بسم الله الرحمن الرحیم

رشد آموزش زیست‌شناسی ۸۳

■ فصلنامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی ■ دورهٔ بیست‌وچهارم ■ شمارهٔ ۴ ■ تابستان ۱۳۹۰

فهرست

سرمقاله /	۲
دیدگاه / بی‌مهری به علوم زیستی / غلامرضا مقدسی	۴
گندوکاو / رفتارهای تولیدمثلی جانوران / محمد کرام‌الدینی	۶
ایران / زیست‌شناسی در فضا	۱۳
تجربه / روش کاربردی استخراج DNA از خون انسان / الهه فلفلی	۱۷
ایران / قانون و شکستگی استخوان / محمدعلی ـ ابوعلی	۲۰
گندوکاو / کراتین در پوست، کراتین در ماهیچه / نظام جلیلیان	۲۶
گندوکاو / دام‌های مرگ / الهه علوی	۲۹
جهان / پرسش‌های جهانی	۳۱
تجربه / طرح درس خودکاری قلب / مریم انصاری	۴۳
گندوکاو / تغییرات کووالانسی در آنزیم‌های تنظیمی / سودابه نیک‌نیا	۴۶
گندوکاو / نارسایی زودرس تخمدان / زهرا قلی‌پور فریدونی	۴۹
تجربه / فشار منفی و فشار مکش / سعید بهرامی	۵۳
کوتاه و خواندنی / فیزیک پدیده‌های زیستی / محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر	۵۴
پژوهش‌های دبیران /	۶۰
کوتاه و خواندنی / جلوگیری از تکامل عامل مالاریا / ترجمه: ناهید احمدپناه	۶۰
بازتاب /	۶۳

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

● مدیرمسئول: محمد ناصری
● سردبیر: محمد کرام‌الدینی
● مدیر داخلی: الهه علوی
● هیئت تحریریه (به ترتیب الفبا):
دکتر عباس اخوان‌سپهی، علی آل‌محمد، دکتر علیرضا ساری، نظام جلیلیان، الهه علوی، دکتر شهریار غریب‌زاده و دکتر حسین لاری یزدی
● طراح گرافیک: فریبا بندی
● نشانی دفتر مجله: تهران، صندوق پستی: ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
● تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۰، داخلی ۲۷۷

● وبگاه: www.roshdmag.ir
● وبلاگ: www.roshdmag.ir/weblog/zistshenasi
● رایانامه: zistshenasi@roshdmag.ir
mohammad@karamudini.com
● نشانی امور مشترکین: تهران ـ صندوق صندوق پستی: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
● تلفن: ۷۷۳۳۶۶۵۵ـ۷۷۳۳۶۶۵۶
● چاپ: شرکت افست
● شمارگان: ۹۰۰۰

روی جلد: گل جالیز (*Orobanche sp.*)
عکس از زهرا فورکی‌نژاد، دبیر زیست‌شناسی بیرجند

● مجلهٔ 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 حاشیهٔ 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 به‌کار رفته باشد.
● مقاله‌های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته و متن اصلی نیز ضمیمهٔ 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 شمارهٔ صفحهٔ مورد استفاده باشد.
● مجله در رد، قبول، ویرایش و یا تلخیص مقاله‌های رسیده مختار است.
● آرای مندرج در مقاله‌ها، ضرورتاً مبین 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.

دزدی زیستی

گیاه *Nicotiana tabacum* (بخوانید نیکوشیانا تاباکوم) یکی از مهم‌ترین گیاهان جهان است، چرا که صرف‌نظر از اثر بر سلامت آدمی، بر اقتصاد و سیاست جوامع انسانی نیز اثرهای بسیار داشته و حتی گاه تعیین‌کننده نیز بوده است. فراوردهٔ این گیاه برای بسیاری از ما آشناست؛ برخی آن را دوست نداریم، برخی از آن متنفریم و برخی دیگر تحملش می‌کنیم.

نامش از کجا آمده است؟ در سال ۱۵۶۰ ژان نیکوت دو ویمن[1] آن را به عنوان گیاهی دارویی به فرانسه وارد کرد و در سال ۱۵۸۶ یکی از گیاه‌شناسان آن را به افتخار نیکوت، *Herba nicotiana* به معنی «علف نیکوت» نام‌گذاری کرد. لینه، پدر رده‌بندی موجودات زنده نخست این نام را که در آن زمان هنوز کاربرد زینتی داشت، پذیرفت؛ اما علف نیکوت بعداً به نام علمی امروزی تغییر نام داد. این گیاه هم مانند سیب‌زمینی (انگلیسی: potato) و گوجه‌فرنگی (انگلیسی: tomato)، در اصل سوغات نخستین سفر کریستف کلمب[2] به امریکا بوده؛ به همین سبب هنوز در زبان انگلیسی (tobacco) و حتی بسیاری از زبان‌های دیگر از جمله فارسی (تنباکو) ریشهٔ سرخ‌پوستی خود را حفظ کرده است.

راستی، با شنیدن واژهٔ تنباکو، اول چه در ذهن‌تان تداعی می‌شود؟ سیگار، توتون، پیپ، قلیان، یا چپق؛ یا اگر از درس‌های دوران مدرسه یادتان باشد، امتیاز تنباکو، انحصار تنباکو، نهضت تنباکو، قیام تنباکو، قرارداد رژی، ناصرالدین شاه، یا میرزای شیرازی؟

بگذارید تاریخ را مختصری مرور کنیم. می‌دانید که اندکی پس از سومین سفر ناصرالدین شاه به فرنگ قرار داد واگذاری انحصار تنباکو به مدت ۵۵ سال با یکی از اتباع انگلیس بسته شد. به موجب این امتیاز، کمپانی انگلیسی رژی صاحب حق انحصاری تجارت تنباکوی ایران و حتی نظارت بر کشاورزی آن شناخته شد. مردم ایران اما، پس از آگاهی از این قرارداد انحصار، مخالفت را آغاز کردند. اعتراض‌ها روز به روز گسترده‌تر و به یکی از بزرگ‌ترین مبارزه‌های ضداستبدادی و ضداستعماری مردم‌مان تبدیل شد. سرانجام میرزای شیرازی، مرجع تقلید شیعیان که در سامرا زندگی می‌کرد، در فتوایی چنین نوشت:

«بسما... الرحمن الرحیم. الیوم استعمال تنباکو و توتون بای نحو کان، در حکم محاربه با امام زمان (صلوات‌ا... و سلام علیه) است. حرّره الاقل محمد حسن الحسینی».

روز بعد از انتشار این حکم، مردم اطاعت از این حکم را بر خود فرض دانستند. حتی در مراسم اسب‌سواری شاه در دوشان تپه هیچ‌کس قلیان نکشید. زنان حرم‌سرای شاهی نیز همهٔ قلیان‌ها را شکستند. می‌گویند که ناصرالدین شاه با مشاهدهٔ این قلیان‌شکنی پرسید شما را چه می‌شود؟ یکی از زنان گفت: آن کس که ما را به تو حلال کرده، قلیان را به ما حرام کرده است. در پی آن شاه ناچار فرمان توقف عملیات رژی و لغو قرارداد را صادر کرد... .

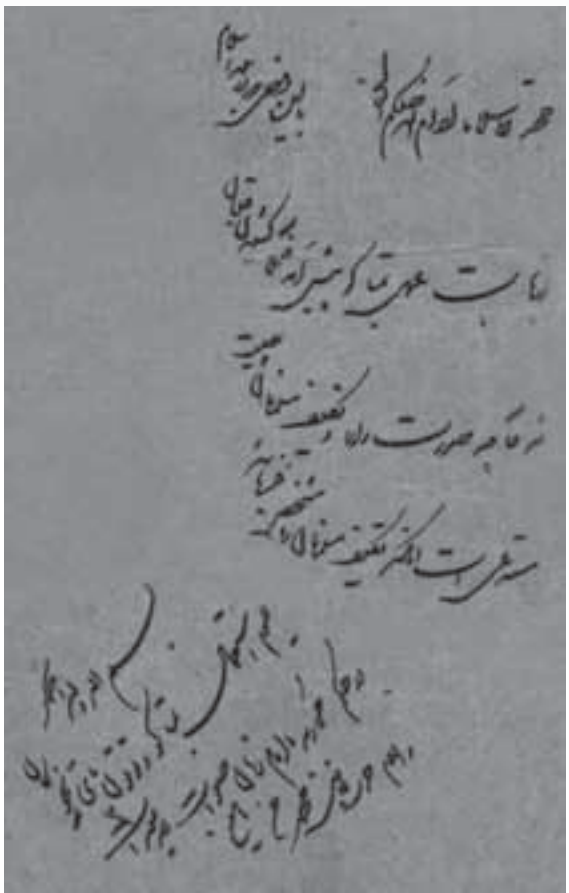
باری، آن‌چه مرا واداشت که این همه از کریستف کلمب تا ناصرالدین شاه و از گیاه *Nicotiana tabacum* تا قیام ضداستبدادی، ضداستعماری و ضدانحصاری تنباکو بنویسم، آن است که این روزها که دست به قلم شده‌ام برای نوشتن این سرمقاله، یعنی در نیمهٔ آبان‌ماه ۱۳۸۹، از ژاپن خبر می‌رسد که دهمین کنفرانس تنوع زیستی در ناگویای ژاپن (۱۸ تا ۲۹ اکتبر ۲۰۱۰) به کار خود پایان داده و خبری داغ به مجامع و محافل علوم زیستی تزریق کرده است.

شاید پیش خود بگویید که طولانی بودن فاصلهٔ بین زمان نوشته شدن مطالب مجله (میانهٔ پاییز) و زمان خوانده شدن آن‌ها

(حداقل تابستان) ایجاب می‌کند که این فصل‌نامه از درج خبرها دوری کند و از آن‌جا که نوشته‌های هر شماره باید ماه‌ها پیش از انتشار آمادهٔ چاپ باشند، این نشریه به هیچ روی نمی‌تواند نشریه‌ای خبری باشد، یا جسارت درج خبر را داشته باشد؛ چون بی‌گمان بدین ترتیب هنگامی که خبر آمادهٔ خواندن می‌شود، دیگر خبر نیست، بلکه ماهیت خود را از دست داده است. اگر چنین می‌اندیشید، کاملاً درست می‌اندیشید؛ اما این را هم باید در نظر داشته باشید که برخی خبرها آن‌چنان مهم‌اند که مدت‌ها در یادها می‌مانند و به نقطهٔ پررنگی در مسیر فعالیت‌های آدمی تبدیل می‌شوند که فراوان بدان‌ها ارجاع داده می‌شود.

فکر می‌کنم خبر پایان گرفتن دهمین کنفرانس تنوع زیستی در ژاپن از آن خبرهایی باشد که ماندنی‌اند و دیرتر کهنه می‌شوند، چون در خبرها آمده است که یکی از نتایج مهم این همایش، به نتیجه رسیدن کوشش‌های چندین سالهٔ شهروندان جهان در هم صدایی علیه دزدی زیستی[۳] است. بر پایهٔ این پیمان بین‌المللی کسان یا شرکت‌هایی که قصد دارند از منابع زیستی یا دانش سنتی کشوری بهره‌برداری اقتصادی بکنند، باید نخست از مردم بومی اجازه بگیرند و آنان را در سود خود شریک کنند[۴].

شاید برای ما که بیش از یکصد سال پیش نهضت تنباکو را پشت‌سر گذاشته و از آن درس‌ها گرفته‌ایم و با آن درس‌ها داده‌ایم، این اصل به نظر بدیهی بیاید که مردم هر کشور صاحبان



اصلی منابع و ذخایر زیستی آن کشورند، اما مروری مختصر بر تاریخ تنوع زیستی نشان می‌دهد که این حق بدیهی و طبیعی به‌طور مکرر از سوی صاحبان قدرت‌های بزرگ نقض شده است و هم‌چنان می‌شود، حتی در هزارهٔ سوم میلادی.

دزدی زیستی چیست

در تعریف دزدی زیستی آمده است که هرگونه تصاحب انحصاری غیرقانونی موجودات زنده، شامل میکروارگانیزم‌ها، گیاهان، جانوران از جمله آدمی و نیز دانش فرهنگی سنتی همراه با آن، دزدی زیستی است. دزدی زیستی غیرقانونی و ناعادلانه است، چون به حقوق صاحبان آن‌ها احترام نمی‌گذارد، بلکه در عوض در خدمت گسترش شرکت‌های تجاری و قدرت‌های بزرگ است.

به بیان امروزی، هنگامی که شرکت‌های متعلق به کشورهای توسعه یافته به هر بهانه ادعای مالکیت یا هرگونه حق امتیازی نسبت به منابع زیستی و دانش سنتی و فناوری‌های کشورهای توسعه‌یافته می‌کنند، یا آن‌ها را بی‌ارزش می‌شمارند، اصطلاحاً می‌گویند دزدی زیستی روی داده است. امروزه این کار را بیش‌ترِ شرکت‌های بین‌المللی و به‌ویژه کمپانی‌های داروسازی انجام می‌دهند.

البته این شرکت‌ها و به‌طور کلی پشتیبانان تجاری‌کردن داروهای سنّتی یا دیگر منابع ژنی، این کار را «دزدی زیستی» نمی‌دانند، بلکه ترجیح می‌دهند به جای اصطلاح «دزدی زیستی» از اصطلاح به ظاهر علمی‌تر «اکتشاف منابع زیستی»[۵] استفاده کنند. به علاوه، هنوز بسیاری از رسانه‌ها و دانشگاه‌ها نیز هنگام بحث دربارهٔ کوشش‌های مربوط به دانش محلی یا منابع طبیعی همین اصطلاح اخیر را که کمتر تحقیرآمیز به نظر می‌رسد، به‌کار می‌برند.

چند مثال دیگر

در طول تاریخ مثال‌های دزدی زیستی به فراوانی مشاهده می‌شوند. مثلاً، در سال ۱۴۹۲ ملکه ایزابل و پادشاه فردیناند[۶]، امتیاز انحصاری کشف و فتح سرزمین‌های جدید را که هنوز کشف و شناخته نشده بودند، به همان کریستف کلمب اهدا کردند که تنباکو را از امریکا سوغات آورد و انحصار آن، یا به بیان امروزی، دزدی زیستی آن از ایران آن همه سروصدا به پا کرد.*

پروانش گلگون[۷] یکی دیگر از مثال‌های معروف دزدی زیستی است که از دههٔ ۱۹۵۰ آغاز شد. این گیاه زمانی بومی ماداگاسکار بود، اما به‌طور گسترده از راه دزدی زیستی به دیگر

کشورهای گرمسیری جهان هم وارد شد. بنابراین، پژوهشگران توانستند دانش محلی را از یک کشور، اما نمونه‌های گیاهی را از کشورهای دیگر به دست آورند. استفاده از این گیاه برای درمان دیابت نخستین قصد پژوهش‌ها بود. اما معلوم شد که مهم‌ترین تأثیر آن در درمان سرطان است. خصوصیات مختلفی از این گیاه از کشورهای مختلف گزارش می‌شود.

در سال ۱۹۹۵ وزارت کشاورزی امریکا و یک شرکت پژوهشی طرحی برای فن استخراج ماده‌ای ضد قارچ از درخت نیم[8] که در سراسر هندوستان می‌روید و روستاییان به ارزش طبی آن پی برده بودند، ارائه دادند. اما فریاد اعتراض هندی‌ها بلند شد و به دیگر کشورهای در حال توسعه نیز گسترش یافت. در پی آن، اقدامات قانونی دولت هندوستان سبب شد که سرانجام این طرح در سال ۲۰۰۵ لغو شد.

لوبیای انولا[9] واریته‌ای از لوبیای زرد مکزیکی است. یک شرکت امریکایی حبوبات واقع در کلرادو در دهۀ ۱۹۹۰ پروانۀ انحصاری این نوع لوبیای زرد را به دست آورد. این شرکت سبب زیان اقتصادی بیش از ۲۲۰۰۰ کشاورز در شمال مکزیک شد که از راه فروش این لوبیا زندگی را می‌گذراندند. شکایت این کشاورزان در ۱۴ آوریل ۲۰۰۵ نتیجه داد، پروانۀ بهره‌برداری این شرکت در ماه مه ۲۰۰۸ باطل شد و در اکتبر سال ۲۰۰۹ یک استیناف برای بازپس‌گیری پروانه شکست خورد.

در سپتامبر ۱۹۹۷ یک شرکت تکزاسی[10] پروانۀ انحصاری برنج و دانه‌های باسماتی را صاحب شد. این پروانه شامل راه‌های انتخاب این برنج برای زادآوری بود. این شرکت از سوی جامعۀ بین‌الملل به دزدی زیستی متهم شد. این اتهام سبب بحران سیاسی بین هندوستان و امریکا شد و سرانجام این پروانه را باطل کرد.

بنابراین به نظر می‌رسد که دزدی زیستی بسیار پیش‌تر از آن‌که به‌طور رسمی در دهمین کنفرانس تنوع زیستی ناگویا محکوم شود، محکوم شده بود.

سردبیر

پی‌نوشت

1. Jean Nicot de Villemain
2. Christopher Cloumbus

۳. نگارنده به علت پیدا نکردن معادل فارسی برای واژۀ نوپدید Biopiracy، از سر ناچاری به تقلید از Biodiversity و نیز bioethics که در فارسی آن‌ها را به ترتیب «تنوع زیستی» و «اخلاق زیستی» ترجمه می‌کنیم، معادل «دزدی زیستی» را برای آن ساخته است.

4. http://scidev.net/en/news/nagoya-biopiracy-agreement-is-unexpected-success.html
5. bioprospecting
6. King Ferdinand and Queen Isabella
7. rosy periwinkle
8. Azadirachta indica
9. The Enola Bean
10. RiceTec

* چون ورود تنباکو به ایران به صورت انحصاری و غیرقانونی نبوده است، بنابراین پرورش این سوغات کریستف کلمب در ایران مشمول تعریف دزدی زیستی نمی‌شود.

دیدگاه

غلامرضا مقدسی
کارشناس ارشد زیست‌شناسی از دانشگاه فردوسی مشهد
سرگروه زیست‌شناسی خراسان شمالی
ghr.moghaddasi@gmail.com

نه به دزدی زیستی

کلیدواژه‌ها: علوم زیستی، دبیری زیست‌شناسی، ایران.

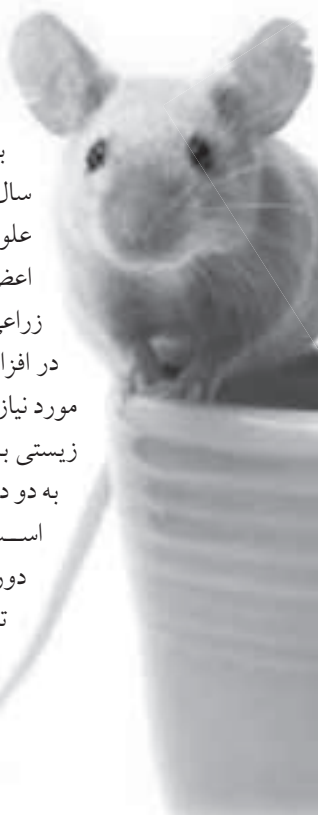
در سال‌های ۱۳۷٤ تا ۱۳۷۷ در مقطع کارشناسی‌ارشد رشتهٔ فیزیولوژی جانوری، از گرایش‌های زیست‌شناسی، در دانشگاه فردوسی مشهد مشغول به تحصیل بودم. در آن زمان یکی از نکات جالبی که در مسافرت‌ها و صحبت با همسفران مطرح می‌شد، معرفی رشتهٔ تحصیلی‌ام بود. در بیشتر موارد زیست‌شناسی برای آنان ناشناخته بود. ناچار رشتهٔ خود را علوم تجربی معرفی می‌کردم. اکنون با گذشت بیش از ده سال که در محیط‌های مختلف مشغول به تدریس هستم، هنوز در بسیاری موارد زیست‌شناسی را مهجور می‌بینم. مثلاً بیشتر مدیران مدارس برای یافتن دبیران مجرب ریاضی و فیزیک کلی تفحص می‌کنند و کلاس‌های متعدد در طول سال برگزار می‌کنند، ولی برای زیست‌شناسی... «تو خود بخوان حدیث مفصل زین مجمل». این داستان در دانشگاه و مراکز پژوهشی و تحقیقاتی همچنان ادامه دارد.

آدمی امروز با بحران‌های بزرگی از قبیل آلودگی و تخریب محیط زیست، کمبود آب شیرین، کمبود نفت و منابع انرژی، سوء تغذیه و بیماری‌های مهلک مانند ایدز و مالاریا روبه‌روست. بی‌شک، حل این مشکلات بدون کمک زیست‌شناسان امکان‌پذیر نیست. در سال‌های اخیر پیشرفت شگرفی در زمینه‌های مختلف علوم زیستی مانند کنترل و درمان بیماری‌ها، پیوند اعضای بدن انسان، تولید انواع جدید محصولات زراعی و باغی حاصل شده است که نقش مهمی در افزایش سطح سلامت جوامع بشری و تولید غذای مورد نیاز آن‌ها داشته است. پیشرفت‌ها در رشته‌های علوم زیستی به‌قدری سریع است که برای اینجانب که نزدیک به دو دهه از ورودم به این رشته می‌گذرد، کاملاً ملموس است. خوب یادم هست حدود ۱۵ سال پیش که در دورهٔ کارشناسی دبیری زیست‌شناسی در دانشگاه تربیت معلم تهران در کلاس زیست‌شناسی سلولی و ملکولی دکتر احمد مجد (از چهره‌های ماندگار زیست‌شناسی کشور) وقتی صحبت از شگفتی‌ها و تحقیقات جدید این رشته به عمل آمد، برای ما باور کردنی نبود. نمی‌توانستیم باور کنیم که روزی نه‌چندان دور بشر دانش سلولی را به این جایگاه رفیع برساند! اکنون با گذشت نزدیک به دو دهه بسیاری از آن آرزوها به واقعیت تبدیل شده است.

دانشمندان و زیست‌شناسان با مقایسهٔ کمی و کیفی مقالات ISI و پیشرفت‌های به‌دست آمده در علوم زیستی ایران و جهان، زیست‌شناسی را علم پیشتاز قرن ۲۱ می‌دانند و بر جایگاه رفیع این علم مُهر تأیید می‌زنند. این در حالی است که در کشور ما و به‌خصوص در آموزش و پرورش و دانشگاه‌ها چندان که شایسته است بدان توجه نمی‌شود. به طوری که امروزه، یکی از دغدغه‌های اساسی همهٔ دبیران زیست‌شناسی، دانشجویان و اساتید این رشته، کم‌توجهی و بی‌مهری برنامه‌ریزان و مدیران ارشد، اولیای مدارس و حتی دانش‌آموزان و دانشجویان به درس زیست‌شناسی است. در حالی‌که توانمندی‌ها و قابلیت‌های علوم زیستی بر کمتر کسی پوشیده است.

در حالی که بیشتر ژورنال‌های علمی جهان در زمینهٔ زیست‌شناسی است، ولی در کشور ما سهم مجلات علوم زیستی نسبت‌به علوم فیزیکی بسیار اندک است. آمار ارائه‌شده نشان‌دهندهٔ ضعف عمدهٔ ما و فاصلهٔ زیاد ما با کشورهای پیشرفته است

بررسی‌ها نشان می‌دهند که کشورهای پیشرفتهٔ جهان سهم عمده‌ای از درآمد ملی خود را صرف پژوهش در علوم زیستی (زیست‌شناسی سلولی و ملکولی، بیوشیمی، پزشکی، کشاورزی و فارماکولوژی) می‌کنند و رشته‌های فیزیک، شیمی، رایانه، ریاضی و مهندسی در رتبه‌های بعدی قرار دارند. سهم علوم زیستی در تحقیقات جهان ۵۷/۵ درصد و علوم فیزیکی (فیزیک، شیمی، ریاضی و مواد) ٤۲/۵ درصد است. این آمار نشان‌دهندهٔ توجه شایان و تلاش جدی کشورهای پیشرفته به علوم زیستی است، ولی در کشور ما آن‌طور که شایسته است به علوم زیستی توجه نمی‌شود. البته، تلاش‌های صورت گرفته در برخی عرصه‌ها مانند سلول‌های بنیادی، تولید داروهای جدید و شبیه‌سازی قابل تقدیر و ستودنی است.



رفتارهای تولیدمثلی جانوران

محمد کرام‌الدینی

کلیدواژه‌ها: راهبرد تولیدمثلی، انتخاب جفت، تئوری‌بازی.

راهبردهای تولیدمثلی

راهبرد تولیدمثلی مجموعه‌ای از تصمیم‌هاست که هر جانور برای تضمین موفقیت تولیدمثلی خود هنگام انتخاب جفت، تعیین تعداد جفت‌ها، تخصیص مقدار انرژی برای

در حالی که بیشتر ژورنال‌های علمی جهان در زمینهٔ زیست‌شناسی است، ولی در کشور ما سهم مجلات علوم زیستی نسبت‌به علوم فیزیکی بسیار اندک است. آمار ارائه‌شده نشان‌دهندهٔ ضعف عمدهٔ ما و فاصلهٔ زیاد ما با کشورهای پیشرفته است. رسیدن به استانداردهای جهانی نیاز به عزم ملی و حمایت‌های همه‌جانبهٔ مسئولان و کارگزاران آموزش و تحقیقات دارد. البته در سال‌های اخیر تلاش‌های جدی به چشم می‌خورد. تعداد مقالات ایرانیان در مجلات بین‌المللی در فاصلهٔ سال‌های ۱۳۵۷ تا ۱۳۸۲ از ۴۷۰ مورد به ۳۲۰۰ مورد افزایش یافته است که رشدی معادل ۷ برابر را نشان می‌دهد. امید است که در سال‌های آینده شاهد جهش علمی در کشور به‌خصوص در علوم زیستی باشیم.

عوامل مؤثر بر تولید دانش عبارت‌اند از: جذب دانشمندان توانا در زمینه‌های مختلف پژوهشی، برگزاری منظم و دوره‌ای همایش‌های علمی و دوره‌های مشترک آموزشی، دعوت از اساتید معتبر و همکاری‌های علمی ملی و بین‌المللی، افزایش اطلاعات علمی در کشور، توسعهٔ دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی، دوره‌های بازآموزی، چاپ کتب و نشریات علمی، بهبود فضای بین‌المللی، توسعهٔ علوم بین‌رشته‌ای مانند بیوشیمی، بیوفیزیک، بیوشیمیوفیزیک و بیوتکنولوژی، تأمین امکانات رفاهی مورد نیاز پژوهشگران و بسترسازی و افزایش امکانات مراکز تحقیقاتی.

