود هفتاد سالگی قطعه قطعه و دانه دانه می شوند.

میزان آسبی که در پیری پوست بر اثر نور به اپیدرم وارد می شود به میزانی که فرد در معرض نور قرار گرفته است و حفاظتی که از طریق رنگدانه سازی انجام می شود، بستگی دارد. نخستین اثر نور بر درم، تحلیل کلاژن و رسوب مواد ارتجاعی غیر طبیعی است. نشانه های بالینی این تغییرات شامل چین و چروک و شیار در صورت است که با شل شدن و چین های کم عمقی که بر اثر افزایش سن در بخش درم در قسمت هایی از پوست که در معرض نور قرار ندارند ایجاد می شود، تفاوت دارد.

از نظر رنگدانه سازی، پیری به کاهش عملکرد ملانوسیت های فعال در پوست و منجر می شود. بررسی های مختلف نشان داده اند از تعداد ملانوسیت های DOPA مثبت فعال در پوست پرتو ندیده در هر ده سال ۲۰-۸ درصد کاسته می شود. با وجود این، در پوست پرتو ندیده نسبت به قسمتهایی که در معرض پرتو قرار ندارند، تعداد ملانوسیت ها دو برابر بیشتر است و با افزایش سن همچنان ملانوسیت ها به طور قابل توجهی کاهش می یابند. موضوع تعجب آور این است که با افزایش سن رنگدانه های پوست بر خلاف مو کم نمی شوند.

در واقع حتی پوست فرد مسن تری که در معرض آفتاب قرار گرفته

به رغم آن که تعداد ملانوسیت های آن کمتر است، معمولاً نسبت به فرد جوان تر با رنگ چهره مشابه، رنگدانه بیشتری دارد. این تناقض را این طور توضیح داده اند که در ملانوسیت های مسن تر پس از چند سال اثر آفتاب تجمع می یابد و فعالیت آن ها بیشتر است.

اخیراً یافته جالبی نشان داده است که DCT در ملانوسیت های مو در مقایسه با پوست انسان بیان نمی شود. این موضوع می تواند بالقوه در فقدان زود هنگام تولید ملانین در ملانوسیت های فعال موی فرد مسن که در نبود DCT و بر اثر تنش سیتوتوکسیک اضافی ناشی از ملانین سازی ایجاد می شود، دخالت داشته باشد.

لکه های پیری که لکه آفتابی، کبدی و یا کک و مک پیری هم نامیده می شوند، معمولاً لکه هایی به رنگ مشخص قهوه ای روشن تا سیاه براق اند. این لکه ها معمولاً در بخش هایی از بدن که در معرض پرتو فرابنفش اند مثل صورت، روی دست، ساعد و پشت یافت می شوند. اندازه آن ها از کمتر از یک میلی متر تا چند سانتی متر و حتی در قسمتهایی که به شدت آسیب دیده است به اندازه های بزرگ تر هم می رسد.

اخیراً ایموکاوا^{۱۰} و گروهش سازو کارهای مولکولی مسئول افزایش رنگدانه سازی در لکه های پیری را توضیح داده اند. آنان در این لکه ها در مقایسه با پوست سالم و نسبت به طول سطح بین درم و اپیدرم، دو برابر سلول تیروزیناز مثبت یافته اند. این پژوهشگران نشان داده اند که بین ملانوسیت ها/کراتینوسیت ها و ملانوسیت ها/فیبروبلاست های درم یک شبکه تنظیمی مولکولی وجود دارد که در آن ها اندوتلین ۱ و فاکتور سلول بنیادی تنظیم کننده های کلیدی افزایش رنگدانه سازی و ایجاد لکه های پیری اند.