بنابراین برای پیشرفت علمی کشور در زمینهٔ علوم زیستی سه راهکار پیشنهاد می‌شود: توسعهٔ زیست‌شناسی، توسعهٔ شیمی که همکار زیست‌شناسی است و سرمایه‌گذاری دانشگاه‌ها در زمینهٔ زیست‌شناسی.

منابع

۱. دکتر موسوی موحدی، جایگاه تحقیقات در علوم زیستی ارائه شده در دومین کنگرهٔ بیولوژی کاربردی، مشهد ۱۳۸۳.

2. Iran.doc.ir

پرورش فرزندان خود می‌گیرد. راهبردهای تولیدمثلی متناسب با هزینهٔ انرژی تولیدمثلی، مقدار و کیفیت منابع غذایی، آشیانه‌سازی و پراکنش جفت در محیط ایجاد می‌شوند.

رفتـار جفت‌خواهی در جانوران نر و ماده متفاوت اسـت. داروین نخستین کسی بود که مشاهده کرد جانوران ماده معمولاً با نخستین نری که می‌بینند، آمیزش نمی‌کنند، بلکه نخست جفت را بررسی می‌کنند و سپس تصمیم می‌گیرند که آیا با آن آمیزش کنند یا نه. رفتارشناسـان تاکنون این رفتار را که انتخاب جفت[1] می‌نامند، در بسیاری از جانوران بررسی کرده‌اند.

به‌عکس، نرها کمتر به انتخاب جفت می‌پردازند. بسـیاری از تفاوت‌هـای راهبردهـای تولیدمثلی بین افراد نـر و ماده را می‌توان با مقایسهٔ سرمایه‌گذاری هر کدام از آن‌ها مشخص کرد. سرمایه‌گذاری والدین نحوه و مقدار مشارکتی است که هریک از افـراد نر یا ماده برای تولیدمثل و پرورش فرزندان اختصاص می‌دهند.

معمولاً سـرمایه‌ای که والد ماده بـرای تولیدمثل می‌گذارد، بسیار بیشتر از سرمایهٔ فرد نر است. مثلاً، تخمک آدمی ۱۹۵۰۰۰ بار بزرگ‌تر از اسـپرم آدمی است. درون تخمک ذخایر غذایی پروتئینـی و چربی و مواد لازم برای رشـد جنیـن وجود دارد، درحالی‌که اسپرم فاقد آن‌هاست. در برخی از جانوران فرد ماده مسئول بارداری، زایمان و شیردهی نیز هست.

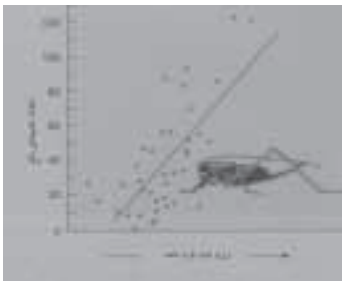
یکی از علت‌های این تفاوت‌ها در افراد نر و ماده آن اسـت که این دو تحت فشارهای انتخابی متفاوتی قرار دارند. تولیدمثل معمولاً برای نرها کم‌هزینه‌تر اسـت. نرها می‌توانند با آمیزش با ماده‌های متعدد شایستگی (تعداد فرزندان زایای) خود را افزایش دهند. اما هـر رویداد تولیدمثلی برای فرد ماده مسـتلزم هزینهٔ فراوان اسـت. بنابراین، فرد ماده دست به انتخاب می‌زند و نری را انتخاب می‌کند که بتواند به شـیوه‌های مختلف به فرزندانش بیشترین سود را برساند.

بسیاری از تفاوت‌های راهبردهای تولیدمثلی بین افراد نر و ماده را می‌توان با مقایسهٔ سرمایه‌گذاری هر کدام از آن‌ها مشـخص کرد. سرمایه‌گذاری والدین نحوه و مقدار مشارکتی است که هریک از افراد نر یا ماده برای تولیدمثل و پرورش فرزندان اختصاص می‌دهند

آن‌چـه گفته شـد، بیشـتر در جانورانی صادق اسـت که سرمایه‌گذاری والدینی ماده در تولیدمثل بسیار بیشتر از نر است. در برخی از جانوران نر و ماده هر دو به مراقبت و تغذیهٔ فرزندان می‌پردازند. در این صورت انتخاب نر و ماده یکسان است.

به‌علاوه، در برخی مواقع سرمایه‌گذاری نر از سرمایه‌گذاری ماده بیشـتر می‌شـود. مثلاً، نوعی جیرجیرک نر هنگام آمیزش اسـپرماتوفوری پروتئینی به فرد ماده می‌دهد که در حدود ۳۰٪ از وزن بدن آن را تشـکیل می‌دهد. اسـپرماتوفور با انتقال مواد غذایی به ماده، به آن در تولید تخم کمک می‌کند. همان‌طور که انتظار می‌رود، در این مورد جانوران ماده برای دسـتیابی به نر با هم رقابت می‌کنند و نرها انتخاب‌کننده هسـتند. نرها ماده‌های

سنگین‌تر و بزرگ‌تر را انتخاب می‌کنند، چون تخم بیشتری تولید و به موفقیت تولیدمثلی نر کمک می‌کنند (شکل ۱).



شکل ۱. مزیت انتخاب‌گری فرد نر، جیرجیرک مورمون نر، ماده‌های بزرگ را برای آمیزش ترجیح می‌دهد، چون افراد مادهٔ بزرگ‌تر تعداد بیشتری تخم تولید می‌کنند. بنابراین، انتخاب توسط فرد نر موجب شایستگی بیشتر می‌شود.

مثال دیگر برای چنین موردی، نرهایی هستند که از تخم‌ها و نوزادان مراقبت می‌کنند. در برخی گونه‌ها چنین وظیفه‌ای به‌عهدهٔ فرد نر است، مانند اسبک ماهی و برخی از گونه‌های پرندگان و حشرات. در چنین گونه‌هایی مانند جیرجیرک مورمون، نرها انتخاب‌کننده و ماده‌ها رقیب یکدیگر هستند.

انتخاب جفت و آمیزش

رفتار آمیزش، شامل جست‌وجو، رقابت، انتخاب و جلب جفت، محصول انتخاب طبیعی‌اند. رفتار آمیزش که باید منجر به افزایش موفقیت تولیدمثلی شود، در انواع مختلف آمیزش متفاوت است.

رابطهٔ میان فرد نر و فرد ماده در گونه‌های مختلف متفاوت است. این رفتار در برخی از گونه‌های جانوری بی‌قید است، یعنی بین جفت‌ها رابطهٔ مستحکمی وجود ندارد. اما در برخی دیگر که افراد نر و ماده مدت‌ها با هم زندگی می‌کنند، رابطهٔ تک‌همسری[۲] یا چندهمسری[۳] برقرار است. در چند همسری یک جنس با چند جنس مخالف آمیزش انجام می‌دهد. در چند همسری، بیشتر یک نر با چند ماده آمیزش می‌کند که به آن چند زنی[۴و۵] می‌گویند، اما در معدودی از گونه‌ها چند شوهری[۶] رایج است.

در جانوران تک‌همسر معمولاً نر و ماده به اندازه‌ای به هم شباهت دارند که تشخیص آن‌ها در ظاهر بسیار دشوار است. جانوران چند همسر معمولاً دو شکلی جنسی دارند، یعنی فرد ماده و نر دو شکل متفاوت دارند و به آسانی از هم تشخیص داده می‌شوند. در جانوران چند زن، معمولاً نر بزرگ‌تر و نمایشی‌تر، اما در جانوران چند شوهر، به‌عکس ماده بزرگ‌تر و مشخص‌تر است.

نیاز نوزدان یکی از عوامل محدودکنندهٔ تکامل در نوع آمیزش است. جوجهٔ بسیاری از پرندگان پس از خروج از تخم به مراقبت والدین نیاز دارند. تأمین غذای چنین نوزادانی معمولاً از عهدهٔ نر یا ماده به‌تنهایی برنمی‌آید. در این صورت حضور فرد نر برای کمک‌رسانی و بزرگ‌کردن بچه‌ها، از دید موفقیت تولیدمثلی مؤثرتر از جست‌وجو و آمیزش با ماده‌ای دیگر است. به این علت چنین جانورانی معمولاً تک‌همسرند. اما در جانورانی که نوزاد بلافاصله پس از تولد، می‌تواند به جست‌وجوی غذا برود، چند زنی رایج است. مرغ خانگی، بلدرچین و قرقاول چنین‌اند. در چنین جانورانی موفقیت تولیدمثلی وقتی بیشتر است که یک فرد نر هم‌زمان با چند فرد ماده آمیزش انجام دهد. در جانوران پستاندار فرد ماده به نوزاد شیر می‌دهد و فرد نر معمولاً کاری برای نوزادان انجام نمی‌دهد. مثلاً یک شیر ماده از چند شیر مادهٔ دیگر که به آن‌ها حرم‌سرا[۷] می‌گویند، مراقبت می‌کند.

عامل دیگری که در رفتار آمیزشی و مراقبت از نوزادان اهمیت دارد، اطمینان از پدر بودن[۸] نامیده می‌شود. بی‌گمان نوزادان ژن‌های مادری را که از او زاده شده‌اند، در بدن خود دارند؛ اما حتی در جانوران تک‌همسر، نمی‌توان صددرصد مطمئن بود که پدر واقعی نوزادان، همان فرد نری است که جفت مادر است. عامل «اطمینان از پدر بودن» در بسیاری از جانورانی که لقاح داخلی دارند، اهمیت اندک دارد، چون آمیزش و تولد در دو زمان مختلف روی می‌دهند. به همین علت در شمار اندکی از پرندگان و پستانداران مراقبت از نوزادان برعهدهٔ فرد نر است. به عکس لقاح داخلی برای افزایش «اطمینان از پدر بودن» است. مثلاً مراقبت از فرد ماده، دور کردن هر نوع اسپرم از پیرامون فرد ماده پیش از آمیزش و افزایش شمار اسپرم‌های خودی به‌عهدهٔ فرد نر است. «اطمینان از پدر بودن» در جانورانی که لقاح خارجی دارند، مهم‌تر است. به همین علت مراقبت از نوزادان در بی‌مهرگان آب‌زی، ماهی‌ها و دوزیستان، در صورتی که انجام شود، در نر و ماده یکسان است و فقط در ۷٪ از خانواده‌های ماهی‌ها و دوزیستان که لقاح داخلی دارند، انجام می‌شود؛ درحالی‌که این رقم در جانوران دارای لقاح خارجی ۶۹٪ است.

باید توجه داشت که بروز این رفتارها به‌هیچ وجه بیانگر این نیست که جانوران از پی‌آمدهای این رفتارها آگاه‌اند. بلکه، این رفتارها محصول انتخاب طبیعی طی نسل‌ها و سال‌های تکامل است

باید توجه داشت که بروز این رفتارها به‌هیچ وجه بیانگر این

نیست که جانوران از پی‌آمدهای این رفتارها آگاه‌اند. بلکه، این رفتارها محصول انتخاب طبیعی طی نسل‌ها و سال‌های تکامل است.

در جانورانی که افراد ماده دست به انتخاب جفت نر خود می‌زنند، با این کار موجب تکامل رفتارهای افراد نر می‌شوند. رفتار جفت‌خواهی مگس چشم‌ساقه‌ای برای بررسی این موضوع جالب است. چشم‌های این مگس روی اندام‌هایی ساقه‌مانند قرار دارد. ساقه‌های چشمی افراد نر بلندتر است. هنگام آمیزش فرد نر در برابر فرد ماده قرار می‌گیرد و ساقه‌های چشمی خود را به ماده نشان می‌دهد. پژوهش‌ها نشان داده است که ماده‌ها نرهایی را ترجیح می‌دهند که ساقه‌های چشمی بلندتر داشته باشند. چون ساقه‌های بلندتر در این مگس مانند رنگ‌های روشن در پرندگان نر نشان‌دهندهٔ سلامت فرد است. ماده‌ها با این انتخاب احتمال سلامت فرزندان خود را افزایش می‌دهند.

نمایش جفت‌خواهی[9] جانوران نر و ماده را برای جفت‌گیری آماده می‌کند. جرالد بورجیا[10] پژوهشی برای آزمودن الگوی انتخاب جفت ماده را در پرندهٔ آلاچیق‌ساز[11] انجام داد:

بورجیا و دستیاران او این پرنده را در زیستگاه طبیعی مشاهده کردند و به بررسی آلاچیق‌های آن‌ها پرداختند. آنان کشف کردند که علی‌رغم این‌که بسیاری از افراد نر پرهای آبی آلاچیق همسایه را می‌ربایند یا به‌طور عمدی آلاچیق‌های دیگران را خراب می‌کنند، افراد نر پرخاشگر و نیرومند می‌توانند آلاچیق‌های خود را در موقعیت مناسب نگه دارند و افراد ماده را به سوی خود جلب کنند.

پرندهٔ آلاچیق‌ساز نر در آغاز فصل تولیدمثل با چوب و شاخه‌های کوچک گیاهان، جایگاهی نمایشی، مانند آلاچیق می‌سازد. اطراف آلاچیق را تمیز می‌کند و آلاچیق را با گل‌های تازه، میوه‌ها، سنگ‌ریزه، صدف، مهره‌های شیشه‌ای، زرورق و هرگونه شیئ زرق‌وبرق‌دار درخشنده که می‌یابد، تزیین می‌کند. این پرنده[12] ساکن شرق استرالیاست و اشیای آبی‌رنگ را که با رنگ پرهای درخشان فرد نر هماهنگی دارند، ترجیح می‌دهد. افراد نر پرهای آبی‌رنگ طوطی، گل‌ها و میوه‌های آبی‌رنگ، خودکار آبی، گیرهٔ آبی لباس و حتی مسواک‌های آبی‌رنگی را که از اتاق پژوهشگران برداشته‌اند، در آلاچیق جمع می‌کنند.

پرندهٔ آلاچیق‌ساز نر پس از تکمیل آلاچیق خود، بیشتر وقت خود را در کنار آلاچیق سپری می‌کند، از ماده‌ها می‌خواهد به آلاچیق تزیین‌شدهٔ او وارد شوند و در همان حال، آلاچیق خود را از تهاجم افراد نر دیگر محافظت می‌کند. فرد ماده پس از وارسی چندین آلاچیق و سازندگان آن‌ها به یکی از آن‌ها نزدیک می‌شود و در این هنگام فرد نر نمایشی را آغاز می‌کند: روبه‌روی فرد ماده قرار می‌گیرد، پرهای خود را باز می‌کند و با بال‌های خود فرد ماده را به درون آلاچیق فرا می‌خواند. فرد ماده وارد آلاچیق می‌شود و اگر پشت خود را قوز کرد، آمیزش انجام می‌شود.

پرندهٔ آلاچیق‌ساز ماده پس از آمیزش آشیانه‌ای می‌سازد و جوجه‌ها را بدون کمک جفت خود بزرگ می‌کند. بنابراین فرد نر فرصت دارد تا چند فرد ماده را بارور کند. پرندهٔ آلاچیق‌ساز نر جذاب امتیازهای تولیدمثلی فراوانی دارد. هر فرد نر جذاب ممکن است در سال با ۲۵ فرد ماده آمیزش کند، اما در عین حال بعضی ازافراد نر ممکن است موفق به آمیزش نشوند یا به‌ندرت آمیزش انجام دهند. همان‌طور که قبلاً بحث شد، دکتر بورجیا دریافت که افراد ماده بیشتر افراد نری را انتخاب می‌کنند که آلاچیق آن‌ها بهتر ساخته شده باشد و تزیینات بیشتر در آن به‌کار رفته باشد. به‌علاوه، این امکان وجود دارد که توانایی فرد نر در پاسخ دادن به فرد ماده، هنگام آمیزش، در موفقیت آن مؤثر باشد.

پرندهٔ آلاچیق‌ساز نر در ظاهر درخشنده و رنگارنگ نیست، اما نمایش او پرشور و تهاجمی است. نمایش جفت‌خواهی آن‌ها همانند نمایشی است که افراد نر برای ترساندن یک‌دیگر در برخوردهای پرخاشگرانه انجام می‌دهند: پرهای خود را از هم

در جانورانی که افراد ماده دست به انتخاب جفت نر خود می‌زنند، با این کار موجب تکامل رفتارهای افراد نر می‌شوند. رفتار جفت‌خواهی مگس چشم‌ساقه‌ای برای بررسی این موضوع جالب است

باز می‌کنند، بال‌های خود را با سرعت می‌گشایند و درحالی‌که صدای بلندی سر می‌دهند، می‌دوند. تحلیل نحوهٔ آمیزش آن‌ها در طبیعت نشان داده است که گرچه افراد نر باید خود را پرشور و جذاب نشان دهند، اما افراد نری که بیش از حد شور نشان دهند، ممکن است خیلی زود افراد ماده را بترسانند. افراد ماده ممکن است از آمیزش با پرشورترین افراد نر سود ببرند (مثلاً، اگر چنین نمایشی نشان دهد که فرد نر سالم‌تر و نیرومندتر است)، اما وقتی فرد ماده چند بار از یک فرد نر می‌ترسد، ممکن است نتوانند آن‌طور که باید صفات آن فرد نر را بشناسند. بنابراین هر دو جنس می‌توانند با برقراری این ارتباط سود بالقوهٔ نمایش پرشور جفت‌خواهی را به حداکثر و هزینهٔ ممکن را به حداقل برسانند. درواقع رفتار فرد ماده (درجهٔ قوز کردن) منعکس‌کنندهٔ شدت آستانهٔ شور نمایش است که فرد ماده آن را بدون قوز کردن تحمل خواهد کرد. افراد نر با دادن شور بیشتر فقط وقتی که افراد

ماده بیشـــتر قوز می‌کنند، می‌توانند به اندازهٔ کافی جذاب جلوه کنند و بدون ترساندن افراد ماده با دادن شور بیشتر از آن‌چه برای آن‌ها قابل تحمل است، به موفقیت آمیزش خود بیفزایند.

پژوهشگران با داشتن این اطلاعات فرضیه‌ای را آزمودند که نرها با تنظیم شور خود به قوز کردن افراد ماده پاسخ می‌دهند و توانایی فرد نر در پاســخ دادن به نشانه‌های فرد ماده به موفقیت آن در آمیزش بستگی دارد. توانایی فرد نر در تنظیم رفتار نمایش آمیزش خود مطابق با سرعت قوز کردن فرد ماده که در آمیزش طبیعی اندازه‌گیری آن دشوار بود، چون روشن نبود که آیا افراد نر به افراد ماده پاسخ می‌دهند یا به‌عکس. برای حل این مسئله یک مهندس با آنان همکاری کرد و ماده‌هایی مصنوعی ســاخت که موتور کوچکی برای تقلید حرکات فرد ماده داشتند.

پژوهشــگران با اســتفاده از «ماده‌های مصنوعی» توانستند نشانه‌های ماده‌ها را کنترل کنند و پاسخ نرها را در آمیزش آزمایشی اندازه بگیرند. تعدادی پرندهٔ آلاچیق‌ســاز را در فصل آمیزش از منطقهٔ والابی کریک[۳] استرالیا گرفتند و به هر دانشجوی داوطلب یک نر همراه با یک مادهٔ مصنوعی که در چهار درجه، تند، کم، آهسته و زیاد قوز می‌کردند، دادند تا آن‌ها را مورد آزمایش قرار دهد. این آزمایش نشان داد که پرندهٔ آلاچیق‌ساز نر عموماً نمایش خود را در پاسخ به قوز کردن ماده‌های مصنوعی تنظیم می‌کند. این نتیجه نشــان می‌دهد که نرها می‌توانند به نشانه‌های ماده با پرشورترین نمایش پاسخ دهند، به‌طوری که ماده‌هایی که کمتر قوز می‌کنند، کمتر بترسند.

پژوهشــگران با اســتفاده از دوربین‌های ویدیویی خودکار که رفتارهای درون آلاچیق را نشان می‌دهند، توانستند موفقیت آمیزش هریک از نرها را اندازه بگیرند. نتیجهٔ این اندازه‌گیری آن بود که نرهایی که رفتار نمایشــی خود را درپاسخ به نشانه‌های ماده‌های مصنوعی، به نحو مناسب‌تر تنظیم می‌کنند، در آمیزش با ماده‌های واقعی موفق‌ترند و کم‌تر آن‌ها را می‌ترسانند.

نتایجی که پژوهشگران از این تحقیق به‌دست آوردند، نشان می‌دهنــد که ماده‌ها نرهای پرشــورتر را بــرای آمیزش ترجیح می‌دهند، اما نرهای موفق همیشه حداکثر شور را نشان نمی‌دهند. آن‌ها شــور خود را متناسب با نشانه‌های ماده تنظیم می‌کنند تا نمایشی جذاب و بدون تهدید برای آن‌ها، از خود بروز دهند.

در بســیاری از گونه‌ها پاسخ نر به نشــانه‌های ماده، بخش مهمی از آمیزش موفقیت‌آمیز اســت، حتی اگر مانند پرنده‌های آلاچیق‌ســاز نر نمی‌رقصند. مثلاً هنگامی که ماده جفت خود را براساس رنگ درخشان و رقص تهاجمی انتخاب می‌کند، ممکن اســت نرهای موفق با تغییر وضعیت خود نســبت‌به موقعیت خورشــید، یا تــکان‌دادن دم هنگام نمایش رنگ پاســخ دهند. بنابراین، براســاس صفات افراطی نر مانند رنگ‌های درخشان و رقص تهاجمی، انتخاب جفت ممکن است مطابق با توانایی نر در تشــخیص نشــانه‌های ماده و تنظیم نمایش آمیزش خود براساس آن نشانه‌هاست.

بروس بیلر[۱] رفتار نوعی پرندهٔ بهشتی را در گینهٔ نو بررسی کرد. پرندهٔ بهشــتی راجیانا[۲] به‌طور چشمگیری دو شکل است، یعنی پرندهٔ نر بزرگ‌تر از پرندهٔ ماده است و پرهای دو سوی بدن آن به‌نحو زیبایی نارنجی است. پرندهٔ ماده به‌عکس پرندهٔ نر رنگ قهوه‌ای دارد. پرندگان نر که آمادهٔ جفت‌گیری هســتند، گرد هم می‌آیند و آواز خواندن را آغاز می‌کنند. اگر پرندهٔ ماده‌ای بدانان بپیوندد، آن‌گاه پرندگان نر پرهای نارنجی خود را می‌گشایند و بال‌های خود را تکان می‌دهند. از سویی به سوی دیگر می‌جهند و به تولید صدا ادامه می‌دهند. آن‌ها ســپس صدای خود را قطع می‌کننــد و در حالی که بال‌های آن‌ها برای نشــان دادن پرهای زیبای آن‌ها به جلو باز شده است، بدن را خم می‌کنند.

نحوهٔ انتخاب جفت در این پرندگان ماده نشان می‌دهد که چرا پرندگان نر نسبت به پرندگان ماده چشمگیرترند، حتی اگر معلوم نباشــد که کدام یک از این دو فرضیه در پرندهٔ بورجیانا صادق است، احتمال دارد که پرهای چشمگیر راجیانای نر سلامتی و قدرت آن را نشــان دهد. شاید هم افراد ماده، افراد نر پررنگ را

چشم‌های مگس چشم‌ســاقه‌ای روی اندام‌هایی ســاقه‌مانند قرار دارد. ساقه‌های چشمی افراد نر بلندتر اســت. هنگام آمیزش فرد نر در برابر فرد ماده قرار می‌گیرد و ساقه‌های چشمی خود را به ماده نشان می‌دهد. پژوهش‌ها نشان داده است که ماده‌ها نرهایی را ترجیح می‌دهند که ســاقه‌های چشمی بلندتر داشته باشند. چون ساقه‌های بلندتر در این مگس مانند رنگ‌های روشن در پرندگان نر نشان‌دهندهٔ سلامت فرد است

ترجیح می‌دهند و بخت انتخاب شــدن زاده‌های نر آن‌ها وجود دارد. بعضی از پژوهشــگران فرض می‌کنند که ظاهر مبالغه‌آمیز فرد نر نشان می‌دهد که به نسبت انگل کمتر دارند. آندره‌آس مولر این فرضیه را روی چلچلهٔ بارن آزمایش کرد. او دم چلچله‌های نر را کوتاه‌تر یا بلندتر کرد و دریافت که افراد ماده بیشتر آن‌هایی را انتخاب می‌کنند که دم بلندتر دارند. او سپس نشان داد که افراد نری که در آشیانه رشد می‌کنند، و افشانهٔ کنه‌کُش روی بدن آن‌ها پاشیده شده است، دم طویل‌تر از دیگران دارند.

نقش‌پذیری

آزمایش‌هایی که با سـهره‌های گورخری انجام شده، نشان می‌دهند که نقش‌پذیری نیز در انتخاب جفت مؤثر اسـت. نر و مادهٔ این پرنده هیچ‌یک تاجی از پر بر سـر ندارند. پژوهشگران بـرای بررسـی تأثیر ژن‌هـا بر انتخـاب جفت از سـهره‌های گورخری‌ای استفاده کردند که به‌طور مصنوعی آرایش و پیرایش شده بودند. آنان برای این کار در روز هشتم تولد جوجه‌ها، یعنی دو روز پیش از آن‌که جوجه‌ها چشـم باز کنند، پری سرخ‌رنگ ۲/۵ سانتی‌متری را به پرهای روی سر یکی از جنس‌ها یا هر دو آن‌ها چسـباندند. یک گروه شـاهد هم با والدینی بدون پرهای سـرخ‌رنگ در نظر گرفته شـدند. وقتی جوجه‌ها بزرگ و بالغ شـدند، آن‌ها را با سهره‌هایی دارای پر سـرخ‌رنگ، یا بدون آن روبه‌رو کردند. نتیجه آن بود که برای نرها، چه آن‌ها که والدین دارای پر سرخ‌رنگ داشتند و چه آن‌ها که دارای والدین بدون پر سرخ بودند، آمیزش با مادهٔ دارای پر سرخ‌رنگ تفاوتی نداشت. هم‌چنین جوجه‌های ماده‌ای که والدین آن‌ها بدون پر سرخ‌رنگ بود، یا فقط مادر آن‌ها پر سرخ بر سر داشت، بی‌تفاوت بودند. اما جوجه‌های ماده‌ای که هر دو والد آن‌ها پر سرخ داشتند، یا فقط پدر دارای پر سرخ بود، آمیزش با نرهایی را که پر سرخ‌رنگ بر سر داشتند، ترجیح می‌دادند. بنابراین افراد مادهٔ سهرهٔ گورخری از پدر خود نقش‌پذیری دارند (شکل ۲).

این مثال‌ها نشان می‌دهند که فرد ماده در هر موقعیت خاص می‌کوشد که با بهترین نر آمیزش کند. رقابت نرها برای آمیزش با ماده‌ها نوعی انتخاب جفت است که می‌تواند منجر به کاهش تفاوت‌های فردی در نرها شـود. رفتار ستیزه‌گری[3] یکی از این رفتارهاست. رفتار ستیزه‌گیری نوعی رقابت تشریفاتی است که تعیین می‌کند کدام نر باید به جفت و منابعی مانند غذا دسترسی داشـته باشد. پیروزی در چنین مسابقه‌ای ممکن است به علت نیرومندی بیشـتر، اندازهٔ بزرگ‌تر، یا کاربرد ماهرانهٔ شاخ، دندان و مانند آن‌ها باشـد، اما نتیجه ممکن است بیشتر روانی باشد تا

شکل ۲. نقش‌پذیری در انتخاب جفت: آزمایش‌ها نشان می‌دهند که جوجه‌های ماده سهرهٔ گورخری از پرهای مصنوعی که روی سر افراد نر گذاشته می‌شوند، نقش پیری دارند و در بزرگ‌سالی ترجیح می‌دهند با آن‌ها جفت شوند.

جسـمی. با وجود آن‌که رقابت نرها، باید به کاهش تفاوت‌های فردی بینجامد، اما در بسیاری ماهی‌ها و گوزن‌ها و نیز شماری از بی‌مهـرگان این تفاوت‌ها بسـیارند. انتخاب جفت در برخی از گونه‌ها منجر به تکامل رفتار جانشـینی آمیزشـی و ریخت شـده است. اگر بیش از یک رفتار آمیزشی موفقیت‌آمیز باشند، دانشـمندان آن را چگونه تحلیل می‌کنند؟ پاسخ در قاعدهٔ بازی است.

تئوری بازی

غالباً در جمعیت‌ها شایستگی فنوتیپ خاصی، تحت تأثیر فنوتیپ‌های دیگر قرار می‌گیرد. بوم‌شناسان رفتاری برای بررسی چنین موقعیت‌هایی از گستره‌ای از ابزارها، ازجمله تئوری بازی[14] استفاده می‌کنند. تئوری‌بازی را جان‌نَش[4] ریاضی‌دان آمریکایی و همکارانش برای مدل‌سـازی رفتار اقتصادی آدمی ارائه داد. این تئوری راهبردهای مختلف را در موقعیت‌هایی تحلیل می‌کند که در آن‌هـا درآمد به راهبردهای همهٔ افراد درگیر در آن، بسـتگی دارد.

سوسمار *Uta stansburiana* که در کالیفرنیا زندگی می‌کند، مثالی از کاربرد تئوری‌بازی برای رفتار آمیزشی را نشان می‌دهد.

تئوری بازی روشی را برای اندیشیدن دربارهٔ مسائل پیچیدهٔ تکاملی فراهم می‌کند که در آن‌ها عملکرد نسـبی و نه عملکرد مطلق کلید درک تکامل آن رفتار است. این سبب می‌شـود که تئوری‌بازی ابزاری نیرومند باشـد، چون عملکرد نسبی یک نوع فنوتیپ را در مقایسه با فنوتیپ‌های دیگر و منظور داروین را از شایستگی توضیح می‌دهد

زیر گلوی افراد نـر این‌گونه نارنجی، آبی یا زرد و هر رنگ در ارتباط با نوع خاصی الگوی رفتاری است. نرهایی که زیر گلوی آن‌ها نارنجی است، از دیگران پرخاشگرترند و قلمرو بزرگ‌تری را که تعداد زیادی ماده در آن زندگی می‌کنند، اشـغال می‌کنند. سوسمارهای دارای زیر گلوی آبی نیز قلمرو ایجاد می‌کنند، اما قلمرو آن‌ها کوچک‌تر است و تعداد کمتری ماده را دربرمی‌گیرد. نرهایی که زیر گلوی آن‌ها زرد اسـت، قلمرو نمی‌سازند، بلکه شبیه ماده‌ها هستند و دزدانه با ماده‌ها آمیزش انجام می‌دهند. در هر جمعیت، نسبت نرهایی که به هریک از این انواع تعلق دارند، در طول زمان متغیر اسـت. در بررسـی یک جمعیت طی چند سال، نسبت افراد نر دارای زیر گلوی نارنجی، آبی و زرد متغیر

گفت‌وگو: الهه علوی

اشاره

دکتر زهرا حاج‌ابراهیمی در سال ۱۳۵۶ در تهران به‌دنیا آمده است. او دانش‌آموختهٔ زیست‌شناسی است، و در پژوهشگاه مطالعات هوافضا کار می‌کند. کارشناسی زیست‌شناسی عمومی را از دانشگاه شهید بهشتی، و کارشناسی‌ارشد و دکترای تخصصی ژنتیک مولکولی را از دانشگاه تربیت مدرس گرفته است. دکتر حاج‌ابراهیمی در سوابق علمی خود تدریس در دانشگاه، کارگاه‌ها و دوره‌های علمی‌ـ تخصصی، همکاری در طرح‌های تحقیقاتی و تألیف مقاله‌های علمی، ارائه شده در مجله‌ها و کنگره‌های بین‌المللی را دارد.

او عضو بنیاد ملی نخبگان است و تاکنون دو جایزه (جایزهٔ اعتبار پژوهشی بنیاد ملی نخبگان و جایزهٔ تشویقی ریاست‌جمهوری) از جوایز جشنوارهٔ ملی نوآوری و شکوفایی را از آن خود کرده است.

چه ارتباطی بین زیست‌شناسی و فضا وجود دارد و زیست‌شناسان چه نقشی در شکل‌گیری پروژه‌های مختلف فضایی دارند؟ این‌ها نمونه‌هایی از پرسش‌هایی‌اند که در این گفت‌وگو مطرح کرده‌ایم.

بود. شواهد نشان می‌دهند که موفقیت آمیزش هر نوع از نرها تحت‌تأثیر فراوانی نسبی انواع دیگر در جمعیت است؛ یعنی در این‌جا نوعی انتخاب وابسته به فراوانی وجود دارد.

دانشمندان رقابت میان این سوسمارهای نر را با بازی کودکانهٔ سنگ، کاغذ، قیچی مقایسه می‌کنند تا چرخهٔ این تفاوت‌های فردی در این نوع سوسمار را توضیح دهند. در این بازی کاغذ بر سنگ و سنگ بر قیچی و قیچی بر کاغذ پیروز است. هر نشانه از این دست، نمایندهٔ **برندهٔ** یکی از حالت‌ها و بازندهٔ حالت‌های دیگر است. هر نوع از این سوسمارها نیز بر یکی دیگر از انواع برتری دارد. هنگامی که سوسمارهای نر گلو آبی فراوان هستند، می‌توانند تعداد اندکی ماده را از آمیزش دزدانهٔ سوسمارهای گلو زرد حفاظت کنند و در عین حال نمی‌توانند از قلمرو خود در برابر نرهای گلو نارنجی که نیرومندتر و پرخاشگرترند، حفاظت کنند. هنگامی که نرهای گلو نارنجی فراوان‌اند، تعداد بیشتری از ماده‌ها فرصت می‌یابند با نرهای گلو زرد آمیزش می‌کنند و هنگامی که سوسمارهای نر گلوی زرد فراوان می‌شوند، راه را برای موفقیت بیشتر نرهای گلو آبی هموار می‌کنند که بار دیگر قلمروهای کوچک بسازند و به موفقیت بیشتر برسند.

تئوری بازی روشی را برای اندیشیدن دربارهٔ مسائل پیچیدهٔ تکاملی فراهم می‌کند که در آن‌ها عملکرد نسبی و نه عملکرد مطلق کلید درک تکامل آن رفتار است. این سبب می‌شود که تئوری‌بازی ابزاری نیرومند باشد، چون عملکرد نسبی یک نوع فنوتیپ را در مقایسه با فنوتیپ‌های دیگر و منظور داروین را از شایستگی توضیح می‌دهد.*

پی‌نوشت

* کرام‌الدینی، محمد؛ رفتارشناسی، انتشارات فاطمی (زیر چاپ).

1. Mate Choice
2. Monogamy
3. Polygamy
4. Polygyny

۵. بدیهی است که واژه‌های زن و شوهر در روابط میان آدمیان معنی و مفهوم پیدا می‌کنند و قابل تعمیم به جهان جانوران نیستند؛ اما در این‌جا برای آسان‌فهم کردن موضوع از اصطلاحات چند زنی و چند شوهری استفاده کرده‌ایم.

6. Polyandry
7. Harem
8. Paternity Lawsuit
9. Courtship Disply
10. Gerald Borgia

۱۱. آن‌چه این پرنده می‌سازد، آلاچیق نیست، بلکه بیشتر سایه‌سار است، چون سقف ندارد؛ اما چون در نوشته‌های فارسی از آن با آلاچیق یاد شده است، برای پرهیز از سردرگمی در این‌جا نیز همان نام آلاچیق به‌کار رفته است.

12. Ptilonorhynchus violaceus
13. Wallaby Creek
14. Game theory
1. Bruce Beehler
2. Raggiana Bird of Paradise
3. Agonistic behavior
4. John Nash

گفت‌وگو با دکتر زهرا حاج ابراهیمی، پژوهشگر پژوهشگاه هوافضا

زیست‌شناسی در فضا

● شما فارغ‌التحصیل زیست‌شناسی هستید، ولی در پژوهشگاه هوافضا کار می‌کنید که در نگاه اول ممکن است بی‌ربط به همدیگر به نظر آیند. برای یک نفر زیست‌شناس در چنین پژوهشگاهی چه‌کاری وجود دارد؟

❍ یکی از بخش‌های پژوهشگاه هوافضا، گروه فیزیولوژی هوافضاست. این گروه با هدف تحقیقات پایه و کاربردی و اجرای طرح‌های تحقیقاتی در زمینه‌های پزشکی، زیست‌شناسی، اندام‌شناسی و زیست‌فناوری فضایی از سال ۱۳۸۲ در پژوهشگاه هوافضا تشکیل شده و تاکنون طرح‌های مختلفی را به شکل مستقل یا با همکاری دیگر مراکز علمی و تحقیقاتی به انجام رسانده است.

● بنابراین، یکی از زمینه‌های کاری زیست‌شناسان مشارکت در پروژه‌های هوافضاست. زیست‌شناسی چه جایگاهی در پروژه‌های هوا فضا دارد؟

❍ تحقیقات زیست‌شناختی و پزشکی هوافضا در دو شاخهٔ مجزای پزشکی و فیزیولوژی هوایی و زیست‌شناسی هوا فضایی انجام می‌گیرند. آمبولانس‌ها و بیمارستان‌های هوایی، کنترل سلامت گروه پروازی و کارکنان صنایع هوایی و خدمات جانبی، سلامت مسافران و بیماری‌های زمینه‌ای آنان در سفرهای هوایی، اختلالات روان‌پزشکی مرتبط با پرواز، مانند ترس از پرواز و بیماری تأخیر جت (جت‌لگ)، تجهیزات ایمنی و سلامت در رسانگرهای هوایی و مبارزه با ناقلان بیماری‌های مختلف با کمک صنایع هوایی، موضوع تحقیق در شاخهٔ پزشکی و فیزیولوژی هوایی‌اند.

زیست‌شناسی سلولی و تکاملی در محیط کم‌گرانش (میکروگراویتی)، باغبانی فضایی در موقعیت هواکشت (آیروپونیک) و آب‌کشت (هیدروپونیک) و محیط‌های کاملاً بستهٔ پشتیبان حیات، کاربردهای زیست‌فناوری در سفرهای فضایی، تأثیر فضا و محیط کم‌گرانش بر دستگاه‌های گردش خون، غده‌های درون‌ریز، دستگاه اسکلتی-عضلانی، خون‌سازی، دستگاه‌های عصبی مرکزی و محیطی، روان و تعاملات شخص در محیط اجتماعی بستهٔ سفینه‌ها، دستگاه تنفسی و اثرهای زیانبار پرتوهای کیهانی بر موجودات زنده در فضا، زمینه‌های پژوهشی در شاخهٔ زیست‌شناسی فضایی را تشکیل می‌دهند. زیست‌شناسان می‌توانند در هریک از این دو زمینه در پروژه‌های مختلف تحقیقاتی و کاربردی هوایی، یا فضایی فعالیت کنند.

● وضعیت محیط در فضا با زمین متفاوت است، قرار گرفتن در فضا چه اثرهایی بر فضانوردان دارد؟

❍ از ویژگی‌های متمایزکنندهٔ محیط فضا از زمین، می‌توان به کمبود گرانش (میکروگراویتی)، وجود پرتوهای کیهانی و نبود ریتم سیرکادین (چرخه‌های ۲۴ ساعتی شبانه‌روزی) اشاره کرد. این شرایط منحصربه‌فرد، اثرهای مخربی بر سلامت و کارامدی فضانوردان در طول سفرها و مأموریت‌های فضایی دارند. مشخص شده است که قرار گرفتن در فضا با تغییرات سازشی و غیرسازشی (بیماری) در بدن انسان همراه است. فضانوردان در مأموریت‌های خود، دچار مشکلاتی چون تهوع، تغییر میزان مایعات بدن، اختلال در الگوی خواب و بیداری، ضعف سیستم ایمنی بدن و دیگر تغییرات سازشی می‌شوند.

زیست‌شناسی سلولی و تکاملی در محیط کم‌گرانش (میکروگراویتی)، باغبانی فضایی در موقعیت هواکشت (آیروپونیک) و آب‌کشت (هیدروپونیک) و محیط‌های کاملاً بستهٔ پشتیبان حیات، کاربردهای زیست‌فناوری در سفرهای فضایی، تأثیر فضا و محیط کم‌گرانش بر دستگاه‌های گردش خون، غده‌های درون‌ریز، دستگاه اسکلتی‌ـ عضلانی، خون‌سازی، دستگاه‌های عصبی مرکزی و محیطی، روان و تعاملات شخص در محیط اجتماعی بستهٔ سفینه‌ها، دستگاه تنفسی و اثرهای زیانبار پرتوهای کیهانی بر موجودات زنده در فضا، زمینه‌های پژوهشی در شاخهٔ زیست‌شناسی فضایی را تشکیل می‌دهند

با بازگشت به زمین، بسیاری از این تغییرات مجدداً تعدیل می‌شود که در این تعدیل در برخی مشکلات ناگهانی و در برخی دیگر تدریجی و کند است. مثلاً تغییراتی مانند کاهش تودهٔ استخوانی و آتروفی استخوان‌ها، سال‌ها زمان می‌برد تا به حالت اول و طبیعی برگردد. به نظر می‌رسد که این تغییرات سازشی و غیرسازشی حاصل تغییر در سلول‌ها و عملکرد آن‌هاست.

● **به این ترتیب فضانوردان به تحقیقات زیست‌شناسان نیاز دارند...**

❍ درست است، اما موضوع فقط این نیست. برای فرستادن انسان به فضا و انجام مأموریت‌های فضایی طولانی‌مدت، ما باید تأثیر و میزان تغییر سیستم‌های زیستی در فضا و مشکلاتی را بدانیم که فضانوردان پس از بازگشت به زمین با آن مواجه‌اند. این کار مستلزم مطالعهٔ اثرهای کوتاه‌مدت و درازمدت قرار گرفتن در فضاست. از طرفی، مطالعات زیست‌شناختی فضایی سبب افزایش دانش و فهم ما از نحوهٔ عملکرد موجودات زنده و واکنش‌های اساسی زیست‌شناسی می‌شود. حیات روی زمین، در طول تکامل در گرانش ۱g گسترش یافته است. تأثیر این نیرو و جبر بر حیات، تا به امروز به‌خوبی مطالعه نشده است. با وجود آن‌که تکنیک‌هایی روی زمین برای افزایش نیروی جاذبه (سانتریفیوژ) یا کاهش آن (بی‌تحرکی و چرخش آرام) وجود دارد، اما اثر طولانی‌مدت بی‌وزنی و پرتوهای کیهانی بر زمین و تأثیر آن بر سلول و وقایع سلولی تاکنون به‌خوبی بررسی نشده است. نتایجی که از این‌گونه مطالعات به‌دست می‌آیند، در بهبود کیفیت زندگی انسان در زمین و سلامت آن مؤثرند.

● **در یک نگاه تاریخی، زیست‌شناسی چگونه به زمینهٔ دانش هوافضا راه پیدا کرد؟ نیاز این دانش به زیست‌شناسی بود یا به‌عکس به هدف پاسخ به پرسش‌های زیست‌شناختی بود؟**

❍ نیاز زمینهٔ هوافضا به دانش زیست‌شناسی بود که زیست‌شناسی را به این زمینه وارد کرد. پس از این‌که انسان موفق به انجام سفرهای فضایی و مأموریت‌های فضایی طولانی‌مدت شد، دریافت که قرار گرفتن در فضا و محیط کم گرانش با تغییرات عمده‌ای در عملکرد و فعالیت سیستم‌های مختلف بدن و سیستم‌های زیستی همراه است. فضانوردان در طول سفرهای فضایی خود و حتی پس از بازگشت به زمین با مشکلات زیادی مواجه بوده‌اند. ادامهٔ انجام سفرهای فضایی، به‌ویژه سفر به کرات دورتر، مثلاً مریخ، نیازمند پاسخ دادن به پرسش‌هایی از این دست است: بدن چگونه با فضا سازگار می‌شود؟ واکنش جانوران و گیاهان به بردار گرانش چیست؟ چگونه می‌توان به‌منظور تأمین غذای فضانوردان، گیاهان را در فضا رشد داد؟ برای جلوگیری از آسیب رسیدن به فضانوردان چه اقداماتی باید در فضا انجام گیرد؟

به این ترتیب طرح پژوهش‌هایی با هدف پاسخ به چنین پرسش‌هایی، درواقع شروع زمینهٔ جدیدی از مطالعات زیست‌شناختی با نام **زیست‌شناسی فضا** بود. همچنین در ابتدا و قبل از فرستادن انسان به فضا از جانوران برای مسافرت‌های فضایی استفاده می‌شد. آماده‌سازی جانوران برای ورود به فضا نیز نیازمند استفاده از زیست‌شناسان و دانش زیست‌شناسی بود.

بنابراین در ابتدا نیاز به دانش زیست‌شناسی در زمینه‌های فضایی عامل ورود این علم به زمینهٔ دانش هوافضا بود، هرچند که امروزه مطالعات زیست‌شناختی در شرایط فضا به پیشرفت این علم و افزایش دانش و فهم ما از نحوهٔ عملکرد موجودات زنده و واکنش‌های اساسی زیست‌شناختی نیز کمک می‌کند و نتایجی که از این‌گونه مطالعات به‌دست می‌آید، بر بهبود کیفیت زندگی انسان روی زمین نیز مؤثر است.

● **و به این ترتیب بود که دانشی به نام زیست‌شناسی فضا شکل گرفت.**

❍ درست است. به‌طور کلی، زیست‌شناسی فضا به مطالعهٔ

چگونگی پاسخ جانوران و گیاهان به بردار جاذبه و نحوهٔ سازگار شدن آن‌ها با ترازهای مختلف گرانش می‌پردازد. تحقیقات در این زمینه در ترازهای مختلف ـ از تحقیقات مولکولی گرفته تا مطالعهٔ سلول، بافت، موجود زنده، اکولوژی، تکوین و تکامل ـ صورت می‌گیرد. هدف از زیست‌شناسی فضایی تعیین اثرهای گرانش بر سلول، جانوران و گیاهان، تعیین اثرهای ترکیبی بی‌وزنی و دیگر استرس‌های محیط فضا (پرتوها و نبود چرخهٔ روز و شب) بر سیستم‌های زیستی، اصلاح کیفیت زندگی در زمین از طریق استفاده از محیط فضا و همچنین افزایش دانش زیست‌شناسی است. همچنین مطالعهٔ گیاهان و میکروب‌ها نیز در شرایط بی‌وزنی و فضا به‌ویژه برای فرستادن انسان به فضا و مأموریت‌های طولانی‌مدت در شرایطی که باید مواد غذایی در فضا تولید شوند، ضروری است.

● نیم‌قرنی از عمر زیست‌شناسی فضا می‌گذرد. شاید از اساسی‌ترین پروژه‌های تعریف‌شده در این ارتباط، پروژه‌هایی‌اند که برای یافتن آثار حیات در کرات دیگر و نیز یافتن محیطی شبیه جو اولیهٔ زمین در آغاز پیدایش حیات طراحی شده‌اند. آیا دانشمندان به نتایج قابل‌توجهی در این زمینه دست یافته‌اند؟

❍ بله. تاکنون تلاش‌های زیادی برای یافتن حیات در کرات دیگر صورت گرفته است. مثلاً در قمر اروپا که یکی از ٤ قمر بزرگ سیارهٔ مشتری است، اقیانوسی از آب مایع، زیرلایه‌ای از یخ ضخیم که در سطح آن قرار دارد، کشف و مشخص شده است که مقدار آب مایع در این اقیانوس دو برابر میزان آب تمام اقیانوس‌های کرهٔ زمین است. همچنین این اقیانوس اکسیژن فراوان دارد که برای بقای حیات سه بیلیون کیلوگرم میکروارگانیسم در این قمر کافی است. دانشمندان پس از سیارهٔ مریخ، به‌دنبال یافتن نشانه‌های حیات در این قمرند. مطالعات زیادی نیز روی شهاب‌سنگ‌ها صورت گرفته است و دانشمندان به‌دنبال یافتن فسیل و یا نشانه‌های حیات در این شهاب‌سنگ‌ها، بویژه فسیل پروکاریوت‌ها هستند. مثلاً شهاب‌سنگ ALH٨٤٠٠١ متعلق به سیارهٔ مریخ است که در سال ١٩٨٤ در منطقهٔ Allan Hills در زمین پیدا شد. ذرات نانومتری اکسید آهن، سولفید آهن، موادی در حد میکرومتر در ترکیب با کربنات‌ها و ترکیبات آلی هیدروکربنی پلی‌آروماتیک (PHAs) و آثار کرمی‌شکل، در این شهاب‌سنگ‌ها پیدا شده است.

شهاب‌سنگ ALH٨٤٠٠١ متعلق به سیارهٔ مریخ است که در سال ١٩٨٤ در منطقهٔ Allan Hills در زمین پیدا شد. ذرات نانومتری اکسید آهن، سولفید آهن، موادی در حد میکرومتر در ترکیب با کربنات‌ها و ترکیبات آلی هیدروکربنی پلی‌آروماتیک (PHAs) و آثار کرمی‌شکل، در این شهاب‌سنگ‌ها پیدا شده است.

برخی از دانشمندان معتقدند که این آثار کرمی‌شکل به بقایا و فسیل باکتری‌هایی در مریخ مربوط‌اند، و ذرات اکسید آهن و سولفید آهن یافت شده در این شهاب‌سنگ را همین باکتری‌ها تولید کرده‌اند

برخی از دانشمندان معتقدند که این آثار کرمی‌شکل به بقایا و فسیل باکتری‌هایی در مریخ مربوط‌اند، و ذرات اکسید آهن و سولفید آهن یافت شده در این شهاب‌سنگ را همین باکتری‌ها تولید کرده‌اند. این دانشمندان، ترکیبات آلی هیدروکربنی پلی‌آروماتیک یافت‌شده در این شهاب‌سنگ را نیز به ارگانیسم‌های مریخی نسبت دادند و اعلام کردند که براساس شواهد به‌دست آمده، در سیارهٔ مریخ حیات وجود دارد.

در مقابل، برخی محققین معتقدند که این آثار کرمی‌شکل، فسیل باکتری‌های زمینی هستند که به هنگام برخورد شهاب‌سنگ با زمین، در حدود ١٣ هزار سال پیش، این آثار را به‌جای گذاشته‌اند. در مقابل برخی دیگر معتقد بودند که انفجار اولیهٔ حاصل از جدا شدن شهاب‌سنگ از مریخ و گرمای تولید شده به هنگام رها شدن شهاب‌سنگ در فضا و برخورد آن با زمین، ممکن است ساختارهای معدنی ایجاد کرده باشد که امروزه با فسیل میکروب‌ها اشتباه گرفته می‌شوند.

اخیراً محققان ناسا، با استفاده از روش‌های نو و تکنیک‌های جدید پرتوهای یونی و میکروسکوپ‌های الکترونی با وضوح بالا، مجدداً به مطالعهٔ این شهاب‌سنگ پرداختند. این محققان اعلام کردند که براساس شواهد محکم آثار موجود در این شهاب‌سنگ، به‌سبب تغییرات زمین‌شناختی زمین و یا آلودگی شهاب‌سنگ با باکتری‌های زمین در محل برخورد و یا به سبب انفجار نیست، بلکه این آثار زیستی‌اند و منشأ مریخی دارند.

به نظـر این محققـان حیات در مریخ و یـا حداقل در این شهاب‌سـنگ مریخی وجود داشـته اسـت. آن‌هـا زمـان تشکیل این سـنگ در پوستهٔ مریـخ را در بیش از ٤ بیلیون سـال پیش و متعلق به عصر Noachian می‌دانند، در زمانی که اقیانوس‌ها سـطح مریخ را پوشـانده بودند، نه بیابان‌های خشـکی که امروزه مشـاهده می‌شـوند. بنابراین، مریخ در آن دوره بیشتر شبیه به زمین بوده و شـرایط برای حیات مهیا بوده اسـت. سپس بعد از بیلیون‌ها سال، این سنگ از مریخ جدا شده و حدود ١٦ میلیون سال در فضا بوده و درنهایت ۱۳ هزار سال پیش به زمین برخورد کرده است. این یافته برای دانشمندان بسیار مهم است و ممکن است حتی اطلاعاتی را در مورد چگونگی تشکیل حیات در منظومهٔ شمسی در اختیار ما قرار دهد.