پی نوشت

1. oculocutaneous albinism -1 (oA.1)
2. substantia nigra
3. chelate
4. agouti signaling protein
5. proopiomelanocortin
6. photoadduct
7. psoralen
8. dismutase
9. son of sevenless

مجموعه ای از ژن ها که فاکتورهای مبادله نوکلئوتید گوانین را در پیام رسانی سلول ها کد می کنند

10. Imokawa

منبع

Human skin pigmentation: melanocytes modulate skin color in response to stress; Costin Ge, Hearing VJ. FASEB J. 2007 Apr; 21(4): 976 - 94. Epub 2007 Jan 22

تزئینات آوندهای چوبی تره

شرح یک تجربه ساده در آزمایشگاه زیست شناسی

غلامرضا مقدسی

دبیر زیست شناسی

ghr.moghaddasi@gmail.com

اشاره

مثل است که «همگان افتادن سیب را از درخت دیده اند، ولی فقط نیوتون توانست با تعمق در این پدیده ساده قانون جاذبه را کشف کند». این مثال ساده، بیانگر اهمیت مشاهده در شکل گیری فرضیه ها و تئوری های علمی است که جهان خلقت بر اساس آن ها بنیان نهاده شده است. علم را دانش سازمان یافته مبتنی بر مشاهده و آزمایش می دانند. مشاهدات دقیق باعث ارائه مدل ها و فرضیه های علمی می شوند. معلمان زیست شناسی نیز می توانند با ارائه آزمایش های ساده به دانش آموزان روحیه جست و جوی را در ایشان تقویت کنند.

مقدمه

هر بافت گروهی از سلول هاست که در مجموع ساختار و عمل ویژه دارند. بافت های گیاهی را بر حسب ویژگی های دیواره سلول ها و وظایفی که دارند، گروه بندی می کنند. یکی از انواع بافت های گیاهی، بافت های هدایت کننده یا هادی هستند که وظیفه انتقال شیره های گیاهی را به عهده دارند. بافت های هادی به دو گروه اصلی چوبی و آبکشی تقسیم می شوند. خاستگاه آوندهای چوبی مریستم های انتهایی (پیش کامبیوم)، یا لایه زاینده استوانه مرکزی (کامبیوم) است.

آوندهای چوبی از نظر ویژگی های ریختی و از دیدگاه فرگشتی به دو گروه تراکئیدها و عناصر آوندی تقسیم می شوند. تراکئیدها آوندهایی هستند که از سلول های منفرد، طویل و دوکی شکل تشکیل شده اند. دیواره بین دو آوند مجاور از بین نمی رود. بنابراین ارتباط آن ها از راه مجاری پلاسمودسم است. این آوندها بر حسب تزئینات چوبی که روی سطح داخلی دیواره طولی آن ها قرار دارد به انواع نردبانی (در سرخس ها) و قرصی (در بازدانگان) تقسیم می شوند. بافت هدایت کننده اکثر نهانزادان آوندی و بازدانگان تنها از تراکئیدها تشکیل شده است.

بخش هایی از دیواره سلول های تشکیل دهنده عناصر آوندی، ضمن رشد طولی از میان می رود و لوله هایی سراسری به وجود می آورد. شیره خام می تواند با سرعت بیشتری از آن ها عبور کند. عناصر آوندی بر حسب تزئینات چوبی سطح داخلی دیواره سلولی به انواع حلقوی، مارپیچی، مخطط، مشبک و منقوط (لان دار) تقسیم می شوند.

کلیدواژه ها: آوندهای چوبی، برگ تره.



معلمان زیست‌شناسی نیز می‌توانند با ارائه آزمایش‌های ساده به دانش‌آموزان روحیه جست‌وجوگری را در ایشان تقویت کنند

ابزار و مواد مورد نیاز

برگ تره، میکروسکوپ نوری معمولی، سوزن ته گرد، لام شیشه‌ای و بشر.
آیا می‌خواهید تزیینات داخلی آوندهای چوبی تره را به شکلی عینی و کاملاً سه بعدی مشاهده کنید؟ کافی است مراحل زیر را به دقت اجرا کنید. بدون شک، تزیینات زیبایی که می‌بینید شما را متعجب خواهد کرد.