در حال حاضر در گروه فیزیولوژی در پژوهشگاه هوافضا، زیست‌شناسانی با گرایش‌های ژنتیک و فیزیولوژی مشغول به‌کارند. همچنین با توجه به گسـترش مطالعات فضایی در کشور و رویکرد جدید کشور به تحقیقات فضایی، به نظر می‌رسد در آینده از زیست‌شناسان بیش‌تری با گرایش‌های متفاوت نیز در این گروه استفاده شود

● **جالب است! برگردیم به کشور خودمان، چه پروژه‌هایی در پژوهشـگاه هوافضا با محوریت پاسـخ به پرسـش‌های زیست‌شناختی طراحی می‌شوند؟**

❍ پروژه‌هایی که در پژوهشگاه هوافضا در شاخهٔ زیست‌شناسی فضا طراحی می‌شوند، دو دسته‌اند: دستهٔ اول پروژه‌هایی هستند که در راستای فرستادن موجودات زنده و درنهایت انسان به فضا در جهت هموار کردن این مسیر و رسیدن به تکنولوژی مهندسی انتقال حیات به فضا تعریف می‌شوند. دستهٔ دوم پروژه‌هایی‌اند که در جهت پاسـخ بـه نحوهٔ سـازگاری جانداران به شرایط فضـا طراحی می‌شـوند، مثلاً مطالعهٔ سـلول‌ها و فرایندهای زیستی در شرایط میکروگراویتی و تأثیـر پرتوها بر حیـات. در زمینـهٔ پزشـکی و فیزیولوژی فضـا نیـز گـروه فیزیولوژی پژوهشگاه پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه‌هـای آمبولانس‌هـا و بیمارسـتان‌های هوایی، کنترل سلامت گروه پروازی و کارکنان صنایع هوایی، سلامت مسافران و بیماری‌هـای زمینه‌ای آن‌ها در مسـافرت هوایی، اختلالات روان‌پزشکی مرتبط با پرواز مانند ترس از پرواز و شبیه‌سازهای پرواز و واقعیت مجازی را طراحی می‌کنند.

● **آیا زیست‌شناسـان دیگری در ایران نیز همانند شما وارد این زمینه شده‌اند؟**

❍ بلـه؛ در حال حاضـر در گروه فیزیولوژی در پژوهشـگاه هوافضا، زیست‌شناسـانی با گرایش‌های ژنتیک و فیزیولوژی مشغول به‌کارند. همچنین با توجه به گسترش مطالعات فضایی در کشـور و رویکرد جدید کشور به تحقیقات فضایی، به نظر می‌رسـد در آینده از زیست‌شناسـان بیش‌تری با گرایش‌های متفاوت نیز در این گروه استفاده شود.

● **از ایـن که وقت خود را در اختیار مجلهٔ رشـد آموزش زیست‌شناسی گذاشتید، سپاس‌گزاریم.**

❍ متشکرم.

روش کاربردی استخراج DNA از خون انسان

تجربه

الهه فلفلی، شهره سلیمی، غلامحسین رستگارنسب
دانش‌آموزان: زهرا حسینی، حمیده حیدری، زهرا صمدی، نازنین‌السادات هاشمی، مهسا اعتصامی‌راد، محدثه ساکی
پژوهش‌سرای دانش‌آموزی محمدبن زکریای رازی ناحیه یک شهرری
Salimi_sh@yahoo.com

چکیده

پروژهٔ استخراج DNA خون انسان توسط دانش‌آموزان در قالب چهار مرحلهٔ اصلی استخراج عصاره و هستهٔ سلول، تخلیص DNA، تغلیظ DNA و شناسایی اختصاصی DNA انجام شد. مراحل کار و مواد به گونه‌ای انتخاب و طراحی شد که انجام این آزمایش در دبیرستان‌ها قابل اجرا باشد و با رنگ‌آمیزی اختصاصی DNA کارایی مواد و روش به وسیلهٔ دبیر انجمن زیست‌شناسی و استادان ژنتیک دانشگاه تهران تأیید شد.

کلیدواژه‌ها: استخراج DNA، مواد شوینده، نمک اشباع، آکریدین اورنج.

مقدمه

DNA مادهٔ وراثتی موجود در هستهٔ سلول‌ها، مولکولی دو رشته‌ای است که از اتصال میلیون‌ها جفت نوکلئوتید به یکدیگر ساخته شده است. نوکلئوتیدها مانند نردبان پشت سر هم ردیف شده‌اند و بازهای آلی در دو رشته به فاصله مشخص پله‌های این نردبان را تشکیل داده‌اند. DNA به علت داشتن گروه‌های فسفات دارای بارالکتریکی منفی است. مولکول DNA به وسیلهٔ آنزیم DNA آز تجزیه می‌شود. نمک‌های دو ظرفیتی مثل نمک‌های حاوی یون منیزیم به عمل تجزیه کمک می‌کنند، اما نمک‌های یک ظرفیتی مثل نمک‌های حاوی یون سدیم باعث حفاظت DNA در مقابل آنزیم تجزیه‌کننده‌می‌شوند.

همهٔ سلول‌های هسته‌دار، DNA دارند. بنابراین، در بافت‌هایی مثل خون فقط گلبول‌های سفید DNA دارند و گلبول‌های قرمز و پلاکت‌ها که فاقد هسته‌اند DNA ندارند. در عصارهٔ سلولی، سلول‌های خون علاوه بر DNA، مقادیر زیادی پروتئین دارند، مثل آنتی‌بادی‌ها در گلبول‌های سفید، هموگلوبین در گلبول‌های قرمز، پروتئین‌های انعقادی در پلاکت‌ها.

سلول‌های خون جزء سلول‌های جانوری هستند و به خلاف سلول‌های گیاهی دیوارهٔ سلولی ندارند. برای استخراج DNA از عصارهٔ هسته، در اولین مرحله باید غشای سلول و هسته، تجزیه و کافت شود. معمولاً از روش‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی برای این کار استفاده می‌شود. کاربرد DNA استخراج شده و نوع سلول هدفی که DNA از آن استخراج می‌شود، روش تجزیه کردن سلول را تعیین می‌کنند.

در روش‌های فیزیکی و مکانیکی از روش‌هایی مثل له‌کردن، شکســت غشا با انجماد، شوک گرمایی و در روش‌های شیمیایی از آنزیم‌ها و بعضی مواد شوینده استفاده می‌شود. محلول‌های نمکی با ایجاد تورژسانس و مواد شوینده با حذف میان کنش‌های قطبی بین پروتئین‌ها و لیپیدهای غشا یا حذف لیپیدها باعث از هم‌گسیختگی مواد شوینده می‌شوند. انتخاب نوع مادهٔ شوینده‌ای که کمترین آسیب را به DNA برساند و هم‌چنین DNA را از اثر آنزیم‌های نوکلئازی حفظ کند، بسیار اهمیت دارد. از این ترکیبات می‌توان EDTA یا اتیلن دی‌آمین تترااستیک اسید را نام برد. این ترکیب با حذف یون منیزیوم مانع فعالیت DNA آز می‌شود.

مرحلهٔ اساسی دوم: جداسازی DNA از سایر ترکیبات عصارهٔ سلولی و هسته است. در سلول‌های جانوری RNA و پروتئین‌ها و در سلول‌های گیاهی کربوهیدرات‌ها از مواد ناخالصی اصلی همراه DNA هستند که باید حذف شوند.

این مواد در روش‌های اندازه‌گیری مقدار DNA با دستگاه اسپکتروفتومتر خطا ایجاد می‌کنند و مانع فعالیت آنزیم‌های محدودکننده در روش انتقال سادرن و کلون کردن ژن می‌شوند. برای تخلیص DNA از حلال‌ها و آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین و RNA استفاده می‌شود. مثلاً، پروتئین‌ها در فنل حل می‌شوند، اما DNA حل نمی‌شود یا نمک‌های اشباع باعث رسوب پروتئین‌ها و جداشدن آن‌ها از DNA می‌شوند.

مرحلهٔ سوم استخراج DNA: تغلیظ DNA به معنای بالابردن غلظت DNA در حجم محلول است. معمولاً برای تغلیظ DNA از اتانول و استات سدیم و دمای ۲۰- و یا استون و ایزوپروپانل در دمای پائین استفاده می‌شود. با استفاده از اتانل RNA حذف می‌شود و ارزان‌تر از ایزوپروپانل است. در ضمن ایزوپروپانل به DNA آسیب می‌رساند، اما ایزوپروپانل بهتر از اتانل الیگو نوکلئوتیدها را تغلیظ می‌کند.

مرحلهٔ آخر: شناســایی اختصاصی DNA در محلول است. اگر مقدار DNA زیاد باشد، یا DNA با وزن ملکولی بالا استخراج شود، توده‌های دراز و سفیدرنگ DNA در محیط سرد تشکیل می‌شوند. اگر محلول سانتریفیوژ شود، رسوب سفید نشان می‌دهد، در حین کار DNA را از دست نداده‌ایم. برای تأیید بیشتر می‌توانیم از معرف‌های رنگی برای تشخیص DNA در محلول استفاده کنیم. معرف‌هایی مانند اتیدیوم بروماید در حضور پرتو U.V، DNA را به رنگ بنفش و فنل‌رد DNA و پروتئین‌های اسیدی را به رنگ قرمز نشان می‌دهد. مادهٔ آکریدین اورنج، DNA را به رنگ سبز فسفری و RNA را به رنگ قرمز آجری نشان می‌دهد.

مواد و روش

نمونه‌های ما نمونه‌های خون دبیر انجمن زیست‌شناســی بود. معیار انتخاب ایشــان اطمینان به عدم ابتلای ایشان به ایدز و هپاتیت بود. گزارش ســازمان انتقال خون پس از خون دادن ایشــان و رعایت نکات ایمنی، مانند اســتفاده از دستکش‌های لاتکس توســط دانش‌آمــوزان باعث اطمینان‌خاطــر در مقابل خطرات کار با خون بود.

نمونه‌گیری

ابتدا سرنگ را برای منعقد نشدن خون هپارینه کردیم. آمپول هپارین تهیه شده از داروخانه را شکستیم سرنگ را درون آمپول و هپارین را درون سرنگ کردیم و دوباره آن را خالی کردیم و سپس از ایشان خون گرفتیم. هپارین مانع عمل PCR می‌شود، اما در کار تحقیقی ما چون فقط هدف استخراج DNA بود، مانعی به حساب نمی‌آمد. چون دانش‌آموزان در کتاب زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۱ این ماده را خوانده بودند، استفاده از آن در طراحی آزمایش توسط دانش‌آموزان برای ما خیلی مهم بود.

مواد

۱. مواد لازم برای تجزیه‌کردن غشــای سلول: سوکروز ۰/۳۲مــولار، منیزیــوم کلراید ۵ میلی‌مولار و یــک قطره مایع ظرفشویی. مایع ظرفشویی درست در هنگام اضافه‌کردن محلول به خون اضافه می‌شــود. در این مرحله از بافر تریس HCL و مواد شوینده‌ای مثل X-100 استفاده نکردیم.

۲. مــواد لازم برای تهیهٔ بافر PBS: ایــن بافر برای ثبات DNA و عدم تغییر pH محیط اســتفاده می‌شود. سدیم کلراید ۰/۱٤ مولار، پتاســیم کلراید ۲/۷ میلی‌مولار، فسفات هیدروژن دی ســدیم ۰/۰۱ مولار، در این مرحله ما از KH_2PO_4 که برای تهیهٔ این بافر استفاده می‌شود، استفاده نکردیم.

۳. مواد لازم برای تجزیه‌کردن غشــای هســته: ســدیم هیدروکسید ۵۰ میلی‌مولار و یک قطره مایع ظرفشویی. در این مرحله ما از EDTA و بافر تریس استفاده نکردیم.

۴. مواد لازم برای جدا کردن DNA از پروتئین‌ها: سدیم کلراید ٦ مولار. در این مرحله از موادی مانند فنل ـ کلروفرم یا پروتئیناز K استفاده نکردیم.

۵. مــواد لازم برای تغلیــظ DNA: اتانل ۹۷ درصد که از شب قبل در فریزر یخچال گذاشته شده بود.

۶. مواد لازم برای رنگ‌آمیزی DNA: آکریدین اورنج، در این مرحله ما از موادی چون اتیدیوم بروماید استفاده نکردیم.

محلول‌های شــمارهٔ ۱ و ۲ و ۳ را اتوکلاو و بعد اســتفاده کردیم. محلول شمارهٔ ۲ را پس از اتوکلاو در یخچال گذاشتیم. در این آزمایش بعضی از موادی که در استخراج DNA استفاده می‌شود، توسط ما استفاده نشد. مهم‌ترین دلیل برای عدم استفاده از مــوادی مثل تریس، EDTA این بود که در آزمایشــگاه‌های مــدارس موجود نبــود و برای ما مهم بود کــه از مواد موجود در مــدارس اســتفاده کنیم. بعضی از این مــواد مثل پروتئیناز k یا RNA آز بســیار گران‌قیمت هســتند و خرید آن‌ها از نظر اقتصادی برای مدارس مقرون به صرفه نیســت. بعضی از این مواد مثل اتیدیوم بروماید سمی و سرطان‌زا هستند و استفاده از مواد ایمن‌تر دارای اهمیت بود. بعضی مواد مثل فنل‌رد ویژگی اختصاصی موردنظر ما را، نداشتند. در این روش pH هیچ یک از محلول‌ها را به علت نداشتن pHسنج تنظیم نکردیم.

وسایل لازم

ســرنگ، لولهٔ آزمایش، ســانتریفیوژ، بشــر، چراغ گازی، اتوکلاو، ترازو، استوانهٔ مدرج، ارلن

همهٔ لوله‌های آزمایش و سانتریفیوژ اتوکلاو شدند. در این روش هیچ‌یک از مواد اســتفاده شــده درصد خلوص بالا مثل مواد شرکت‌های سیگما و مرک نداشتند. مواد استفاده شده مواد ارسال شده توسط صنایع آموزشی به مدارس بود. اضافه کردن محلول‌ها نیز با سرنگ‌های استریل انجام شد.

روش کار

۱. بــه یک سی‌ســی خــون هپارینه، ۵ سی‌ســی محلول تجزیه‌کنندهٔ غشای ســلول و یک قطره مایع ظرفشویی اضافه کردیم و لوله را به مدت ۱۵ دقیقه با دســت سروته کردیم. این عمل را به این علت انجام دادیم که دستگاه شیکر نداشتیم.

۲. لوله را به مدت ۵ دقیقه روی یخ گذاشتیم و لوله را چند بار سروته کردیم.

۳. لولــه را به مــدت ۱۵ دقیقه با دور ۳۰۰۰ ســانتریفیوژ کردیم.

٤. پس از ســانتریفیوژ محلول رویــی را دور ریختیم و به رسوب ته لوله ۵۵ سی‌ســی بافر PBS سرد اضافه کردیم و به رسوب ضربه زدیم تا رسوب معلق شود.

۵. لولــه را بــه مدت ۳۰ ثانیــه با دور ۱۲۰۰ ســانتریفیوژ کردیم.

٦. محلول رویی را دور ریختیم.

۷. مراحل ٦-۱ را ۳ بار تکرار کردیم تا همهٔ رسوب ته لوله سفید شد. به کمک مراحل ۷-۱ غشای گلبول‌های قرمز و سفید و پلاکت‌ها پاره شده و سیتوپلاسم سلول‌ها و اندامک‌های آن‌ها آزاد می‌شود. با عمل سانتریفیوژ هسته‌های گلبول‌های سفید از سایر اجزای سیتوپلاسم جدا شد.

۸. به رسوب ته لوله ۰/۲ هیدروکسید سدیم اضافه کردیم.

۹. لوله را به مدت ۲۰ دقیقه در آب جوش قرار می‌دهیم.

۱۰. صبر می‌کنیم تا لوله ســرد شود. مراحل ۱۰-۸ را برای تجزیه‌کردن غشای هستهٔ گلبول‌های سفید انجام دادیم.

۱۱. به لوله سدیم کلراید اشباع اضافه می‌کنیم (٦ مولار) و چندین بار لوله را سروته می‌کنیم.

۱۲. لوله را به مدت ۳۰ ثانیه با دور ۱۲۰۰ سانتریفیوژ کردیم (مرحلهٔ یازده و ۱۲ را برای رسوب کردن پروتئین‌ها و جدا شدن از DNA انجام دادیم).

۱۳. محلــول رویی را بــه درون لولهٔ دیگر ریختیم، ۲ برابر حجم آن اتانل سرد اضافه کردیم و در حمام یخ به شکل دورانی حرکت دادیم تا ملکول‌های دراز DNA جمع و تغلیظ شوند.

١٤. به نمونهٔ معرف رنگی آکردین اورنج اضافه کردیم.

نتایج

با توجه به عکس‌های گرفته شـــده از نمونه‌های تهیه شده با روش اجرا شده، با مواد توضیح داده شده، توانستیم DNA را استخراج کنیم. دانش‌آموزانی که مراحل ۷-۱ را یک بار و بعضی ۲ بار انجام دادند و دانش‌آموزانی که یک قطره مایع ظرفشویی را اضافه نکرده بودند، رسوب سفیدی به دست نیاورده بودند و هسته‌های آن‌ها با گلبول‌های قرمز و هموگلوبین آلوده بود.

نمونه‌های اســـتخراج شـــده هنگامی که بـــا آکردین اورنج رنگ‌آمیزی شدند، آلودگی با RNA را نشان ندادند. از آن‌جا که سرعت دستگاه سانتریفیوژ ما مشخص نبود، بهترین سرعت‌های موردنظر به‌طور تجربی با این دستگاه تعیین شد، با این سرعت‌ها توانستیم بهترین حالت استخرج DNA را داشته باشیم.

بحث و نتیجه‌گیری

با حذف موادی مانند تریس یا فسفات دی هیدروژن پتاسیم یا نداشـــتن کنترل بر pH محلول‌ها نگران بودیم که DNAهای خارج شده از هسته در طی کار تجزیه شوند، اما عملاً نتیجه نشان داد با غلظت‌های اســـتفاده شده از مواد، pH در محدوده‌ای قرار می‌گیرد که اثری روی DNA ندارد. ما محلول‌های حاوی DNA را نگـــه‌داری نکردیم. چنانچه مایل به نگهداری آن بودیم، باید از محلول‌هایی که پیشنهاد شده، مثل بافر تریس اسیدی استفاده می‌کردیم، که ما نداشتیم و باید روی این ماده کار می‌کردیم و از بافرهای دیگری استفاده می‌کردیم. مزیت روشی که ما استفاده کردیم قابل اجرا بودن آن در دبیرســـتان‌ها بود. یافتن و استفاده از آکردین اورنج به عنوان معرف رنگی نقطهٔ مهمی برای کار ما بود. این ماده از یک طرف دارای ایمنی بیشتر نسبت به اتیدیوم بروماید است و از طرف دیگر با رنگ‌آمیزی اختصاصی DNA به رنگ سبز فسفری، نسبت به فنل‌رد که پروتئین‌ها و DNA را هر دو به رنگ قرمز درمی‌آورد، ارجحیت دارد.

منابع

1. www.life.uiuc.edu/hughes/footlooker
2. www.ncbnlm.nih.go
3. www.biomedcentral.com/
4. www.biomedcentral.com/

ایران

قانون و شکستگی استخوان

عبدالناصر کعدان

ترجمه: محمدعلی- ابوعلی

کلیدواژه‌ها: ابن‌سینا، شکستگی استخوان، قانون فی‌الطب.

اشاره

هر سال روز نخست شهریورماه روز پزشک و روز بزرگداشـــت ابن‌سیناست. فصل‌نامهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی به مناسبت این روز ضمن عرض تبریک به همهٔ پزشکان زحمتکش، بویژه پزشـــکانی که در کســـوت معلم زیست‌شناسی به آمـــوزش نوجوانان و جوانان ما مشـــغول‌اند، مرور مختصری دارد به شـــرح علائم، روش‌های تشخیص و درمان شکســـتگی‌های استخوان در کتاب قانون ابن‌سینا.

نوشته‌های ابن‌سینا

ابن‌سینا ۲۷۶ نوشته از خود به یادگار گذاشته است که همهٔ آن‌ها، به جز چند اثر که به زبان فارسی نوشته شده‌اند، به زبان عربی‌اند. متأسفانه بیشتر این آثار در گذر زمان از میان رفته و امروزه فقط ۶۸ کتاب و رساله از او بر جای مانده است.

ابن‌سینا اگرچه در همهٔ موضوع‌های علمی قلم زده است، اما به فلسفه و پزشکی علاقهٔ بیشتر داشت. به همین علت برخی از مورخان او را بیشتر فیلسوف می‌دانند تا پزشک. از سوی دیگر، برخی نیز او را یکه‌تاز میدان پزشکی در قرون وسطی می‌دانند.

می‌توان آثار ابن‌سینا را بر پایهٔ محتوای آن‌ها چنین رده‌بندی کرد: ۴۳ اثر در زمینهٔ پزشکی، ۲۴ اثر در زمینهٔ فلسفه، ۲۶ اثر در زمینهٔ فیزیک، ۳۱ اثر در زمینهٔ الهیات، ۲۳ اثر در زمینهٔ روان‌شناسی، ۱۵ اثر در زمینهٔ ریاضیات، ۲۲ اثر در زمینهٔ منطق، ۵ اثر در تفسیر قرآن کریم. علاوه بر این‌ها او در زمینه‌های عرفان، عشق، موسیقی و نیز داستان نیز نوشته‌هایی دارد.

القانون فی‌الطب (قانون در پزشکی)

این کتاب مهم‌ترین اثر ابن‌سیناست که در اصل به زبان عربی نوشته است. ویلیام اسلر دربارهٔ آن‌چنین نوشته است: «قانون معروف‌ترین کتاب درسی پزشکی است که تاکنون نوشته شده است» (۱). قانون یگانه مرجع یا مدرکی است که همهٔ دانش پزشکی را که تا زمان ابن‌سینا از تمدن‌های مختلف گذر کرده و به او رسیده‌اند، در خود جای داده است.

روش توضیح و رده‌بندی مطالب و مباحث در این کتاب بسیار شبیه به روشی است که در کتاب‌های درسی پزشکی امروزی به‌کار می‌رود: علل بیماری‌ها، همه‌گیری‌شناسی، نشانه‌ها و علائم، تشخیص و درمان بیماری‌ها. در این رابطه می‌توان گفت که نحوهٔ چینش و جامعیت، این کتاب را به جامع‌ترین کتاب پزشکی تبدیل کرده است.

اروپاییان با ترجمهٔ لاتینی قانون که در سدهٔ پانزدهم از سوی گرارد کرمونایی[1] صورت گرفته است، آشنا شدند و آن را تا سدهٔ هفدهم در دانشکده‌های پزشکی لوویان[2] و مونت پلیه[3] تدریس می‌کردند. حتی مجلهٔ یونسکو، اکتبر ۱۹۸۰، نوشته است که قانون تا سال ۱۹۰۹ در دانشگاه بروکسل تدریس می‌شده است.

ابن‌سینا در کتاب قانون نخست پزشکی را چنین تعریف کرده است: «پزشکی علمی است که کاربران آن با تعریفی که از سلامت و بیماری دارند، وضعیت بدن آدمی را بررسی می‌کنند، تا به حفظ سلامت هنگام وجود و بازگرداندن آن هنگام نبود،

بپردازند.»

کتاب قانون شـامل پنج کتاب است. نخستین کتاب دربارهٔ اصول پزشـکی عمومی اسـت. دومین کتاب به داروشناسی[4] اختصاص دارد. سومین کتاب به بیماری‌هایی که در بخش‌های خـاص بـدن روی می‌دهند، چهارمین کتاب بـه بیماری‌هایی که خاص بخش خاصی از بدن نیسـتند (ماننـد تب) و نیز به زخم‌های ناشـی از ضربه، شکستگی و دررفتگی استخوان‌ها و مفاصل و پنجمین کتاب به دسـتورالعمل‌هایی برای مداواهای مرکب اختصاص دارند.

ابن‌سینا دو رساله از چهارمین کتاب قانون را به شکستگی استخوان اختصاص داده است. نخستین رساله دربارهٔ «شکستگی عمومی» و دومین رسـاله دربارهٔ «شکستگی استخوان‌ها به‌طور جداگانه» است. او در نخستین رساله علت‌ها، انواع، ریخت‌ها، روش‌های درمان و پیچیدگی‌های شکستگی‌ها را شرح داده، در حالی که در دومین رساله ویژگی‌های خاص شکستگی هر یک از استخوان‌ها را تعریف کرده است.

رسالهٔ اول: شکستگی عمومی

ابن‌سینا شکستگی را قطع پیوستگی استخوان تعریف کرده (۲) و سپس انواع شکسـتگی، مانند شکستگی‌های عرضی و طولی را مشخص کرده است. او از علائم شکستگی چنین یاد کرده است که درد، تورم و تغییر شکل دست و پا اهمیت زیادی در تشـخیص دارند. او در این فصل شکسـتگی‌هایی را که به مفصل می‌رسند، به تفصیل شـرح داده و نوشته است که «اگر شکسـتگی در مفصل باشد و بهبود یابد، ممکن است به علت از دست رفتن انعطاف‌پذیری پینه (کالوس)، حرکت آن مفصل دشوار شود و به زمان بیشتری برای نرم شدن نیاز داشته باشد» (۳).

امروزه بر ما کاملاً معلوم اسـت که شکسـتگی‌هایی که در مفاصل روی می‌دهند، سـبب سـختی آن مفصل پس از بهبود می‌شوند و باید روی آن‌ها فیزیوتراپی انجام شود.

عواملی که باعث تعجیل یا تأخیر بهبود می‌شوند

ابن‌سینا ذکر کرده است که شکستگی استخوان‌های کودکان زودتر از بزرگ‌سالان جوش می‌خورند. او زمان لازم برای این خوش‌خوردگی را تعیین کرده است. مثلاً نوشته است که زمان جوش‌خوردن اسـتخوان بینی ۱۰ روز، دنده ۲۰ روز، استخوان سـاعد ۳۰ تا ۴۰ روز و استخوان ران ۵۰ تا ۱۲۰ روز است. در متون درسی پزشکی امروز هم همین مدت زمان ذکر شده‌اند.

ابن‌سینا در پایان این فصل از کتاب به عواملی اشاره می‌کند که باعث تأخیر در بهبود شکسـتگی استخوان می‌شوند: فقدان آتل در محل شکسـتگی، سـرعت حرکت عضو، کم‌خونی و وجود بیماری (۴). این عوامل همراه با عوامل دیگر امروزه نیز در شکستگی استخوان مؤثر در نظر گرفته می‌شوند.

اصول آتل‌بندی استخوان

ابن‌سینا در این فصل از کتاب آتل‌بندی استخوان‌های شکسته را شرح داده است. او به شکسته‌بندها هشدار داده است که آن را محکم نبندند، چون ممکن است باعث قانقاریا شود.

او با ملاحظهٔ آنچه امروزه شکستگی باز نامیده می‌شود، به اهمیت مراقبت بیشتر از زخم تأکید کرده و توصیه کرده است که اگر شکستگی با هماتوم همراه باشد، بهتر است شکسته‌بند محل تورم را شکاف دهد تا خون از آن خارج شود.

ابن‌سـینا در ایـن فصل بر یکـی از موارد مهـم در درمان شکستگی تأکید کرده اسـت. او می‌گوید که اگر شکستگی با مردگی بافت اسـتخوان همراه و دردناک باشـد، باید آن را به وضعیت درست بازگرداند؛ اگر چنین کاری ناممکن باشد، باید بافت مردهٔ استخوان را با چاقویی ظریف یا ایجاد تعداد زیادی سـوراخ در قاعده، خارج کرد. پزشک از هر روشی که استفاده می‌کند، باید توجه داشته باشد که ساختارهای مهم را قطع نکند. گاه بافت مردهٔ اسـتخوان ناپیداسـت. در این وضعیت، باید با تخلیهٔ زخم موقعیت را شناسایی کرد. در چنین حالتی باید برای خارج کردن بافت مردهٔ استخوان زخم را بزرگ‌نمایی کرد (۵).

توصیه‌هایی به شکسته‌بندها

ابن‌سـینا توصیه می‌کند که پزشـک باید پیـش از اقدام به درمان شکسـتگی، نخست با دقت شکسـتگی را وارسی و آن را آتل‌بنـدی کند، چون در صورت تأخیر، درمان شکسـتگی دشوارتر و پیچیده‌تر می‌شـود. اما در همان حال، به لزوم عدم تعجیل در آتل‌بندی تأکید می‌کند. او توصیه می‌کند که این عمل را در روز پنجـم یـا حتی پس از آن، یعنـی هنگامی که تورم شکسـتگی می‌خوابد، انجام دهند. ایـن کار امروزه به «تئوری تأخیر در آتل‌بندی» معروف است و پروفسور جرج پرکینز[5] را پیشگام آن می‌دانند (۶).

شکستگی همراه با زخم (شکستگی باز)

ابن‌سینا در این فصل به بحث دربارهٔ شکستگی‌های توأم با زخم می‌پردازد. او به لزوم عدم آتل‌بندی بر زخم تأکید می‌کند و می‌نویسد که نخست باید ضماد مالید و سپس زخم را با مادهٔ مخصوصی که سـبب تخلیهٔ زخم می‌شـود، پوشاند تا پزشک

بتواند به درمان ادامه دهد.

این روش درمان شکستگی که ابن‌سینا توصیف کرده است، بسیار شبیه روشی است که امروزه به‌کار می‌رود، مگر در روش سترون در طول درمان.

شکستگی‌های ناپیوسته

منظور ابن‌سینا از شکستگی ناپیوسته، نوعی شکستگی است که در وضعیتی نامناسب باشد و سبب بدشکلی پا شود. او توصیه می‌کند که برای درمان پا را در محل شکستگی اولیه دوباره بشکنند و به نحو درست آتل‌بندی کنند. اگر کالوس سخت باشد، نباید از این روش استفاده کرد؛ اگر نه، ممکن است شکستگی در محلی دیگر ایجاد شود. ابن‌سینا توصیه می‌کند که در چنین حالتی، شکسته‌بند از ماده‌ای برای نرم کردن کالوس استفاده کند تا هنگامی که بتواند آتل را در وضعیت درستی ببندد. امروزه از همه نوع شکستگی ناپیوسته استفاده می‌شود.

رسالهٔ دوم، شکستگی استخوان‌ها به‌طور جداگانه شکستگی جمجمه

ابن‌سینا توضیح داده است که شکستگی جمجمه حتی ممکن است بدون آسیب‌دیدگی پوست روی دهد. در چنین حالتی ممکن است در زیر پوست خون‌مردگی به‌وجود آید. پزشک باید از درمان شکستگی غافل نشود، چون این غفلت ممکن است موجب فساد استخوان شود. ممکن است بیمار دچار لرز و از دست رفتن حافظه شود. ابن‌سینا توصیه می‌کند که در چنین مواردی باید شکافی در محل شکستگی ایجاد کرد. او سپس علائم شکستگی جمجمه، مانند بی‌هوشی، سرگیجه و ناتوانی در سخن گفتن را توصیف کرده است.

ابن‌سینا در پایان این فصل نوشته است: «اگر استخوان کاملاً خرد و تجزیه شده باشد، باید آن را به‌طور کامل خارج کرد، اما اگر راست، اما متورم باشد، نباید شکاف را گسترش داد، چون بر شکستگی اثر نامطلوب ندارد» (۷).

شکستگی استخوان آرواره

روشی که ابن‌سینا برای درمان این نوع شکستگی توصیف کرده است، همانند روشی است که امروزه هم کاربرد دارد. او نوشته است که اگر شکستگی سبب حرکت استخوان به سمت بیرون شده باشد، پزشک باید انگشت‌های اشاره و میانی خود را به درون دهان بیمار وارد کند و با آن‌ها لبه‌های شکستگی را به طرف بیرون حرکت دهد. اگر دندان‌ها روی هم جفت شوند، معلوم می‌شود که عمل به‌درستی انجام گرفته است.

او نوشته است که اگر شکستگی با زخم و له‌شدگی استخوان همراه باشد، باید در محل شکستگی شکاف ایجاد و هرگونه بافت مرده را خارج کرد. او توصیه کرده است که پزشک دهان را با استفاده از مفتولی از جنس طلا بخیه کند تا آرواره را در وضعیت درست خود جوش بخورد. بیمار باید استراحت کند، از سخن گفتن بپرهیزد، غذای مایع بخورد. بهبود استخوان آرواره که پر از مغز استخوان است، سه هفته به درازا می‌کشد.

شکستگی استخوان بینی

ابن‌سینا نوشته است که تأخیر در بهبود شکستگی استخوان بینی سبب کج شدن این استخوان می‌شود و به حس بویایی آسیب می‌رساند. بنابراین، در بهبود شکستگی این استخوان طی ۱۰ روز اول اصرار دارد. اگر شکستگی زیاد باشد و بهبود آن ناممکن باشد، پزشک باید پوست را بشکافد و همهٔ استخوان‌های له‌شده را بیرون بیاورد.

شکستگی استخوان ترقوه

روشی که ابن‌سینا برای درمان شکستگی استخوان ترقوه توصیه کرده است، با آن‌چه امروزه کاربرد دارد، بسیار متفاوت است. او آتل‌بندی استخوان ترقوه را دشوار به‌شمار می‌آورد و روشی طولانی‌مدت برای درمان این نوع شکستگی توصیف کرده است. امروزه درمان این نوع شکستگی بسیار آسان است.

شکستگی استخوان کتف

ابن‌سینا نوشته است: «قسمت پهن‌تر استخوان کتف کمتر شکسته می‌شود؛ اما حاشیه‌ها و اطراف آن معمولاً بیشتر آسیب‌پذیرند... معروف‌ترین علائم آن درد در هنگام لمس‌کردن و بی‌حسی دست است... راه درمان آن فشار دادن شانه از جلو برای جا انداختن استخوان است... در صورت وجود بخش‌های دردناک استخوان، باید آن‌ها را خارج کرد... و از بیمار خواست که پس از درمان روی شانهٔ آسیب‌ندیده بخوابد (۸).

شکستگی استخوان جناغ

ابن‌سینا شکستگی استخوان جناغ را به دو نوع تقسیم می‌کند:

۱. مو برداشتن جناغ که هنگام لمس کردن دردناک می‌شود.

۲. از جا دررفتگی جناغ که سبب سرفه‌های خشک می‌شود.

درمان شکستگی جناغ مانند درمان استخوان کتف است.

شکستگی دنده‌ها

ابن‌سینا در این فصل نوشته است که هفت دندهٔ حقیقی در پهلوهای خود شکستگی پیدا می‌کنند، درحالی‌که دنده‌های کاذب در منطقهٔ میانی دچار شکستگی می‌شوند. تشخیص شکستگی دنده‌ها با معاینه بسیار آسان است، چون پزشک می‌تواند شکستگی از روی حرکت‌های غیرطبیعی در محل شکستگی تشخیص دهد. بیمار ممکن است از درد در ناحیهٔ سینه شکایت کند. اگر دیافراگم را تحت‌فشار قرار داده است، پزشک باید با شکاف دادن پوست، آن استخوان را با دقت خارج کند.

شکستگی مهره‌ها

ابن‌سینا دربارهٔ شکستگی مهره‌ها بسیار کم نوشته است، شاید به این علت که در آن موقع اطلاعات زیادی دراین‌باره موجود نبوده است. او همهٔ اطلاعاتی را که ارائه می‌دهد به پاولوس اژین[6] نسبت داده است. پاولوس اژین جراح مشهوری بود که در سدهٔ هفتم در دانشکدهٔ اسکندریه به کار مشغول بود و کتابی را مشتمل بر هفت رساله دربارهٔ جراحی و مامایی نوشته است. حنین‌ابن اسحق آن را به عربی ترجمه کرده است (۹).

ابن‌سینا به پزشکان یادآوری می‌کند که این نوع شکستگی اگر نخاع را در ناحیهٔ گردن درگیر کند، ممکن است منجر به مرگ شود.

شکستگی استخوان بازو

ابن‌سینا توضیح داده است که این نوع شکستگی غالباً به سمت بیرون خم می‌شود، بنابراین، پزشک باید براساس تمایل و کجی به درمان آن بپردازد. باید آن را با بستن سه باند، ثابت کرد: اولی به سمت بالا، دومی به سمت پایین و سومی به سمت بالا. استخوان بازو باید در وبال زاویه‌دار قرار داده شود. بهتر است برای جلوگیری از تحرک آن را به قفسهٔ سینه ثابت کرد. باید پس از هفت تا ده روز باند را باز کرد و ۴۰ روز دیگر در وبال مناسب قرار داد.

شکستگی استخوان‌های ساعد

ابن‌سینا نوشته است که ممکن است استخوان زند زیرین یا زند زبرین یا هر دو شکسته شوند. جوش خوردن شکستگی استخوان زند زیرین دشوارتر، درحالی‌که جوش خوردن شکستگی استخوان زند زیرین آسان‌تر است (۱۰). ابن‌سینا روش‌های ثابت کردن استخوان‌های ساعد را شرح داده است. او توصیه کرده است که باند را محکم نبندند، وگرنه انگشتان متورم می‌شوند.

او سپس موضوعی بسیار مهم را که هنوز نقش مهمی در درمان شکستگی استخوان‌های ساعد دارد، توضیح می‌دهد: لزوم عدم استعمال وبال تا قاعدهٔ انگشتان که ممکن است سبب سختی این انگشتان شود. ابن‌سینا توصیه کرده است که پزشک باید پس از جا انداختن و ثابت کردن شکستگی، ساعد آسیب‌دیده را با دستمال پارچه‌ای پهن با زاویه‌ای به گردن وبال کند به‌طوری که کل ساعد را بپوشاند. شکستگی استخوان‌های ساعد زود بهبود می‌یابد (۲۸ روز).

شکستگی مچ

ابن‌سینا نوشته است: «این استخوان‌ها به‌ندرت می‌شکنند چون بسیار سخت‌اند. اما اگر آسیب جدی ببینند، ممکن است دچار دررفتگی شوند که می‌توان آن را به روشی که در بخش دررفتگی توضیح داده‌ایم، درمان کرد» (۱۱).

امروزه کاملاً مشخص است که شکستگی استخوان‌های مچ بسیار به‌ندرت روی می‌دهد و اگر روی دهد بدون استفاده از پرتو ایکس تشخیص آن ممکن نیست.

شکستگی انگشتان دست

ابن‌سینا در این فصل نوشته است که استخوان‌های انگشتان بیشتر دچار دررفتگی می‌شوند تا شکستگی. برای درمان شکستگی باید بیمار را روی یک صندلی بلند نشاند و از او خواست که دست خود را روی یک صندلی مسطح بگذارد و دستیار باید استخوان شکسته‌شده را دراز کند و پزشک با انگشتان شست و اشاره استخوان را جا بیندازد.

ابن‌سینا به چیزی که «شکستگی بنت ۱۹۸۲»[7] نام دارد اشاره کرده است: «اگر شکستگی در انگشت شست باشد و در قسمت پایین دررفتگی داشته باشد، باید باند پهن را از بالا به آن ببندند تا از تورم دردناک آن جلوگیری شود» (۱۳). ابن‌سینا نوشته است که اگر شکستگی در انگشت اشاره یا انگشت کوچک باشد، باید به نزدیک‌ترین انگشت بسته شوند.

شکستگی استخوان خاجی

در این فصل شکستگی و دررفتگی استخوان خارجی مورد بحث قرار گرفته شده است. ابن‌سینا نوشته است که شکستگی و دررفتگی استخوان میانی لگن خاصره به‌ندرت روی می‌دهد. همانند آن‌چه در شکستگی بازو و یا شانه روی می‌دهد، بیمار

ممکن اســت از درد شدید و بی‌حســی پاها و ران‌ها شکایت کند.

پزشــک باید برای درمان این نوع شکستگی بیمار را روی شکم بخواباند و در همان حال دو شخص قوی دو ران بیمار را بکشند و دو تن دیگر آن را باند بپیچند.

ابن‌سینا نوشته است: «اگر برای درمان شکستگی استخوان ران کــه در پهلوی آن انحنا و در قســمت میانی آن فرورفتگی وجود دارد، به کشــش زیاد احتیاج داشته باشد، باید کشش به سوی بالا باشد تا تأثیر بیشتر بکند (١٤).

اگر شکستگی در وسط استخوان ران باشد باید پس از بهبود آن را محکم در بالا و در زیر شکستگی باندپیچی کند.

شکستگی استخوان ران ۵۰ روز بعد بهبود می‌یابد. رایج‌ترین خطرات آن جابه‌جا شدن استخوان در محل شکستگی است.

شکستگی استخوان کشکک

ابن‌سینا نوشته است که استخوان کشکک به‌ندرت می‌شکند، اما بسیار فراوان رگ‌به‌رگ می‌شود. شکستگی استخوان کشکک را با لمس یا شــنیدن صدا آن را تشــخیص داد. برای درمان آن باید پا را دراز کرد تا کشکک خوب شود. اما اگر شکستگی زیاد باشد، نخســت باید قطعات را در جای خود قرار داد و سپس معالجه کرد (١٥). رازی که پیش از ابن‌سینا می‌زیست، نخستین کسی بود که در آوردن استخوان کشکک را قبل از آن‌که بروک[8] (١٩٠٣) تجویز کند، پیشنهاد کرده بود.

شکستگی ساق

ابن‌سینا نوشته است که شکستگی استخوان کوچک پا (که امروزه نازک‌نی نامیده می‌شــود)، بهتر از شکســتگی استخوان بزرگ پا (درشت‌نی) است. اگر شکستگی در بالای درشت‌نی باشــد، بدشــکلی رو به خارج و جلو به‌وجود می‌آید و در این صورت، راه رفتن امکان‌پذیر است. اما اگر شکستگی در قسمت پایینی آن باشد، بدشکلی آن رو به عقب و خارج است. اگر هر دو شکســته شوند، وضعیت بسیار بد است و بدشکلی ممکن اســت در هر جهتی باشد. او نوشته است که پزشک باید برای درمان آن شکستگی از روش شکستگی ساعد استفاده کند.

شکستگی مچ پا

ابن‌ســینا در این فصل نوشــته اســت که مچ پــا در برابر شکســتگی مقاوم اســت، چون محکم است و ســاختارهای محافظتی از آن نگهداری می‌کنند. در این استخوان ممکن است از دررفتگی ایجاد شود. امروزه، شکستگی مچ پا بسیار به‌ندرت روی می‌دهد و بدون پرتو ایکس تشخیص این نوع شکستگی ممکن نیست.

شکستگی استخوان پاشنه

ابن‌سینا نوشته است که شکستگی استخوان پاشنه بسیار بد اســت، چون درمان آن بسیار دشوار است. شکستگی استخوان پاشــنه هنگامی روی می‌دهد که شخصی با پا از بلندی سقوط می‌کند... چندین علامت دارد، مانند تب، لرز و اسپاسم... پس از شکستگی استخوان پاشنه راه رفتن دشوار می‌شود (١٧). این شکســتگی امروزه به شکستگی سقوط با چتر نجات[9] معروف است.

شکستگی انگشتان پا

آخرین فصل این قسمت از کتاب دربارهٔ شکستگی انگشتان پاســت. ابن‌سینا در این فصل اشــاره کرده است که راه درمان شکستگی انگشت پا مانند شکستگی انگشت دست است.

نتیجه‌گیری

در این مقاله مهم‌ترین نکاتی را که ابن‌سینا دربارهٔ شکستگی استخوان در کتاب قانون برشــمرده است، مرور کردیم. از این مرور می‌توان چنین نتیجه گرفت:

١. ابن‌ســینا در انتقال میراث هزاران ســالهٔ دانش بشــری در زمینهٔ پزشــکی نقش برجسته‌ای داشــته است. کتاب قانون او مرجعــی منحصر به فرد از دانش پزشــکی عمومی و نیز در جراحی اســتخوان است و از هزاران سال پیش تا زمان ابن‌سینا را دربرمی‌گیرد.

٢. ابن‌سینا در توضیح دادن مطالب بسیار شبیه به کتاب‌های درسی پزشکی نوین عمل کرده است. او نخست از شکستگی عمومی نوشته است و سپس به توصیف علت‌ها، انواع شکل‌ها، روش‌های درمانی و پیچیدگی‌های شکســتگی هر اســتخوان می‌پردازد.

در این رابطه می‌توان گفت که ســازمان‌دهی بسیار خوب و جامعیت کتاب قانون ســبب شده است که این کتاب تا سدهٔ هفدهم گسترده‌ترین کتاب درسی پزشکی در جهان اسلام و نیز در غرب باشد.

٣. ابن‌سینا تأکید داشته است که نباید فوراً پس از شکستگی بــه آتل‌بندی آن پرداخت، بلکه باید برای این کار تا روز پنجم صبــر کرد. ایــن کار امروزه تئوری تأخیــر در آتل‌بندی نامیده می‌شود که به نام پروفسور جرج پرکینز ثبت شده است.

٤. ابن‌ســینا از آن‌چه امروزه شکســتگی بنت ١٨٨٢ نامیده

کراتین در پوست، کراتین در ماهیچه

نظام جلیلیان

می‌شـود، سخن گفته اسـت. امروزه می‌دانیم که نه رازی پیش از او و نه ابن‌القف پس از او اشـاره‌ای به آن نکرده‌اند. بنابراین، می‌توان ادعا کرد که ابن‌سـینا نخستین کسی بود که هزار سال پیش از بنت این نوع شکستگی را معرفی کرده است.

غربی‌ها می‌گویند: «کسی که می‌خواهد پزشک خوبی باشد، باید پیرو ابن‌سینا باشد». دوپور[10] پزشک اروپایی حقیقتی را که در این گفته پنهان است، به این شیوه بیان کرده است: «پزشکی موجود نبود، تا زمانی که سـقراط آن را به وجود آورد، از میان رفت تا زمانی که جالینوس آن را احیا کرد، گسـترش نیافت تا زمانـی که رازی آن را جمع‌آوری کرد و ناقص ماند تا هنگامی که ابن‌سینا آن را کامل کرد».

دربارهٔ نویسندهٔ مقاله و منبع ترجمه

دکتر عبدالناصر کعدان جراح ارتوپد، رییس جامعهٔ بین‌المللی تاریخ پزشـکی اسلامی، سردبیر نشریهٔ این جامعه و نیز رییس بخش تاریخ پزشکی انستیتو علوم عرب دانشگاه حلب (سوریه) است.

نویسنده این مقاله را در چند جا منتشر کرده است. اصل این مقاله از این نشانی برگرفته و ترجمه شده است:

http://www.muslimheritage.com

پی‌نوشت

1. Gerard of Cremona
2. Louvian
3. Montpellier
4. materia medica
5. George Perkins
6. Paulus Egine
7. Bennet's fracture 1982
8. Brook
9. parachutist's fracture
10. De Poure

منابع

1. Al-Baba MZ: some of medical books edited by Ibn Sina. Institute for History of Arabic Science-Aleppo University, Aleppo-Syria, 1984.
2. Ibn-Sina: Al-Qanun fit-Tibb. Vol. 3, P. 197, Dar Sader, Lebanon, 1980.
3. Ibn Sina, vol. 3, p.197.
4. Ibn Sina, vol. 3, p.198.
5. Ibn Sina, vol. 3, p.199-200.
6. Apley AG, Solomon L: Apley's system of orthopeidc and fractures, p. 344, 6th ed., Butterworth & Co., Ltd., London, 1982.
7. Ibn Sina, vol. 3, p. 210.
8. Ibn Sina, vol. 3, p. 213.
9. Al-Baba MZ: History and legislation of pharmacy, p. 344, Damascus university, Damascus-Syria, 1986.
10. Ibn Sina, vol. 3, p. 215.
11. Ibn Sina, vol. 3, p. 215.
12. Rockwood CA, Green DP: Fractures. P. 305, vol. 1, H. K. Lewis and Co. Lted., London, 1975.
13. Ibn Sina, vol. 3, p. 215-216.
14. Ibn Sina, vol. 3, p. 216.
15. Ibn Sina, vol. 3, p. 217.
16. Rockwood CA, Green DP: Fractures. P. 1153, vol. 1, H. K. Lewis and Co. Ltd., London, 1975.
17. Ibn Sina, vol. 3, p. 217.

مقدمه

هنـگام بررسـی مولکول‌هـای زیسـتی موجـود در بـدن گاه بـه انواعـی از مولکول‌هـا بـا سـاختار و کار متفـاوت برخـورد می‌کنیـم کـه در زبـان فارسـی به‌صـورت یکسـان نوشـته، یا تلفـظ می‌شـوند. مثـلاً کراتین ((Keratin (kĕr'ə-tĭn موجود در پوسـت یکی از پروتئین‌های رشـته‌ای تشـکیل‌دهندهٔ اسـکلت سلولی است که نقش ساختاری دارد. اما کراتین ((Keratin (kēr'ə-tēn',-tĭn موجود در ماهیچه‌ها که برخی به‌عنوان ماده‌ای نیروزا از آن استفاده می‌کند، مشتقی آمینواسیدی است که به کراتین فسفات[1] تبدیل می‌شود و به‌عنوان ذخیره‌کنندهٔ انرژی عمل می‌کند. تلفظ این دو مولکول با یکدیگر متفاوت است، اما در زبان فارسی هر دو به‌صورت «کراتین» نوشته و تلفظ می‌شوند؛ به همین علت برخی همکاران و دانش‌آموزان در برخورد با چنین واژه‌هایی گاه دچار اشتباه می‌شوند. تلفظ درست پروتئین رشته‌ای موجود در پوسـت، کراتین (kĕr'ə-tĭn) اسـت و ترکیب نیتروژن‌دار موجود در ماهیچه که ذخیره‌کنندهٔ انرژی اسـت باید به‌صورت کریاتین (kēr'ə-tēn',-tĭn) تلفظ و نوشته شود.

کراتین موجود در پوست

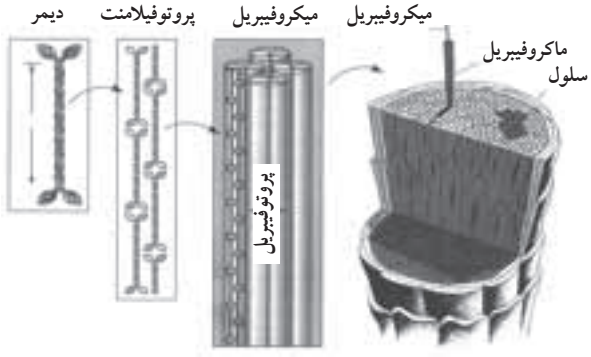
کراتین‌هـا یکی از پروتئین‌های رشـته‌ای تشـکیل‌دهندهٔ اسکلت سلولی‌اند که به دو گروه بزرگ تقسیم می‌شوند: آلفا- کراتین که معمولاً در پوسـت، مو، پشم، ناخن، چنگال، شاخ و سُم پستانداران یافت می‌شود و بتا- کراتین که در ساختار پولک و چنگال خزندگان و پر، چنگال و منقار پرندگان وجود دارد.

آلفا- کراتین

تاکنون بیش از ۳۰ نوع آلفا- کراتین در پستانداران شناسایی شـده اسـت. در انواع آلفا- کراتین، هسـتهٔ مرکزی از زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی با ساختار مارپیچ آلفا تشکیل شده است. این زنجیرهٔ کراتینی را به دو دستهٔ اسیدی (نوع I) و خنثی یا بازی (نوع II) تقسـیم می‌کند. غالباً دو زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی متفاوت به‌صورت چپ‌گـرد به‌دور هم پیـچ می‌خورند و سـاختاری دوتایی که مارپیچ پیچ‌درپیچ یا سوپر مارپیچ[2] نامیده می‌شود ایجاد می‌شود (شکل ۱).

بخش مرکزی زنجیره‌های پلی‌پپتیدی آلفا- کراتین، تقریباً از ۳۰۰ تا ۳۳۰ آمینواسید تشکیل شده است. در شکل (۱) می‌بینید که سوپر مارپیچ‌های حاصل از دو زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی به‌صورت سـر به دم به هم متصل شده و سـتونی را تشکیل می‌دهند. از اتصال دو سـتون این‌چنینی، پروتوفیلامنت[3] ایجاد می‌شود. هر پروتوفیلامنت تقریباً ۳ نانومتر قطر دارد. دو پروتوفیلامنت در کنار هم قرار می‌گیرنـد و پروتوفیبریل‌هایی[4] با قطر تقریبی ۵ نانومتر شکل می‌گیرند. از کنار هم قرار گرفتن چهار پروتوفیبریل، یک میکروفیبریل[5] با قطر تقریبی ۸ نانومتر که از رشته‌های حد واسط تشکیل‌دهندهٔ اسکلت سلولی است بوجود می‌آید.

در سـاختار مـو از تجمع تعـداد زیـادی میکروفیبریل، ماکروفیبریل‌هایی[6] با قطر تقریبی ۲۰۰ نانومتر تشکیل می‌شود. همان‌طور که در شکل می‌بینید، هر مو با قطر تقریبی ۲۰ میکرون از تعداد زیادی سلول مرده که مملو از ماکروفیبریل است، ساخته شده است.



شکل ۱: ساختار آلفا- کراتین و بخشی از مو

کراتین به علت دارا بودن مقدار زیادی آمینواسید آب‌گریز در دمـای ۳۷ درجه و pH۷، در آب نامحلول اسـت از طرفی آلفا- کراتین غنی از آمینواسـید سیسـتئین اسـت، ایجاد پیوند دی‌سولفیدی در بین این سیستئین‌ها سبب استحکام کراتین و کنار هم نگه داشـته شدن زنجیره‌های پلی‌پپتیدی می‌شود. البته زنجیره‌های پلی‌پپتیدی مجاور توسط پیوندهای آب‌گریز نیز به هم متصل شده‌اند. گاه کراتین‌هایی که میزان سیستئین آن‌ها بسیار زیاد اسـت، کراتین سخت و آن‌هایی که دارای میزان سیستئین کمتری هسـتند، کراتین نرم نامیده می‌شوند. کراتین سخت در مو، شاخ و ناخن و کراتین نرم در پوست یافت می‌شود.