شرح مراحل آزمایش

۱. چند برگ تره را سه تا چهار روز درون آب، در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار دهید. به‌طوری که بعد از چند روز تغییر رنگ دهند و بخش‌های نرم و سلولزی آن کاملاً پلاسیده شوند. در صورتی که دمای محیط آزمایشگاه بالاتر از دمای اتاق باشد، برگ‌های تره زودتر آماده می‌شوند.
۲. قطعه کوچکی به طول ۳-۴ سانتی‌متر را از برگ نرم شده تره روی لام شیشه‌ای می‌گذاریم و با نوک سوزن ته گرد بافت‌های نرم آن را از یکدیگر جدا می‌کنیم. در این صورت ساختار پنبه‌ای و رشته‌مانندی حاصل می‌شود.
۳. نمونه تهیه شده را زیر میکروسکوپ نوری معمولی ابتدا با عدسی ۴ و سپس با عدسی ۲۰ و ۴۰ به دقت مشاهده می‌کنیم. تصاویر نمونه‌های مشاهده شده را رسم می‌کنیم. در این نمونه تزیینات مختلف آوندهای چوبی که از دیواره سلولزی جدا شده‌اند به صورت مجزا مشاهده می‌شوند. به یاد داشته باشیم که برگ درختان سبز در نظر هوشیار، هر ورقش دفتری است معرفت‌کردگار.

منابع

۱. دیانت‌زاد، حسن، زیست گیاهی، شرکت چاپ و توزیع کتاب‌های درسی، ۱۳۷۸
۲. سید مظفری، فریده دخت، ریخت‌شناسی و تشریح گیاهی، انتشارات پیام نور، ۱۳۸۸
۳. ربون و جانسون، زیست‌شناسی عمومی، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۸۹

استخراج، جداسازی و تعیین میزان تروپان آلکالوئیدها در گیاه *Hyosyamus pusillus* L.) تیمار شده با غلظت‌های مختلف نیترات در مراحل مختلف رشد

چکیده

تروپان آلکالوئیدهای تیره سیب زمینی اهمیت اقتصادی، صنعتی و دارویی بسیاری دارند. هیوسيامین و اسکوپولامین، مهم‌ترین تروپان آلکالوئیدها، به‌عنوان عوامل آنتی کولینرژیک که بر سیستم اعصاب پاراسمپاتیک تأثیر می‌گذارند، به‌طور گسترده مورد استفاده واقع می‌شوند. بنگ دانه (*Hyoscyamus*) یکی از سرده‌های تیره سیب‌زمینی با چندین گونه دارای ارزش دارویی بسیاری است. در این تحقیق اثر غلظت‌های مختلف نیتروژن بر میزان تروپان آلکالوئیدهای گیاه *Hyoscyamus pusillus* L. در مراحل مختلف رشد مورد بررسی قرار گرفت. گیاهان با غلظت‌های مختلف نیتروژن (۴/۵ و ۳/۷۵، ۳، ۲/۲۵، ۱/۵، ۰/۷۵) تیمار و سپس در سه مرحله چهاربرگی، هشت برگی و قبل از آغاز گل‌دهی جداگانه برداشت شدند. پس از استخراج تروپان آلکالوئیدها از بخش‌های مختلف گیاه (بخش‌های هوایی و زیرزمینی) به‌طور جداگانه و جداسازی آلکالوئیدهای هیوسيامین و اسکوپولامین با استفاده از روش کروماتوگرافی لایه نازک، جذب نوری هیوسيامین و اسکوپولامین نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. نتایج به‌دست آمده نشان دادند که میزان آلکالوئیدهای هیوسيامین و اسکوپولامین در مراحل مختلف رشد و در بخش‌های مختلف گیاه متفاوت است و بیشترین مقدار تروپان آلکالوئیدها در مرحله چهار برگی مشاهده شد. آلکالوئید غالب بخش‌های مختلف گیاه اسکوپولامین بود. هم‌چنین نتایج نشان دادند که غلظت‌های متفاوت نیتروژن با تأثیر بر بیوسنتز تروپان آلکالوئیدها باعث افزایش تولید آن‌ها شدند.

کلیدواژه‌ها: بنگ دانه، هیوسيامین، اسکوپولامین، نیتروژن، TLC.