بتا- کراتین

پروتئین‌هایی هم‌چون تار عنکبوت، ابریشم و بتا- کراتین از

زنجیره‌های پلی‌پپتیدی غنی از آمینواسیدهای کوچک گلیسین، آلانین و سـرین تشکیل شده‌اند. در این پروتئین‌ها زنجیره‌های پلی‌پپتیدی دارای سـاختار دوم از نوع بتا هستند که به موازات هم قرار گرفته‌اند. بین دو زنجیرهٔ مجاور پیوند هیدروژنی وجود دارد. بتـا ـ کراتیـن در پولک، چنگال، پـر و منقار خزندگان و پرندگان یافت می‌شود.

کراتین در ماهیچه

کراتین فسفات یا فسفوکراتین نوعی ترکیب فسفاژن[7] است که در ماهیچه‌های اسـکلتی، قلب، اسـپرم، گیرنده‌های نوری شبکیه و مغز مهره‌داران یافت می‌شود. فسفاژن‌ها ترکیباتی‌اند که به‌عنوان ذخیره‌کنندهٔ فسفات پرانرژی عمل می‌کنند. این ترکیبات هنگامی که ATP به‌عنوان منبع انرژی به‌سـرعت مورد استفاده قرار می‌گیرد موجب حفظ غلظت ATP در ماهیچه‌ها می‌شوند. بنابراین، فسـفاژن‌ها به‌عنوان یک بافر برای حفظ غلظت ATP عمل می‌کنند. در بدن ما هنگامی که ماهیچه‌ها در حال استراحت هستند و نیاز زیادی به ATP نیست، گروه فسفات مولکول ATP توسط آنزیم کراتین کیناز به کراتینن منتقل و ترکیب پر انرژی کراتین فسفات تشکیل می‌شود.

هنگام فعالیت‌های شدید عصبی و عضلانی، مثلاً در دوهای صدمتـر، طی ٤-٥ ثانیهٔ اول فعالیت با انتقال گروه فسـفات از کراتین فسـفات به ADP، مولکول‌های ATP تولید می‌شوند. بنابرایـن، هنگام فعالیت‌های شـدید عصبی، کراتین فسـفات به‌عنوان منبع اصلی تأمین انرژی ماهیچه در ٤-٥ ثانیهٔ اول عمل می‌کند.

بیش از نیمی از کراتین موجود در بدن ما از راه تغذیه وارد بدن می‌شـود و باقی‌ماندهٔ آن از طریق مسـیری که در شکل ۲ نشـان داده شده است در کلیه، لوزالمعده و کبد سنتز می‌شود. دیگر بافت‌های دارای کراتین، آن را از خون دریافت می‌کند.

شکل (۲): بیوسنتز کراتین، کراتین فسفات و کراتینین

در سنتز کراتین، آمینواسیدهای آرژینین، گلیسین و متیونین مشارکت دارند. این سنتز با انتقال گروه گوانیدینو از آمینواسید آرژینین به گلیسین و تشکیل گوانیدینواستات (گلیکوسیامین) شـروع می‌شود. آنزیم ترانس آمیدیناز که این واکنش را کاتالیز می‌کند درون سیتوزول و فضای بین دو غشای میتوکندری‌های سلول‌های کلیوی و لوزالمعده یافت می‌شود. گوانیدینواستات از طریق جریان خون به کبد منتقل می‌شود. در کبد با انتقال گروه متیل از S ـ آدنوزیل متیونین به گوانیدینواسـتات، سنتز کراتین تکمیل و از طریق جریان خون به ماهیچه‌ها منتقل می‌شود. در ماهیچه‌ها، هنگام فراوان بودن میزان ATP، توسط آنزیم کراتین کیناز گروه فسفات از ATP به کراتین منتقل و کراتین فسفات که ذخیره‌کنندهٔ فسفات پر انرژی است تشکیل می‌شود.

در ماهیچه‌ها، کراتین فسـفات طی واکنشـی غیر آنزیمی و برگشـت‌ناپذیر یک مولکول آب و گروه فسـفات از دست می‌دهد و به کراتینین[8] تبدیل می‌شـود. کراتینین از طریق ادرار از بدن دفع می‌شود.

امروزه در برخی مراکز پزشـکی از کراتین به‌عنوان نوعی مکمـل غذایی بـرای بهبود برخی نارسـایی‌های ماهیچه‌ای و عصبی اسـتفاده می‌شود. از طرفی برخی ورزشکاران از کراتین به‌عنوان ماده‌ای نیروزا اسـتفاده می‌کننـد. هر چند در ارتباط با عـوارض مصرف زیاد کراتین نتایج متناقضی وجود دارد، ولی شواهد نشان می‌دهند که مصرف زیاد آن در برخی افراد سبب ایجاد آلرژی، از دست رفتن آب ماهیچه‌ها، مشکلات گوارشی، افزایش فشار خون، آسیب‌های کلیوی و کبدی می‌شود.

پی‌نوشت

1. Creatin phosphate
2. dimer
3. Coiled coil
4. super helix
5. protofilament
6. protofibril
7. microfibril
8. macrofibril
9. phosphagen
10. Creatinine

منابع

1. David L. nelson. **Lehninger principles of biochemistry**. fourth edition. 2004.
2. Robert K. Murray an et al. **Harper's Illustrated Biochemistry**, Twenty-Eighth Edition. The McGraw-Hill Companies. 2006.
3. David whitford. **Proteins structure and function**. John Wiley & Sons Ltd, 2005.
4. Engelbert Buxbaum. **Fundamentals of Protein Structure and Function**. Springer Science_Business Media. 2007.
5. Cooper, Geoffrey M. **The cell: a molecular approach**. Fourth edition. Sinauer Associates, Inc. 2006.
6. Andreas HUMM and et al. **Recombinant expression and isolation of human L-arginine: glycine amidinotransferase and identification of its active-site cysteine residue**. Biochem. J. (1997) *322*, 771-776.
7. Donald Voet and Judith voet. **Biochemistry**. John Wiely & Sons. 1995.
۸. اصول زیست‌شـیمی، آلبرت دانیال‌زاده و خلیل زارعیان. جلد اول. مرکز نشـر دانشـگاهی تهران، ۱۳۷٤.

دام‌های مرگ

الهه علوی

الهه علوی

کلیدواژه‌ها: گیاهان کوزه‌ای، حشره‌گیر ونوس، شبنم خورشیدی.

مقدمه

اگرچه عملکرد برگ فتوسنتز است، اما بعضی از برگ‌ها برای انجام‌دادن کارهای دیگری، تغییر و تخصص یافته‌اند. خارها برگ‌هایی هستند که سخت و نوک‌تیز شده‌اند و در بسیاری از گیاهان بیابانی، مثلاً کاکتوس وجود دارند. این برگ‌ها گرچه فتوسنتز نمی‌کنند، اما جانوران بسیاری را از کاکتوس دور نگه می‌دارند. فتوسنتز در کاکتوس برعهده ساقه‌هایی است که برگ مانند، شده‌اند. پیچک‌ها در بعضی گیاهان (نخود) در واقع برگ‌هایی هستند که برای پیچیدن به دور تکیه‌گاه تخصص یافته‌اند و به این ترتیب به ساقه در تحمل وزن گیاه کمک می‌کنند.

فلس‌های پیاز خوراکی، برگ‌هایی هستند که مواد غذایی را ذخیره می‌کنند. پیاز در واقع نوعی ساقهٔ کوتاه زیرزمینی است که برگ‌های بزرگ و آبدار دارد. برگ‌های بعضی گیاهان برای ذخیرهٔ آب در وضعیت هوای خشک تخصص یافته‌اند، همانند آنچه در گیاه سنگی دیده می‌شود. برگ در گیاهان گوشت‌خوار به دام‌هایی برای شکار حشرات تخصص یافته است.

گیاهان گوشت‌خوار، گیاهانی هستند که عموماً حشرات را شکار می‌کنند. بیش‌تر این گیاهان در باتلاق‌های اسیدی زندگی می‌کنند که خاک ضعیف و مواد معدنی به‌ویژه نیتروژن و فسفر آن کم است. برگ گیاهان گوشت‌خوار برای جلب توجه، شکار و گوارش حشره، سازش یافته است.

گیاهان کوزه‌ای[1]، حشره گیرونوس[2] و شبنم خورشیدی[3]، سه نوع از گیاهان گوشت‌خوارند.

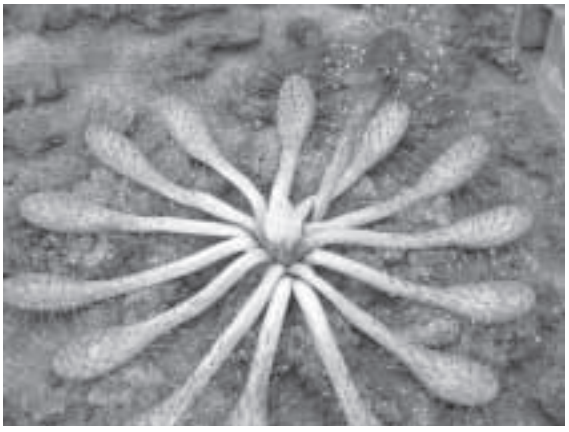
گیاهان کوزه‌ای

برگ‌های گیاهان کوزه‌ای (سارسنیا[4] و نپنتس[5] انواعی از گیاهان کوزه‌ای‌اند) شکلی کوزه‌مانند دارند. آب باران در این کوزه‌ها جمع می‌شود و در نتیجه برگ به مخزنی از آب تبدیل می‌شود که دارای اسید ترشح شده از گیاه است.

بعضی از این برگ‌های کوزه‌ای در نواحی استوایی آن‌قدر بزرگ‌اند که گنجایش یک لیتر آب و یا بیش از آن را دارند.

رایحه و یا شهد گیاه کوزه‌ای حشره را به خود جلب می‌کند. حشره با نشستن روی برگ از لبهٔ آن سرمی‌خورد و به درون آن می‌افتد. حشره سعی می‌کند تا فرار کند، اما دیواره‌های لغزنده و ردیف‌هایی از خارهای سخت که به سمت پایین کوزه جهت‌گیری شده‌اند، مانع از این فرار می‌شوند. سرانجام حشره کاملاً درون مخزن آب غرق می‌شود و بخش‌های بدن آن گوارش و در نهایت جذب می‌شوند.

جالب است بدانیم در حالی که اکثر حشرات گرفتار شده در دام گیاه کوزه‌ای، می‌میرند، اما لارو چند نوع حشره و نیز اجتماع بزرگی از میکروارگانیزم‌ها درون این دام‌های کوزه‌ای زندگی می‌کنند و غذایشان را از همین دام‌ها به دست می‌آورند. بعضی از حشرات مانند مگس سرکه در کوزهٔ گیاهان جوان تخم‌ریزی می‌کنند. هنوز مشخص نشده است که این حشرات چگونه در



چنین محیط اسیدی دوام می‌آورند.

حشره‌گیر ونوس

برگ‌های این گیاه گوشت‌خوار که به تله‌های فعال تبدیل شده است، شهدی با بوی شیرین تولید می‌کنند. هر لبهٔ برگ سه تا شش کرک حاشـیه‌ای کوچک و سخت دارد. وقتی حشـره روی دوتا از این کرک‌ها فرود آید و یا این‌که دوبار به یک کرک برخورد کند، در یک فاصله زمانی چند ثانیه‌ای با سرعت اعجاب‌آوری، این تله‌های کوچک بسته می‌شوند. خارهایی که در امتداد حاشیه‌های پهنک‌برگ قرار دارند به هم قفل می‌شوند و از فرار حشره جلوگیری می‌کنند.

غده‌های گوارشی که در سطح داخلی تله قرار دارند در پاسخ به فشاری که حشره بر آن‌ها وارد می‌کند، آنزیم ترشح می‌کند. بعد از این‌که حشره مُرد، بخش‌های نرم آن گوارش و جذب برگ می‌شوند و دوباره تله باز می‌شود. معمولاً بعد از ۵ تا ۱۲ روز برگ‌ها باز و بقایای گوارش نشدهٔ شکار به بیرون ریخته می‌شوند.

هر برگی فقط ۳ تا ۵ بار شکار می‌کند و پس از آن قبل از این‌که بیفتد، دو تا سه ماه فتوسنتز می‌کند.

شبنم خورشیدی

برگ‌های این گیاه گوشت‌خوار به تله‌های فعال، تغییر شکل یافته‌اند. این برگ‌ها از تعداد زیادی کرک غده‌ای پوشیده شده‌اند. این کرک‌ها در صورت نیاز به آرامی تغییر جهت می‌دهند. مواد چسـبنده و آنزیم‌های گوارشی که این کرک‌های غده‌ای تولید می‌کنند در نوک کرک جمع می‌شـوند. وقتی حشره روی برگ شـبنم خورشیدی فرود می‌آید، به آن می‌چسبد. تلاش بیش‌تر حشـره، کرک‌های بیشتری را به طرف حشره خم می‌کند و در نتیجه با چسبیده‌شدن کرک‌های بیشـتر به حشره، گوارش آن سرعت می‌یابد.

پی‌نوشت

1. Pitcher Plants
2. Venus Fly-trap
3. Sundew
4. Sarracenia
5. Nepentes

منابع

1. Linda R. Berg. Introductory Botany: Plants, People and the Environment (2008). Thomson Brooks.
2. Gordon uno et al. Principales of Botang (2001). MC Graw Hill.

جهان

پرسش‌های جهانی

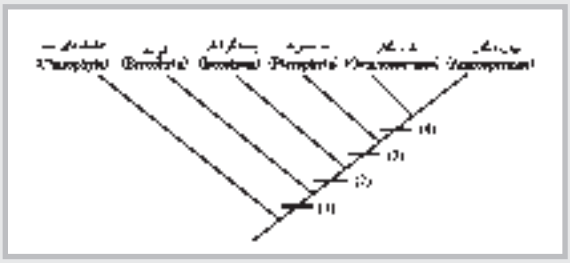
نمونه‌های از پرسش‌های المپیاد جهانی زیست‌شناسی

هنگامی که این پرسش‌ها را می‌خوانید به احتمال بسیار بیست و دومین المپیاد جهانی زیست‌شناسی در تایوان برگزار شده یا دست‌کم در حال برگزاری است (بیست و دومین المپیاد جهانی زیست‌شناسی در ماه جولای ۲۰۱۱ در شهر تایپه در تایوان برگزار می‌شود). اما آن‌چه در این صفحه‌ها مشاهده می‌کنید در واقع نمونه‌هایی از پرسش‌های بیست و یکمین المپیاد جهانی زیست‌شناسی است که در تیرماه ۱۳۸۹ در شهر چانگ ون کرهٔ جنوبی برگزار شد. آن‌چه در این نمونه پرسش‌ها جالب توجه است، صرف‌نظر از محتوای آن‌ها، شکل پرسش‌هاست. شکل پرسش‌های المپیاد جهانی زیست‌شناسی باید به گونه‌ای باشد که دانش‌آموزان ده‌ها کشور عضو این المپیاد بتوانند بدون استفاده از زبانی دیگر، فقط با کمک دانش زبان مادری خود به پرسش‌های ترجمه شده پاسخ دهند؛ بنابراین، به جز دانش علمی زیست‌شناختی، فقط لازم است با حروف و اعداد لاتینی آشنا باشند، یعنی برای پاسخ دادن از نوشتن به هر زبانی معاف‌اند.

کشور ما از دهمین المپیاد جهانی زیست‌شناسی که در سال ۱۹۹۹ در شهر اوپسالای سوئد برگزار شد، عضو این المپیاد است و همه ساله دانش‌آموزان عضو تیم ملی زیست‌شناسی کشور در این مسابقات شرکت می‌کنند. پرسش‌های المپیاد جهانی زیست‌شناسی در هفت زمینه طراحی می‌شوند: سیستماتیک موجودات زنده، بوم‌شناسی، ژنتیک و تکامل، رفتارشناسی، آناتومی و فیزیولوژی جانوری، آناتومی و فیزیولوژی گیاهی و زیست‌شناسی سلولی.

الف. سیستماتیک

۱. در این شکل طرح جدیدی از تبارزایی فرمانرو گیاهان نشان داده شده است.



برای هر شماره (۱ تا ٤) یک صفت آپومورفیک را از فهرست بنویسید.

«صفات آپومورفیک»
A. توسعهٔ رگبرگ‌ها
B. رویان
C. دانه
D. بافت آوندی
E. فراگموپلاست

۲. همهٔ موجودات زنده برای ادامهٔ حیات به منابعی از کربن و انرژی نیاز دارند. گونه‌های زنده را بر پایهٔ منابع انرژی و کربن به چهار گروه تقسیم می‌کنند.

۲. الف. با استفاده از فهرست انواع تغذیه جدول را پر کنید.

منبع انرژی / منبع کربن	اکسایش مولکول‌های آلی	نور
CO_2	**«فهرست روش‌های تغذیه»** **I. فتواتوتروف II. شیمیواتوتروف III. فتوهتروتروف IV. شیمیوهتروتروف**	
مولکول‌های آلی		

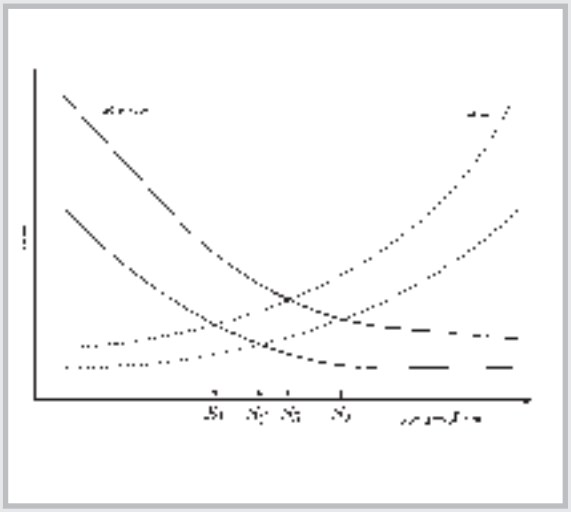
۲. ب. از فهرست موجودات زنده **دو** موجود زنده را که به هریک از روش‌های تغذیه تعلق دارند، انتخاب کنید.

«فهرست موجودات زنده»
a. سیانوباکتری b. باکتری سبز غیرگوگردی c. باکتری ارغوانی غیرگوگردی d. قارچ e. بیشتر آرکی‌ها f. بیشتر گیاهان g. جانوران h. باکتری‌های شوره‌گذار

موجودات زنده		روش تغذیه
		I
		II
		III
		IV

ب. بوم‌شناسی

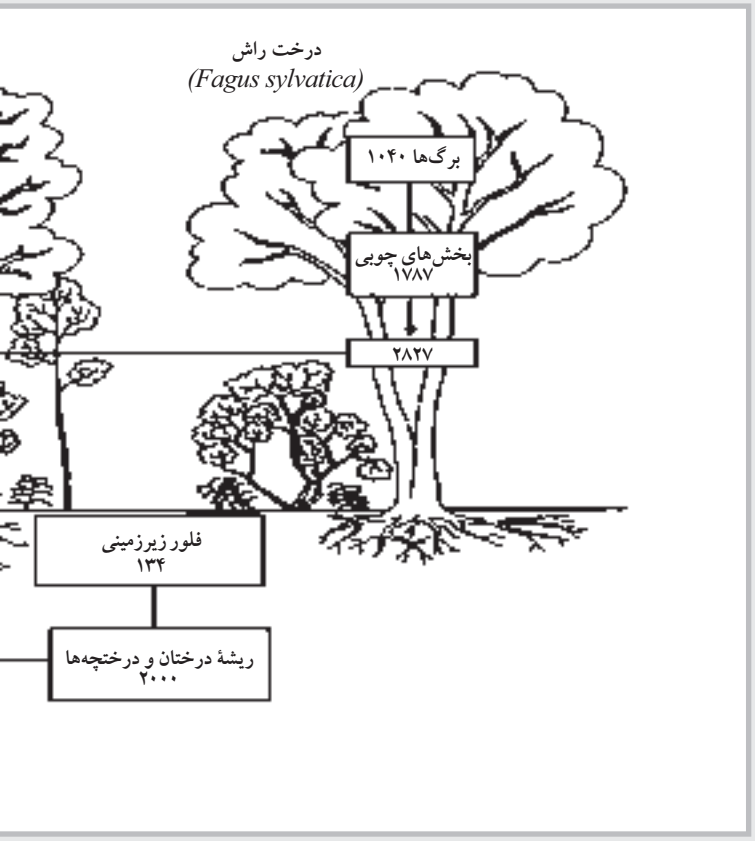
۳. تئوری جغرافیای زیستی جزیره‌ها بیان می‌کند که تعداد گونه‌های هر جزیره را شدت درون کوچی‌گونه‌های جدید به آن جزیره و شدت انقراض‌گونه‌های جزیره تعیین می‌کنند. با افزایش فاصلهٔ جزیره تا سرزمین اصلی، شدت درون کوچی و با افزایش مساحت جزیره شدت انقراض کاهش پیدا می‌کنند. وقتی که شدت درون کوچی با شدت انقراض مساوی می‌شود، تعداد گونه‌های جزیره در تعادل می‌مانند.



برای هر یک از این چهار جزیره که فاصله‌های آن‌ها تا سرزمین اصلی و نیز مساحت آن‌ها مختلف است، تعداد متعادل گونه‌ها (S_1 تا S_4) را بنویسید.

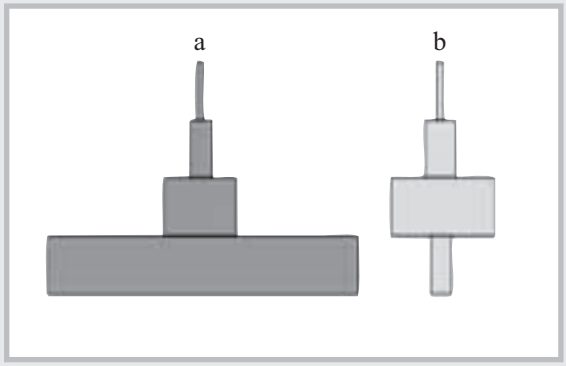
	جزیرهٔ کوچک	جزیرهٔ بزرگ
نزدیک سرزمین اصلی		
دور از سرزمین اصلی		

۴. در این شکل تولید سه گیاه معروف، در جنگلی خزان‌شونده برحسب کیلوگرم جرم خشک در هکتار در سال نشان داده شده است.

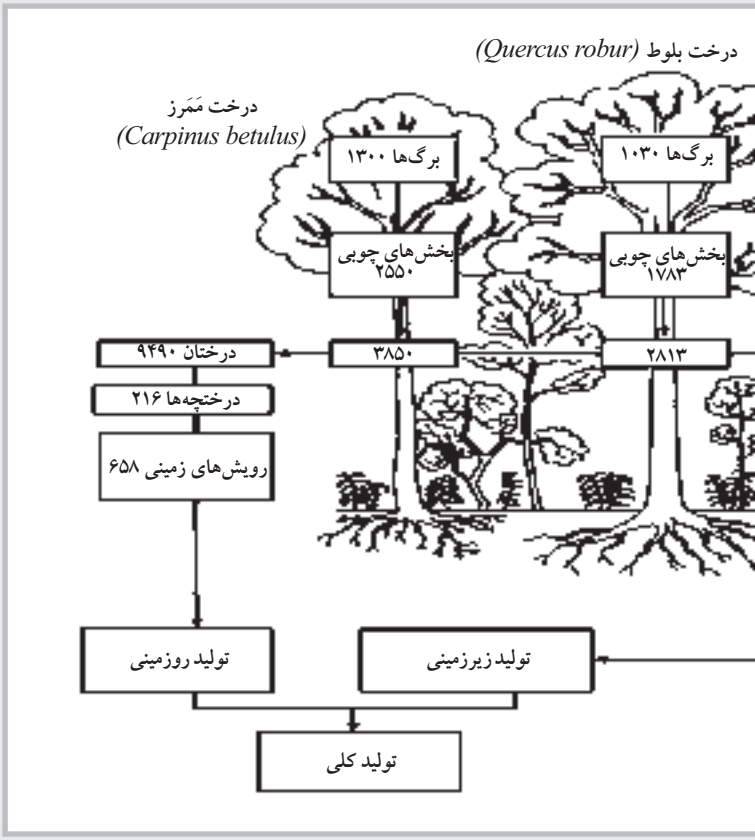


محاسبه کنید در این بخش جنگلی تولید کلی چقدر بوده است. پاسخ خود را به درصد (٪) و با عدد صحیح (بدون اعشار) نشان دهید.

۵. در این شکل هرم بیوماس دو اکوسیستم که هر کدام چهار تراز تغذیه‌ای (trophic level) دارند، نشان داده شده است.



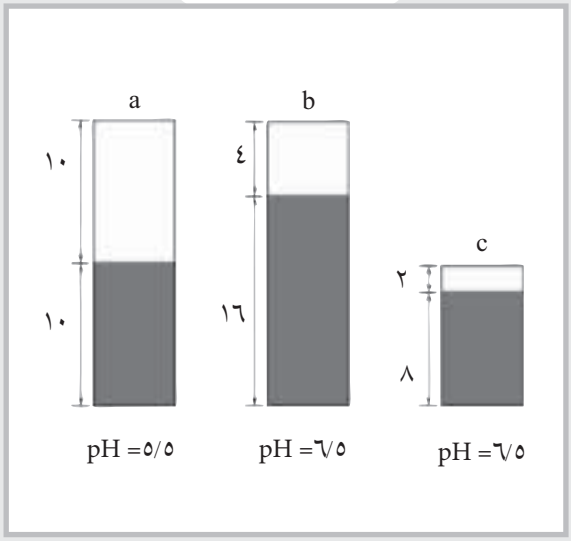
۵. الف. گزاره‌های درست را مشخص کنید.
I. هرم a کاهش انرژی را به علت تنفس درون ترازهای تغذیه‌ای



و کاهش انرژی را به علت انتقال انرژی بین ترازهای تغذیه‌ای نشان می‌دهد.
II. هرم b اکوسیستمی را با روگشت (turnover) سریع در ترازهای تغذیه‌ای اولیه نشان می‌دهد.
III. در هر دو اکوسیستم هرم انرژی برعکس هرم بیوماس است.
IV. در هر دو اکوسیستم کارایی تولید با افزایش تراز تغذیه‌ای افزایش می‌یابد.

۵. ب. فرض کنید کارایی بوم‌شناختی بین ترازهای تغذیه‌ای ۱۰٪ باشد. برای به وجود آمدن سالانه $2gC/m^2$ در سومین تراز مصرف‌کنندگان، تولید خالص اولیه چقدر باید باشد؟

۶. سه نوع خاک (a، b و c) را برای تعیین pH، مقدار کاتیون‌های اسیدی (Al^{3+} و H^+) و دیگر کاتیون‌ها (Na^+، K^+، Mg^{2+}، Ca^{2+}) بررسی کردیم. این شکل به دست آمد: بخش‌های سفید هر ستون مقدار یون‌های اسیدی و بخش‌های خاکستری مقدار یون‌های دیگر را به واحد سانتی‌مول در کیلوگرم نشان می‌دهند.



موارد درست را با علامت (✓) مشخص کنید.
I. در خاک a مسمومیت با آلومینیوم زیاد است.
II. خاک b غنی‌ترین مواد معدنی را که گیاهان می‌توانند استفاده کنند، دارد.
III. آنیون‌هایی مانند NO_3^- و PO_4^- بیشتر از کاتیون‌ها تمایل به ماندن در خاک دارند.
IV. با جانشین شدن تعداد بیشتری یون H^+ به جای یون‌های دیگر، خاک اسیدی‌تر می‌شود.

ج. ژنتیک و تکامل

۷. فرض کنید جمعیتی ۱۰۰۰ تایی از چهار نوع سوسک دارید. رنگ سوسک‌ها به‌طور طبیعی سرخ است. اما در میان جمعیت یک ژن جهش یافتهٔ اتوزومی چندریختی برای رنگ سیاه بدن هم که با b|b نشان داده می‌شود، وجود دارد. رنگ سرخ بر رنگ سیاه غالب و بنابراین، فنوتیپ B|B و B|b سرخ است. فرض کنید این جمعیت در تعادل هاردی ـ واینبرگ است و در آن f(B)=p=۰/۵ و f(b)=q=۰/۵.

۷. الف) با فرض این‌که همهٔ شرایط هاردی ـ واینبرگ مهیا باشد، اگر ۱۰۰۰ فرد سیاه به این جمعیت درون کوچی انجام دهند، فراوانی الل‌های B و b چقدر خواهد بود؟

۷. ب. اگر تنگنای جمعیتی روی دهد و فقط چهار فرد

(یک مادهٔ هتروزیگوت سرخ و سه نر سیاه) زنده بمانند، فراوانی الل‌های B و b چقدر خواهد بود؟

۸. شما یک توالی ۱۶bp یک مولکول DNA را با توالی‌یاب Sanger توالی‌یابی کرده‌اید. الگوی الکتروفورزی این قطعه چنین است. اما همان‌گونه که می‌بینید، بخش ddCTP آسیب دیده است.

۸. الف. کدام یک از این اجزا در مخلوط واکنش شامل ddGTP نقش دارند؟

D. DNA پلی‌مراز

B. پرایمر

C. dATP

D. dGTP

E. قالب DNA برای توالی‌یابی

۸. ب. نبودِ گروه OH-۳' در ddNTPها بر سنتز DNA چه اثری می‌گذارد؟

A. شکستگی DNA را افزایش می‌دهد.

B. از جفت شدن بازها به‌طور درست جلوگیری می‌کند.

C. پیوند فسفودی استر را ناپایدار می‌کند.

D. نوکلئازها را فعال می‌کند.

E. از تشکیل پیوندهای فسفودی استر جلوگیری می‌کند.

۸. ج. توالی درست DNA کدام است؟

A. ۵'-AGGCTACCAGAAATCC-۳'

B. ۵'-CCTAAAGACCATCGGA-۳'

C. ۵'-GGATTTCTGGTAGCCT-۳'

D. ۵'-TCCGATGGTCTTTAGG-۳'

E. ۵'-TGATGGTTTTAGG-۳'

۹. وجود ریش در بعضی از بزها را ژن B که دو الل دارد، تعیین می‌کند: بی‌ریش (B^+) و ریش‌دار (B^b). الل B^b در نرها غالب، اما در ماده‌ها مغلوب است. از آمیزش یک نر بی‌ریش و یک مادهٔ ریش‌دار افراد F_1 به وجود آمدند. از آمیزش دو فرد F_1 افراد F_2 به زاده شدند.

(♀) مادهٔ ریش‌دار × (♂) نر بی‌ریش

↓

$\mathbf{F_1 \times F_1}$

↓

$\mathbf{F_2}$

تعیین کنید کدام یک از این گزاره‌ها درست و کدام نادرست است.

A. افراد مادهٔ F_1 ریش دارند.

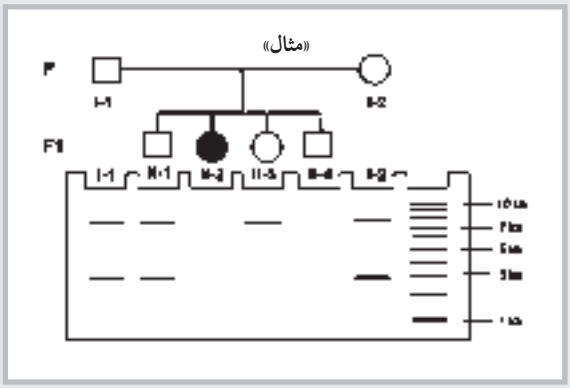
B. نیمی از افراد F_2 ریش دارند.

C. یک چهارم ماده‌های F_2 ریش دارند.

D. ژن ریش‌دار شدن وابسته به جنس است.

E. وراثت ژن بر پایهٔ اصول مندلی است.

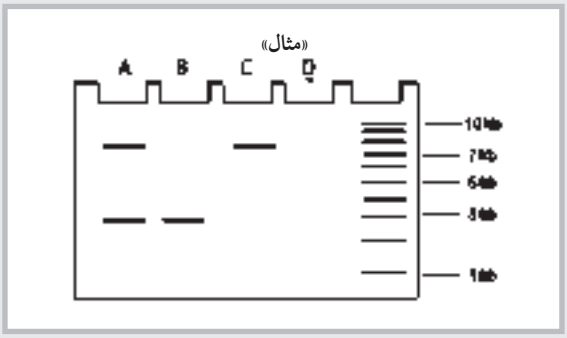
۱۰. این شکل دودمانه‌ای را برای صفت (فنیل کتونوری) نشان می‌دهد. این بیماری بر اثر جهشی مغلوب در ژن PAH که فنیل‌آلانین هیدروکسیلاز را کد می‌کند، به وجود می‌آید. در زیر دودمانه الگوی RFLP هر یک از افراد برای ژن RFLP آورده



شده است. فرد II-۲ فنیل کتونوری دارد.

۱۰. الف. فنوتیپ RFLP فرد II-۲ معلوم نیست. با استفاده از این ژن (A تا D)، الگوهای درست را که ممکن است برای فرد II-۲ درست باشند، مشخص کنید.

۱۰. ب. فنوتیپ RFLP فرد II-٤ معلوم نیست. با استفاده از این ژن (A تا D)، الگوهای درست را که ممکن است برای فرد II-٤ درست باشند، مشخص کنید.



د. رفتارشناسی

۱۱. در گونه‌ای عنکبوت، گاه زاده‌ها هنگامی که به سن معینی می‌رسند با رفتاری که مادرخواری (matriphagy) نامیده می‌شود، به مادر حمله می‌کنند و آن را می‌خورند. سپس زاده‌ها مدت کوتاهی گروهی با هم زندگی می‌کنند و پس از سومین پوست‌اندازی از لانه خارج و پراکنده می‌شوند. اما گاه مادر جان سالم به در می‌برد. اگر نخستین گروه زاده‌های همزاد مادر را نخورد، احتمال این‌که دومین گروه زاده‌های همزاد را تولید کند، ۳۰٪ است. این جدول داده‌های جمعیت‌شناختی این‌گونه را نشان می‌دهد:

	اندازهٔ گروه همزاد در ابتدا	درصد ماندگاری در سومین پوست‌اندازی	جرم بدن هنگام پراکنده‌شدن	درصد ماندگاری از ابتدا تا سن زادآوری
نخستین گروه همزاد دارای رفتار مادرخواری	۱۰۰	٪۹۵	۳/۵ mg	٪۲۰
نخستین گروه همزاد بدون رفتار مادرخواری	۱۰۰	٪۷۰	۲/۰ mg	٪۱۰
دومین گروه همزاد دارای رفتار مادرخواری	۴۰	٪۹۵	۳/۵ mg	٪۲۰

۱۱. الف. اگر عنکبوتی از مادرخواری جان سالم به در ببرد و دومین گروه همزاد را به دنیا آورد، میانگین اندازهٔ کل زاده‌های آن چقدر است؟

۱۱. ب. محاسبه کنید موفقیت تولیدمثلی راهبردهایی را که در آن‌ها عنکبوت ماده:

(i) فقط یک گروه همزاد تولید می‌کند و سپس خورده می‌شود یا،

(ii) خورده نمی‌شود و کوشش می‌کند دومین گروه همزاد را تولید کند.

(موفقیت تولیدمثلی میانگین تعداد زاده‌های زیستاست که هر فرد تولید می‌کند).

۱۱. ج. با در نظر گرفتن موارد فوق تعیین کنید کدام رفتار از دیدگاه تکاملی انتخاب می‌شود.

A. ماده اجازهٔ مادرخواری نمی‌دهد، چون این رفتار ماندگاری آن را کاهش می‌دهد.

B. ماده پیش از آن‌که بچه عنکبوت‌ها از کیسهٔ تخم خارج شوند، لانه را ترک می‌کند.

C. دومین گروه همزاد، پس از خروج نخستین گروه همزاد پیش از مادرخواری، ماده را می‌خورند.

D. نخستین گروه زاده‌های همزاد ماده را می‌خورند.
E. مـاده زاده‌هایـی را که مادرخـواری می‌کننـد، به دنیا نمی‌آورد.

۱۲. اگر یک فضانورد در کره‌ای بزرگ‌تر و سنگین‌تر زندگی کند، نیروی گرانش بیشتری احساس خواهد کرد. انتظار دارید در بدن او چه تغییراتی روی داده باشد؟ با این فرض که ترکیب هوای جوّ آن سیاره مانند جوّ زمین باشد، تعیین کنید کدام قابل انتظارند و کدام غیرقابل انتظار.
A. افزایش فشار خون
B. افزایش سرعت تنفس
C. افزایش جرم ماهیچه‌ها
D. افزایش تراکم استخوان‌ها
E. کاهش تعداد گویچه‌های سرخ
F. افزایش محتوای اکسیژن خون

۱۳. یک دانشـمند کره‌ای به نام چارلی شین دوزبانه بود و زبان‌های کره‌ای و انگلیسی را روان صحبت می‌کرد. او زبان اشاره را هم خوب می‌دانست. متأسفانه وقتی که او در حال بحث در یکی از نشست‌های داوری المپیاد جهانی زیست‌شناسی ۲۰۱۰ در چانگ ون کره بود، دچار سـکته شد و دکتر الیور تشخیص داد که قشر نیمکرهٔ مخ سمت چپ چارلی که بخشی از مناطق خروجـی زبانی و نیز همهٔ مناطق دسـت او را کنترل می‌کند، آسیب دیده است.

۱۳. الف. یک پرستار تازه کار توانایی زبانی چارلی را آزمود. او کدام موارد زیر را ممکن است تشخیص داده باشد؟
A. چارلـی به سـختی صحبت‌هـای دکتر الیـور را درک می‌کرد.
B. چارلی به سـختی سـؤالات المپیاد جهانی ۲۰۱۰ را که روی کاغذ نوشته شده بودند، درک می‌کرد.
C. چارلی نمی‌توانست به آسانی واژهٔ LIFE را که دکتر کیم روی پشت او می‌نوشت، درک کند.
D. چارلی دیگر نمی‌توانست زبان کره‌ای را روان صحبت کند.
E. توانایی چارلی در نوشتن اشعار کره‌ای با دست راستش تغییری نکرده بود.

۱۳. ب. دکتر الیور توانایی زبان اشارهٔ چارلی و نیز توانایی حرکت دست و پای او را آزمود و دریافت که چارلی نمی‌تواند زبان اشاره را با هر دو دست خود و حرکت دست راست خود را به خوبی انجام دهد. چه نتیجه‌ای می‌گیریم؟
A. منطقهٔ آسـیب‌دیدهٔ زبانی هم مسـئول زبان اشاره و هم مسئول زبان سخن گفتن است.
B. نورون‌هـای حرکتـی در قشـر نیمکرهٔ راسـت مخ بر ماهیچه‌های سمت راست بدن حکم می‌رانند.
C. منطقهٔ مربوط به درک زبان در نیمکرهٔ راست قرار دارد.
D. دستگاه بینایی او نیز آسیب دیده است.
E. توانایی زبان اشارهٔ او با دست چپ عادی است.

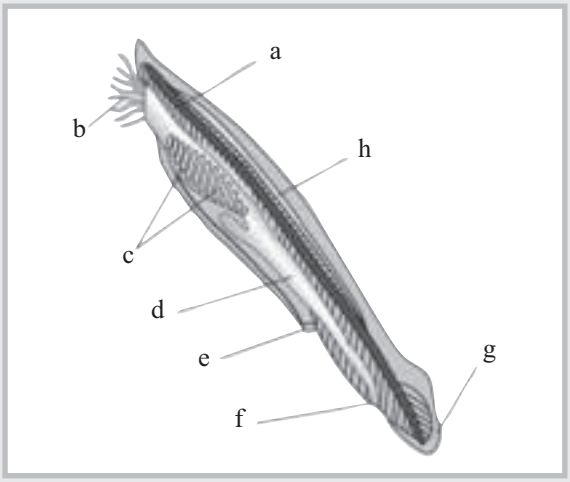
۱۳. ج. گزارشی از نتایج آزمایش روی میمون با استفاده از یک دسـتگاه میانجی مغزی (BMI) در نشریهٔ ساینس به چاپ رسیده است. آرایه‌ای از الکترودهای ریزسیم در مناطق ارتباطی مربوط به حرکت دسـت واقع در بخش پیشانی قشر مخ یک میمون عادی کار گذاشـته شـد. هنگام حرکت قسمت بالایی دسـت الکترومیوگرامی (EMG) از قسـمت بالای دست ثبت شد و هم زمان الکترودهای کار گذاشته شده در بخش پیشانی قشر مخ میمون فعالیت نورون‌ها را ثبت کردند. همبستگی بین EMG و سیگنال‌های نورونی هر msec ۲۰۰ به دست آمد و از آن برای فرمان حرکت به یک دست روباتی استفاده شد. میمون به‌طور ارادی تقریباً با ۱۰۰٪ موفقیت بدون استفاده از ماهیچه‌ها، روبات را کنترل می‌کرد. اگر فناوری BMI برای آدمی اسـتفاده شود، کدام مورد زیر درست‌اند؟
I. یکـی از موانع برای تولید دسـتگاه‌های مصنوعی برای چارلی واکنش‌های ایمنی خواهند بود.
II. بـرای رمزگشـایی از اطلاعـات حرکتی بایـد تعداد نورون‌هایی که به‌طور خودجوش ثبت می‌شوند، افزایش یابد.
III. با اسـتفاده از این نوع فناوری BMI طراحی انگشـتان مصنوعی روباتی دشوارتر از طراحی دست است.
IV. ایـن نوع فنـاوری BMI برای غلبه بـر ناتوانی زبانی چارلی با استفاده از رمزگشایی اطلاعات تولیدی حرکتی قابل استفاده است.
V. ایـن نـوع فنـاوری BMI را می‌تـوان BMI حرکتی (برون‌دادی) دانست، در حال که یک حلزون مصنوعی گوش را می‌توان BMI حسی (درون‌آور) تعریف کرد.

۱٤. طناب‌داران را ٤ ویژگی ریختی کلیدی از دیگر جانوران جدا می‌کنند.

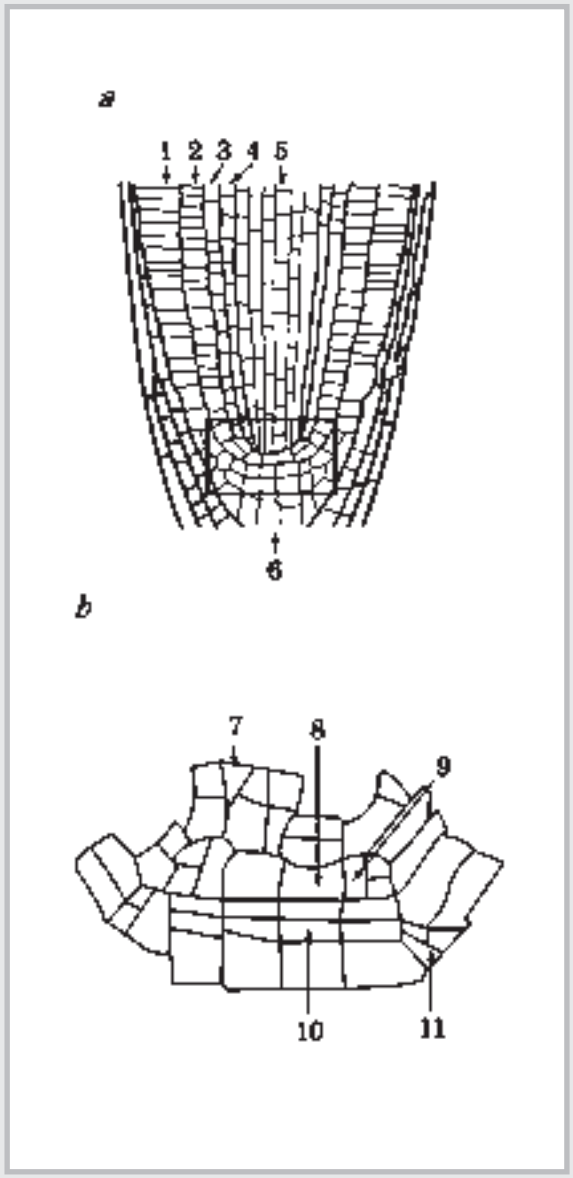
۱۴. الف. از این فهرست ٤ ویژگی ریختی کلیدی را انتخاب کنید و شمارهٔ هر یک را در سمت چپ ستون جدول بنویسید.

ویژگی‌های ریختی
۱. **Cirri** ۲. مغز ۳. شکاف حنجره ۴. آبشش ۵. طناب پشتی ۶. رودهٔ کوچک ۷. طناب پشتی لوله‌ای ۸. مخرج ۹. دم

۱۴. ب. ویژگی‌های ریختی *Branchiostoma* در این شکل نشـــان داده شـــده‌اند. هر یک از این ویژگی‌ها را که در جدول ســـؤال ١٤– الف نوشته‌اید، برای آن بیابید. کد حرفی مربوط را در ستون سمت راست بنویسید.



حروف شکلی (a تا g)	ویژگی‌های ریختی (۱ تا ۹)



منشأ یا عملکرد بخش‌های شکل a (۱ تا ٦) و شکل b (۷ تا ۱۱) را در این جدول بنویسید.

منشأ این نوع سلول (۷ تا ۱۱)	نوع سلول (۱ تا ۶)	ویژگی
		منشأ تارهای کشنده E.
		پارانشیم ذخیره‌ای F.
		درک گرانش G.
		منشأ ریشه‌های فرعی H.

هـ. آناتومی و فیزیولوژی گیاهی

۱۵. نوع ســـلول‌های ریشه را تقســـیم و تمایز نوع خاصی از سلول‌های بنیادی (سلول‌های مریستمی) تعیین می‌کنند. در شکل a ساختار میکروســـکوپی بخشی از ریشهٔ نخستین گیاه *Arabidopsis* را در بـــرش طولی نشـــان می‌دهد. در شـــکل b بخشی از شکل a بزرگ‌تر نشان داده شده است و بنیان ریشه‌ای (سلول‌های بنیادی) را نشان می‌دهد.

۱۶. در ژنوم هسته‌ای یک گیاه *Arabidopsis* تراژن (2n) در مجموع دو کپی از ژن مقاومت به کانامیسین وجود دارد، یکی در روی کروموزوم ۱ و دیگری روی کروموزوم ۳. کدام یک از گزاره‌های زیر درست و کدام نادرست‌اند؟

I. همهٔ دانه‌های گردهٔ این گیاه ژن مقاومت به کانامیسین دارند.

II. آندوسپرم‌های حاصل از خودلقاحی این گیاه صفر تا ۶ کپی گیاه ژن مقاومت به کانامیسین دارند.

III. اگر دانهٔ حاصل از خودلقاحی این گیاه بروید، نسبت گیاه ژن حساسیت به کانامیسین به گیاه ژن مقاومت به کانامیسین ۳ به ۱ است.

IV. در پروفاز میوز سلول‌های ریشهٔ این گیاه یک سلول دارای ۴ کپی از گیاه ژن مقاومت به کانامیسین وجود دارد.

۱۷. کلروپلاست یکی از اندامک‌های گیاهی است که نیاکان آن سیانوباکتری‌ها بوده‌اند، اگرچه بسیاری از پروتئین‌های کلروپلاستی به وسیلهٔ ژنوم هسته‌ای کد می‌شوند.

۱۷. الف. تعیین کنید کدام گزاره‌ها دربارهٔ شباهت DNA کلروپلاستی به DNA ژنوم یوکاریوتی یا پروکاریوتی همخوانی دارد و کدام گزاره‌ها همخوانی ندارند.

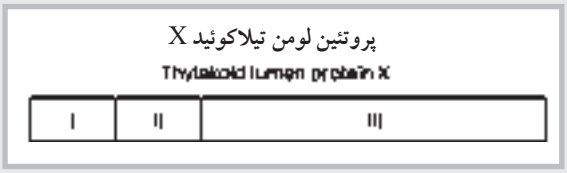
I. DNA حلقوی و دو رشته‌ای است.

II. اینترون دارد.

III. اجزای ۷۰S ریبوزومی را رمز می‌کند.

IV. معمولاً mRNA پلی سیسترونی رونویسی می‌شود.

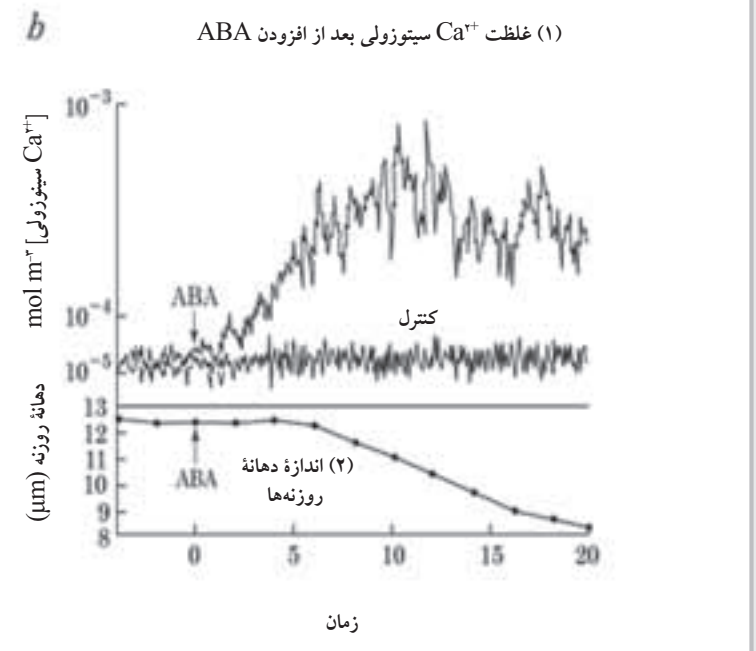
۱۷. ب. یک پروتئین لومن تیلاکوئید به نام پروتئین X در هسته رونویسی و در سیتوپلاسم ترجمه می‌شود. این پروتئین سپس با یک پپتید سیگنالی I به استرومای کلروپلاست منتقل می‌شود. پپتید سیگنالی I در استروما می‌شکند و پروتئین باقی‌مانده با پپتید سیگنالی II به سوی لومن تیلاکوئید می‌رود. پپتید سیگنالی II در لومن تیلاکوئید می‌شکند و پلی پپتید باقی‌مانده III معمولاً قابل مشاهده است.



چند وکتور نوترکیب از پروتئین X به ژنوم هسته‌ای منتقل و بیان می‌شوند. برای هر وکتور نوترکیب دومین ستون جدول را با جایگاه‌های سلولی (A تا D) جایی که بیشتر پروتئین‌های بیان شده در آن‌جا قابل مشاهده‌اند، پر کنید. ستون سوم را با پلی‌پپتیدهایی (E تا H) پر کنید که در آن جایگاه مشاهده می‌شوند.

«جایگاه پروتئین‌های بیان شده در سلول»
A. سیتوپلاسم B. استروما C. غشای تیلاکوئید D. لومن تیلاکوئید
«پلی‌پپتیدهای مشاهده شده»
E. I-II-III F. I-III G. II-III H. III

۱۸. در شکل a مسیر القایی سیگنالی ABA در سلول نگهبان نشان داده شده است. شکل b تغییرات پس از تیمار ABA در ۱. غلظت Ca^{2+} سیتوپلاستی سلول نگهبان و ۲. اندازهٔ دهانهٔ روزنه را نشان می‌دهد.



درستی یا نادرستی هر یک از این گزاره‌ها را تعیین کنید.

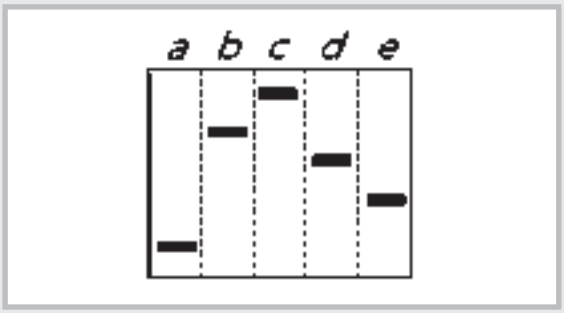
I. Ca^{2+} با تیمار ABA از بیرون سلول نگهبان به درون آن منتقل می‌شود.