سلیمان محبی، دبیر زیست‌شناسی ناحیه ۴ تبریز
کمال الدین دیلمقانی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرند
حسن حکمت شعار، دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرند

بررسی تأثیر غلظت‌های هورمونی در تولید کالوس گیاه باریجه *(Ferula gummosa Boiss.)*

چکیده

باریجه (*Ferula gummosa Boiss.*) از خانواده چتریان ۱ و از گیاهان بسیار ارزشمند و انحصاری ایران است. به علت مونوکاریپیک بودن و داشتن دوره طولانی خواب بذر، تکثیر این گیاه به‌راحتی انجام نمی‌شود. در حال حاضر محصولات مختلفی از این گیاه در صنایع آرایشی - بهداشتی، دارویی و غذایی در جهان تولید می‌شود. در جهت توسعه مطالعات بیوتکنولوژیک، کشت بافت گیاه باریجه با استفاده از جوانه گیاه، در محیط پایه MS همراه با ۳۰ گرم ساکارز و ۸ گرم آگار و در تیمارهای هورمونی NAA و BAP با غلظت‌های (۱-۱ mgL⁻¹) ۰/۱، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ در تریکی انجام گرفت. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند که کالوس باریجه در تیمارهای هورمونی متفاوت به خوبی رشد می‌کند اما بالاترین درصد تولید کالوس در تیمار NAA و BAP هر یک با غلظت ۱/۵ میلی گرم در لیتر حاصل شد. براین اساس کشت بافت این گیاه با استفاده از محیط‌های هورمونی و ریز نمونه مناسب در فاز تولید کالوس و سپس ریز ازدیادی و تولید انبوه و جلوگیری از انقراض آن توصیه می‌شود.



کلیدواژه‌ها: باریجه، تیمار هورمونی، کالوس.

معصومه پارسیان
کارشناسی ارشد زیست‌شناسی علوم گیاهی
دبیر زیست‌شناسی شهرستان ساوه

نوشته‌های رسیده

در شماره‌های پیشین این مجله راهنمایی‌هایی برای کسانی که می‌خواهند متن‌های خود را برای چاپ و انتشار به ما بفرستند، درج شده است. مطالعه این راهنمایی‌ها به کسانی که می‌خواهند آثار خود را در این نشریه به چاپ بپردازند و از این راه با همکاران خود اطلاعات و تجربه مبادله کنند، کمک بسیاری است.

با این حال همواره نوشته‌هایی به ما می‌رسد که حداقل معیارهای ما را رعایت نکرده‌اند و لذا مناسب چاپ و انتشار تشخیص داده نمی‌شوند و از چاپ باز می‌مانند. مثلاً:

● سطح برخی از نوشته‌ها متناسب با سطح تعیین شده برای این مجله نیست و اگر چه مقاله‌های آنان بی‌نقص و کامل نوشته شده‌اند، اما متناسب با نیازهای مخاطبان این مجله نیستند.

● برخی از نوشته‌ها اشکال‌های علمی دارند و نویسندگان یا مترجم آن‌ها به موضوع نوشته خود احاطه لازم را نداشته است.

● برخی نوشته‌ها تکراری‌اند، یعنی در گذشته مطالبی مانند آن‌ها در این مجله به چاپ رسیده است.

● برخی نوشته‌ها به گونه‌ای نوشته شده‌اند که ویرایش آن‌ها ناممکن است.

این نوشته‌ها، هر کدام به یک یا چند علت از علل بالا، غیرقابل چاپ‌اند:

۱. مطالعه زیرگروه‌های سلول کشنده طبیعی در بیماران مبتلا به سل ریوی حساس و مقاوم به دارو
۲. طرح درس علوم زیستی و بهداشت (روش استقرایی به صورت سناریو)



با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های رشد توسط دفتر انتشارات و تکنولوژی کمک آموزشی سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی و انتشارات و پرورش تهیه و منتشر می‌شوند:

مجله‌های دانش‌آموزی

(به صورت ماهانه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

- رشد کودک** (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایه اول دوره دبستان)
- رشد نوآموز** (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره دبستان)
- رشد دانش‌آموز** (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دوره دبستان)
- رشد نوجوان** (برای دانش‌آموزان دوره راهنمایی تحصیلی)
- رشد جوان** (برای دانش‌آموزان دوره متوسطه و پیش‌دانشگاهی)

مجله‌های بزرگسال عمومی

(به صورت ماهانه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

- رشد آموزش ابتدایی ♦ رشد آموزش راهنمایی تحصیلی ♦ رشد تکنولوژی آموزشی ♦ رشد مدرسه فردا ♦ رشد مدیریت مدرسه ♦ رشد معلم

مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی تخصصی

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

مجله‌های بزرگسال اختصاصی

- ♦ رشد برهان راهنمایی (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره راهنمایی تحصیلی)
- ♦ رشد برهان متوسطه (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره متوسطه) ♦ رشد آموزش قرآن ♦ رشد آموزش معارف اسلامی ♦ رشد آموزش زبان و ادب فارسی ♦ رشد آموزش هنر
- ♦ رشد آموزش مشاور مدرسه ♦ رشد آموزش تربیت بدنی ♦ رشد آموزش علوم اجتماعی ♦ رشد آموزش تاریخ ♦ رشد آموزش جغرافیا ♦ رشد آموزش زبان ♦ رشد آموزش ریاضی ♦ رشد آموزش فیزیک ♦ رشد آموزش شیمی ♦ رشد آموزش زیست‌شناسی
- ♦ رشد آموزش زمین‌شناسی ♦ رشد آموزش فنی و حرفه‌ای ♦ رشد آموزش پیش‌دبستانی

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

- ♦ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی.
- ♦ تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸ - ۲۱



برگ اشتراک مجله‌های رشد

نحوه اشتراک:

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

۱. مراجعه به وبگاه مجلات رشد؛ نشانی: www.roshdmag.ir و تکمیل برگه اشتراک به همراه ثبت مشخصات فیش واریزی.
۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شده اشتراک با پست سفارشی (کپی فیش را نزد خود نگه‌دارید).

نام مجلات درخواستی:

.....

.....

.....

نام و نام خانوادگی:

.....

تاریخ تولد:

.....

تلفن:

.....

نشانی کامل پستی:

.....

استان:

.....

شماره فیش:

.....

پلاک:

.....

♦ در صورتی که قبلاً مشترک مجله بوده‌اید، شماره اشتراک خود را ذکر کنید:

.....

امضا:

♦ نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱

♦ وبگاه مجلات رشد: www.roshdmag.ir

♦ اشتراک مجله: ۰۲۱-۷۷۳۳۶۶۵۶/۷۷۳۳۵۱۱۰/۷۷۳۳۹۷۱۳-۱۴

♦ هزینه اشتراک یکساله مجلات عمومی (هشت شماره): ۱۲۰۰۰ ریال

♦ هزینه اشتراک یکساله مجلات تخصصی (چهار شماره): ۸۰۰۰۰ ریال

۳. بیوتکنولوژی و ایجاد گیاهان

مقاوم به شوری

۴. سیانوباکتری‌ها

۵. مسیرهای عصبی کنترل

فشارخون و ضربان قلب

۶. آیا ما همه چیز را درباره دستگاه

گلری می‌دانیم؟

۷. رهیافتی بر کاربرد فناوری نانو در

علوم مختلف

۸. ترغیب معلمان به استفاده از

تکنولوژی آموزشی در تدریس

۹. سرطان و نقش عوامل تغذیه در

پیشگیری از آن

۱۰. H_2O_2 و NO_2 به‌عنوان

مولکول‌های سیگنالی‌نگ در گیاهان

۱۱. پمپ‌های غشا و نقش آن‌ها

در جذب و انتقال مواد در سلول‌های

گیاهی

۱۲. استفاده از گیاه گل ساعتی در

درمان اختلال اضطراب

۱۳. تنش‌های غیرزیستی در گیاهان

۱۴. بازدارندگی شاخه‌بندی به وسیله

هورمون‌های گیاهی ترپنوئید جدید

۱۵. مقاله ترجمه شده در مورد چای

و تأثیر کافئین آن بر DNA

۱۶. اکوفیزیولوژی درخت سنجد

۱۷. گرده افشان‌ها مهندسان اصلاح

نباتات

۱۸. آنالوگ‌ها در علم و آموزش علم

۱۹. مسیر پاسخ به نور مشابه در

انسان و گیاه

۲۰. تغییر رنگ و ریزش برگ‌ها

۲۱. طرح درس به روش سفر به

درون

۲۲. کرم سینورابدیتیس الگانس

۲۳. آلکالوئیدها

۲۴. دو سؤال درباره نیکوتین

۲۵. فیلوژنی ژن‌های هومئوتیکی و

تکامل گل

۲۶. سازوکارهای خفتگی دانه‌ها

۲۷. گلیسیریزین ماده مؤثر گیاه

شیرین بیان