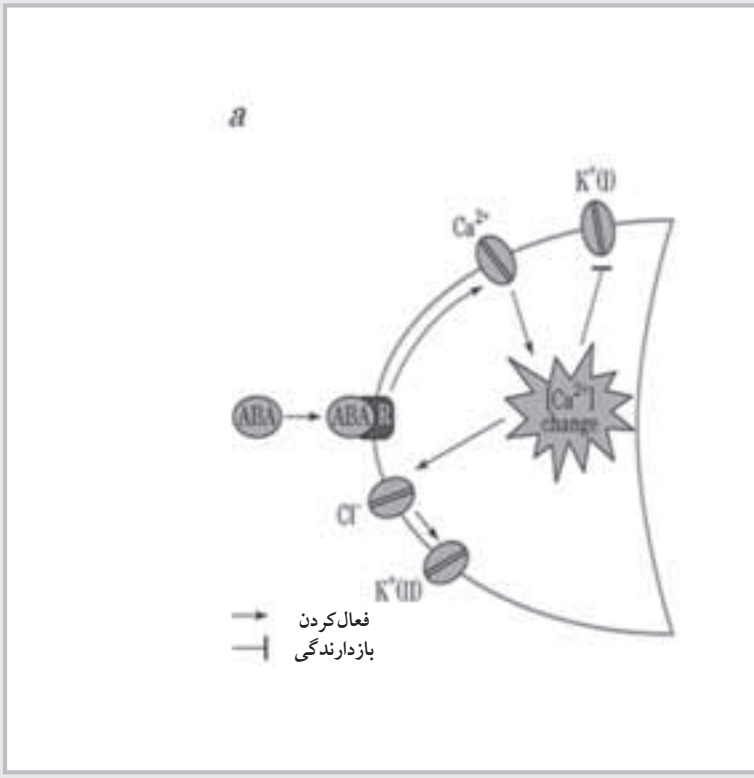
II. با تیمار ABA غلظت K^+ در سیتوپلاسم سلول نگهبان

افزایش می‌یابد.

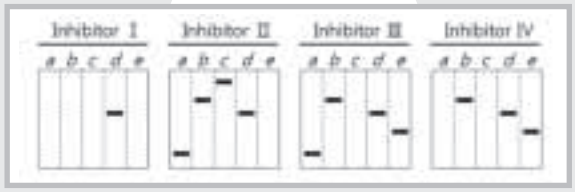
III. کانال K^+ (I) به سوی بیرون و کانال K^+ (II) به سمت درون است.

۱۹. این وسترن بلات فاصله‌های مهاجرت بین مولکول (a تا e) را که در مسیر سیگنالی تنظیم هورمون رشد در سلول مشارکت دارند، نشان می‌دهد.

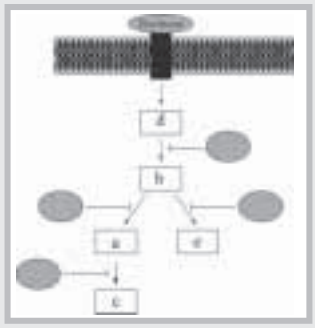




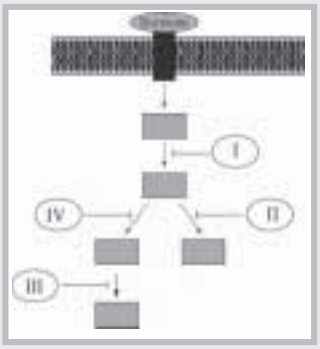
برای تعیین ترتیب مولکول‌های a تا e در آبشار سیگنالی که بر اثر تیمار هورمون رشد روی می‌دهد، سلول ۱ را با بازدارنده‌های مختلف سیگنالی سلولی (I تا IV) تیمار کرده‌ایم. در بلات‌های زیر تغییرات الگوهایی بیان مولکول‌های سیگنالی بر اثر تیمار بازدارنده نشان داده شده است.



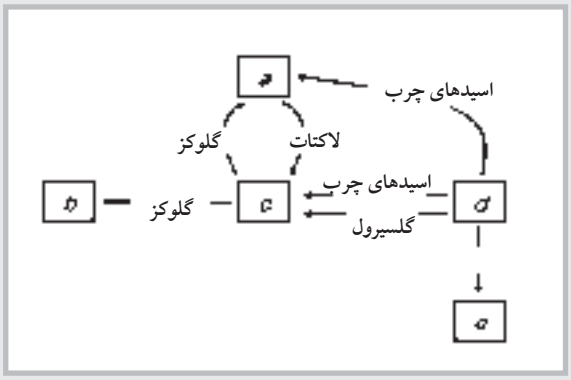
۱۹. الف. ترتیب پروتئین‌های a تا e را در آبشار سیگنالی تعیین کنید.



۱۹. ب. جایگاه عملکرد هر بازدارنده (I تا IV) را تعیین کنید.



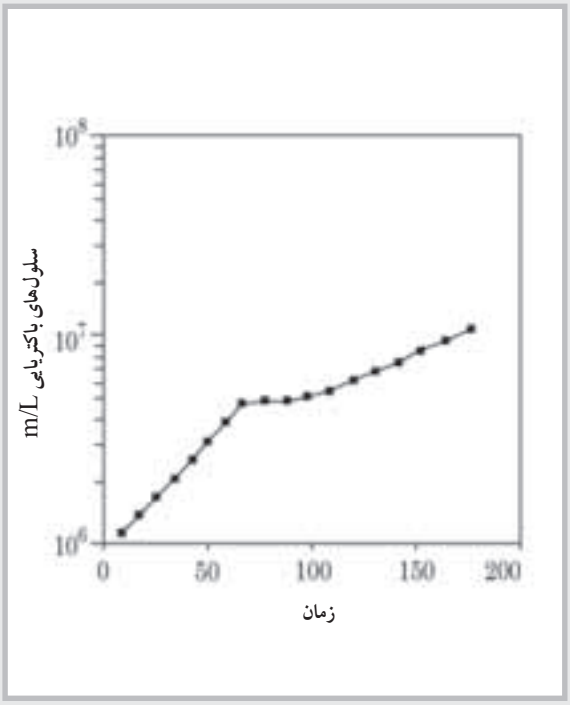
۲۰. در این شکل هر حرف درون هر کادر نمایندهٔ یک اندام یا بافت است.



هــر اندام یــا بافت را در جای درســت خــود در جدول بنویسید.

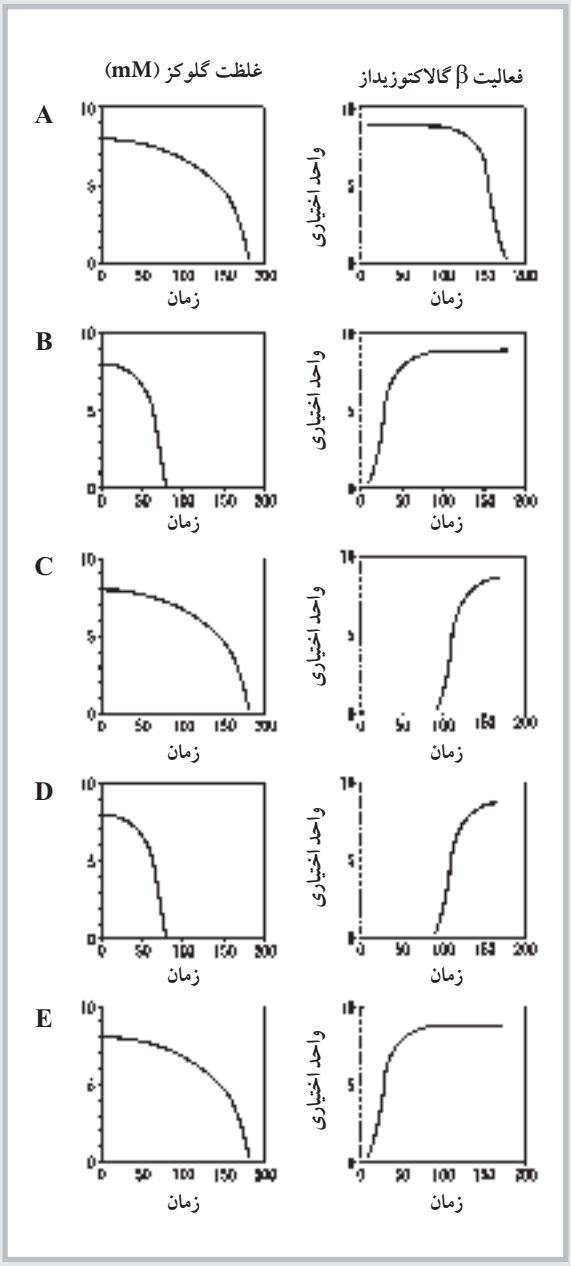
a تا e	اندام‌ها و بافت‌ها
	مغز
	کبد
	ماهیچهٔ قلبی
	ماهیچهٔ اسکلتی
	بافت چربی

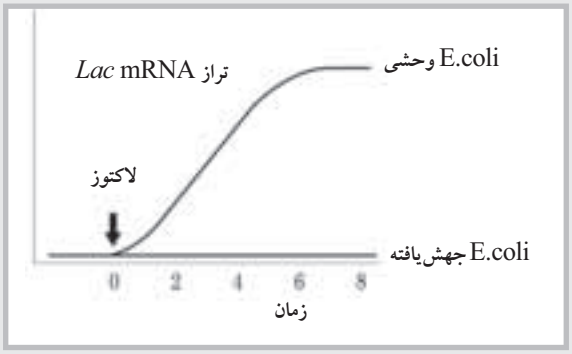
۲۱. هنگامی که E. coli را در محیطی شامل مخلوط گلوکز و لاکتوز رشد دهیم، کینتیک رشد پیچیده‌ای به شکل زیر نشان می‌دهد.



۲۱. الــف. کدام جفت نمودار تغییرات غلظت گلوکز را در محیط و فعالیت بتاگالاکتوزیداز را در ســلول به درستی نشان می‌دهند؟

۲۱. ب. این نمودار الگوی بیان mRNA ژن lac را در E.coli وحشی و جهش‌یافته پس از افزوده شدن لاکتوز به محیطی که گلوکز آن به پایان رسیده است، نشان می‌دهد.





تعیین کنید که هر باکتری جهش‌یافته می‌تواند الگوی بیان جهش‌یافته را نشان دهد یا خیر.

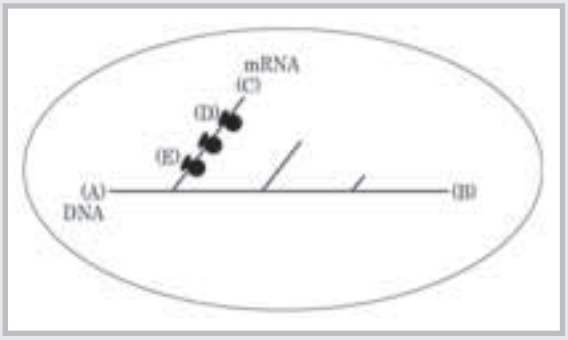
I . E. coli جهش‌یافته‌ای که در آن رپرسور بیان نمی‌شود.

II . E. coli جهش یافته‌ای که در آن رپرسور می‌تواند به اپراتور ملحق شود، اما نمی‌تواند به لاکتوز ملحق شود.

III . E. coli جهش یافته‌ای که در آن اپراتور جهش یافته است و بنابراین رپرسور نمی‌تواند به اپراتور ملحق شود.

IV . E. coli جهش‌یافته‌ای که در آن RNA پلی‌مراز نمی‌تواند به پروموتور اپران lac ملحق شود.

۲۲. در این شکل رونویسی و ترجمهٔ یک ژن در یک سلول پروکاریوت نشان داده شده است.



تعیین کنید کدام گزاره‌ها درست و کدام نادرست‌اند؟

I. جهت رونویسی از B به سوی A است.

II. جایگاه C روی mRNA انتهای '5 است.

III. پلی‌پپتید روی ریبوزوم D بلندتر از پلی‌پپتید روی ریبوزوم E است.

۲۳. باکتری *Caulobacter* نوع خاصی تقسیم سلولی دارد. از تقسیم سلول مادر دو سلول مختلف دختر به وجود می‌آید: یک سلول متحرک (r) و یک سلول ثابت (p). سلول متحرک باعث پراکنش *Caulobacter* می‌شود. سلول ثابت در محل باقی می‌ماند.

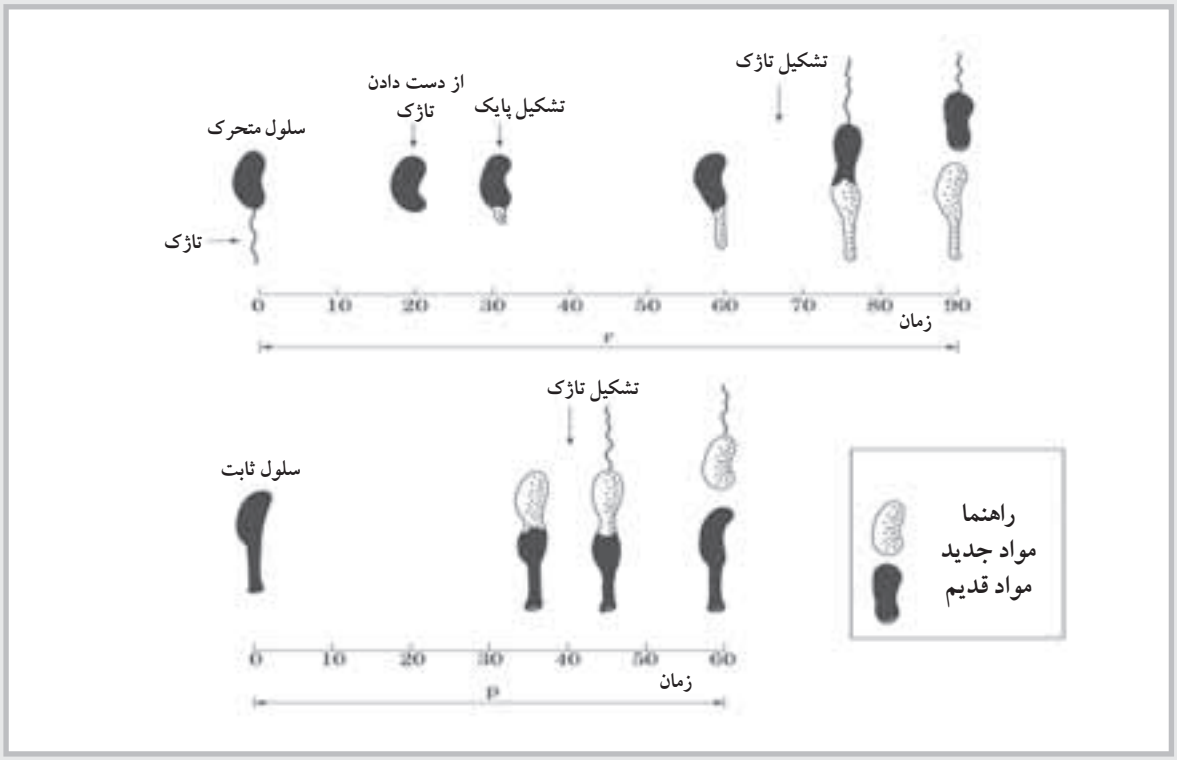
چرخهٔ تقسیم سلولی وقتی که با سلول متحرک آغاز می‌شود ۹۰ دقیقه و وقتی که تقسیم با سلول ثابت آغاز می‌شود، ۶۰ دقیقه طول می‌کشد. علت بلندتر بودن دوره‌ای که با سلول متحرک آغاز می‌شود، آن است که سلول متحرک ...

A. بیشتر از سلول ثابت DNA دارد.

B. پیش از تقسیم پایه می‌سازد.

C. هنگام تقسیم تاژک می‌سازد.

تعیین کنید کدام گزاره‌ها درست و کدام نادرست‌اند.



پاسخ نامه

پاسخ‌ها

۱.

۱. A، ۲. D، ۳. A، ۴. C

۲. الف.

نور	اکسایش مولکول‌های آلی	منبع انرژی / منبع کربن
I	II	CO_2
III	IV	مولکول‌های آلی

ب.

روش تغذیه	موجودات زنده	
I	a	f
II	e	h
III	b	c
IV	d	h

۳.

	جزیرهٔ کوچک	جزیرهٔ بزرگ
نزدیک سرزمین اصلی	S3	S4
دور از سرزمین اصلی	S1	S2

۴. ٪۴۹

۵. الف.

	درست	نادرست
I	✓	
II	✓	
III		✓
IV		✓

۵. ب.

$۲۰۰۰ g\ C/m^۲$

۶.

گزاره‌ها	درست	نادرست
I	✓	
II	✓	
III		✓
IV	✓	

۷. الف.

B	۰/۲۵
b	۰/۷۵

۷. ب.

B	۰/۱۲۵
b	۰/۸۷۵

۸. الف

	مورد نیاز است	مورد نیاز نیست
A	✓	
B	✓	
C	✓	
D	✓	
E	✓	

۸. ب. E

۸. ج. B

۹.

گزاره‌ها	درست	نادرست
A		✓
B	✓	
C	✓	
D		✓
E		✓

۱۰. الف. B

۱۰. ب.

	A	B	C	D
ممکن	✓		✓	
نامکن		✓		✓

۱۱. الف. ۱۱۲

۱۱. ب.

(i)	۲۰
(ii)	۱۲/۴

۱۱. ج. D

۱۲.

نشانه‌ها	مورد انتظار	غیرقابل‌انتظار
A	✓	
B		✓
C	✓	
D	✓	
E		✓
F	✓	

۱۳. الف. D

۱۳. ب. A

۱۳. ج.

گزاره‌ها	درست	نادرست
I	✓	
II	✓	
III	✓	
IV		✓
V	✓	

۱۴. الف و ب.

حروف شکلی (a تا g)	ویژگی‌های ریختی (۱ تا ۹)
c	۳
a	۵
h	۷
g	۹

۱۵.

ویژگی	نوع سلول (۱ تا ۶)	منشأ این نوع سلول (۷ تا ۱۱)
منشأ تارهای کشنده E	۱	۱۱
پارانشیم ذخیره‌ای F	۲	۹
درک گرانش G	۶	۱۰
منشأ ریشه‌های فرعی H	۴	۷

۱۶.

گزاره‌ها	درست	نادرست
I		✓
II	✓	
III		✓
IV	✓	

۱۷. الف

ویژگی	پروکاریوت	یوکاریوت
I	✓	
II		✓
III	✓	
IV	✓	

۱۷. ب

ژن نو ترکیب	نجایگاه پروتئین های بیان شده در سلول	پلی پپتید های مشاهده شده
I-II-III	D	H
I-III	B	H
II-III	A	G
III	A	H

طرح درس خودکاری قلب

مریم انصاری
کارشناس گروه برنامه‌ریزی درسی زیست‌شناسی
دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی

تجربه

موضوع: فعالیت الکتریکی قلب

زمان ۲/۵ جلسه (شامل یک جلسه خارج از کلاس برای مطالعه و گزارش‌نویسی و نیم‌جلسه برای ارائهٔ گزارش)

مفاهیم کلیدی

بافت گرهی قلب، الکتروکاردیوگرام، فعالیت الکتریکی و مکانیکی قلب، نبض

منابع و امکانات مورد نیاز

کتاب‌های منبع: ۱. زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۱، چاپ ۱۳۸۹ صص ۸۱-۷۸

۲. فیزیولوژی بدن انسان، ترجمهٔ علمی غروی، ح و دانشفر، ح، انتشارات مدرسه، ۱۳۷۹

- تصاویر، پوستر قلب و دستگاه گردش خون
- مولاژ قلب
- گوشی پزشکی (در صورت امکان)
- رایانه با امکان دسترسی به اینترنت
- تصاویر و پرسش‌های چندگزینه‌ای آماده، به تعداد مناسب

مهارت‌های پیش‌نیاز

- توانایی انجام کار و مطالعهٔ گروهی درس
- توانایی جمع‌آوری و نقد اطلاعات و گزارش‌نویسی
- آشنایی به زبان انگلیسی
- توانایی کار با رایانه و جست‌وجو در اینترنت

۱۸.

نادرست	درست	گزاره‌ها
	✓	I
✓		II
✓		III

۱۹.الف.ب

۲۰.

a تا e	اندام‌ها و بافت‌ها
b	مغز
c	کبد
e	ماهیچهٔ قلبی
a	ماهیچهٔ اسکلتی
d	بافت چربی

۲۱.الف

A	B	C	D	E
			✓	

۲۱.الف

نمی‌تواند الگو را نشان دهد	می‌تواند الگو را نشان دهد	جهش یافته
✓		I
	✓	II
✓		III
	✓	IV

۲۲.

نادرست	درست	گزاره‌ها
	✓	I
	✓	II
✓		III

۲۳.ث

نادرست	درست	گزاره‌ها
✓		A
	✓	B
✓		C

پیش‌دانسته‌ها

- آشنایی با ساختار قلب
- آشنایی با چگونگی فعالیت قلب و دستگاه گردش خون

هدف‌های درس

دانش‌آموزان پس از یادگیری این درس باید بتوانند:

۱. چند منبع معتبر مرتبط با موضوع شناسایی، اطلاعات مورد نیاز را استخراج و به‌صورت گزارش کتبی ارائه کنند.

۲. رابطهٔ ساختار و عملکرد قلب را توضیح دهند.

۳. اجزای بافت گرهی قلب و عملکرد آن‌ها را توضیح دهند.

٤. مراحل چرخهٔ ضربان قلب را روی منحنی الکتروکاردیوگرام مشخص کنند.

۵. تعداد ضربان نبض خود را اندازه بگیرند و با هم‌کلاس‌ها مقایسه کنند.

ارزش‌یابی

ـ گزارش در سه تراز خوب، قابل قبول (با امکان رفع نقص) و غیرقابل قبول (با تکرار فعالیت) درجه‌بندی می‌شود.

ـ مهارت‌ها براساس فهرست وارسی معلم ساخته ارزش‌یابی می‌شود.

نمونه‌ای از این فهرست‌ها در شمارهٔ ۸۱ مجلهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی ارائه شده است.

ـ به گروه نمرهٔ واحد تعلق می‌گیرد.

ـ به خلاقیت و ابتکار امتیاز ویژه داده می‌شود.

روش کار

ابتدا دانش‌آموزان را به گروه‌های ٤ نفری تقسیم و هر گروه در محل خود مستقر و آماده کار کنید.

فعالیت ۱ (ارزش‌یابی ورودی)

گروه‌ها را به ۲ دسته تقسیم کنید:

دستهٔ ۱، شکل ساده‌ای از برش طولی قلب رسم و بخش‌های اصلی آن را نام‌گذاری کنند.

دستهٔ ۲، شکل ساده‌ای از چرخهٔ گردش بزرگ و کوچک خون را رسم و بخش‌های اصلی آن را نام‌گذاری کنند.

برای صرفه‌جویی در وقت می‌توانید به کمک دانش‌آموزان علاقه‌مند تصاویر مناسب اینترنتی را با استفاده از نرم‌افزارهایی (مثل paint) آماده و چاپ کنید. یا در پوشهٔ زیست‌شناسی ذخیره و در تدریس استفاده کنید. در نشانی زیر نمونه‌هایی از این تصاویر و پرسشهای مربوط به آن‌ها ارائه شده است:

http://school.discoveryeducation.com/quizzes6/muskopf/humanheart.html

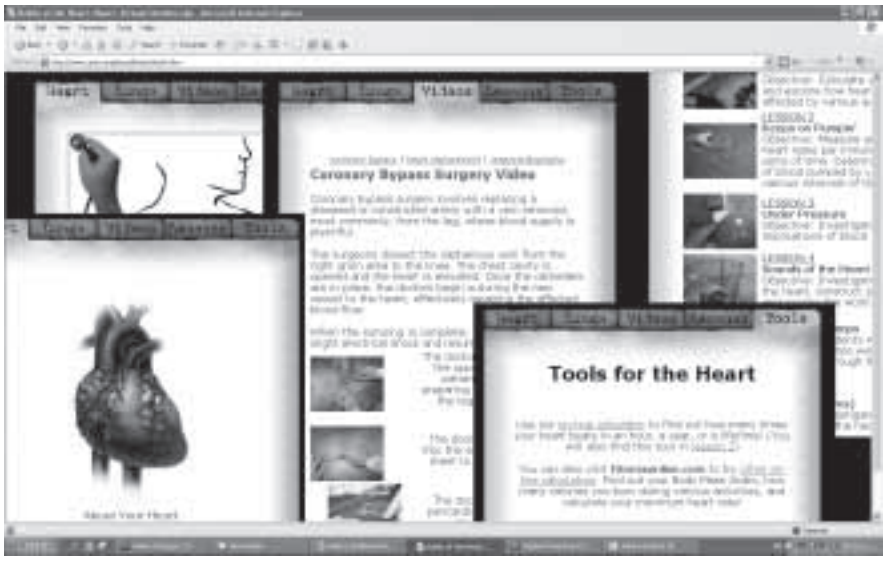
فعالیت ۲

هر گروه نتیجهٔ کار گروه دیگر از دستهٔ مقابل را دریافت، بررسی و اشکال‌های احتمالی را مشخص کند و گروه‌ها به یکدیگر امتیاز دهند.

نتیجهٔ کار هر گروه را پس از بررسی در پوشهٔ مربوط به آن‌ها قرار دهید.

فعالیت ۳

هریک از دانش‌آموزان دسته ۱ طبق دستور فعالیت ۲-٦ صفحهٔ ۸۰ کتاب سه بار نبض خود را در حالت نشسته بشمارد و میانگین بگیرد. سپس هر گروه میانگین تعداد نبض اعضا را محاسبه کند.



دانش‌آموزان دستهٔ ۲ با استفاده از گوشی پزشکی به صداهای قلب خود گوش بدهند، یا به سایت

http://www.smm.org/heart.heart/steth.htm

مراجعه کنند.

از دانش‌آمـوزان بخواهیـد تا حد ممکن صـدای قلب را توصیف کنند.

در صورت امکان هر دسته کار دستهٔ دیگر را تکرار کند.

فعالیت ۴

اکنون با محاسـبهٔ یک میانگیـن از ضربان نبض در کلاس و توصیف دانش‌آمـوزان از صداهای قلب، یک چرخهٔ ضربان قلب و چگونگـی ایجاد صداهای قلـب را توضیح دهید و از دانش‌آموزان بخواهید محاسبه کنند قلب آن‌ها در هر دقیقه چند بار می‌زند؟

بـرون‌ده قلبی و حجـم ضربـه‌ای را توضیح دهیـد و از دانش‌آموزان بخواهید با یک حجم ضربه‌ای مشـخص مثلاً ۶۵ میلی‌لیتر، برون‌ده قلبی خود را محاسبه کنند.

فعالیت ۵

بـرای آغاز گفت‌وگو و فعال کـردن ذهن دانش‌آموزان این پرسش‌ها را مطرح کنید:

- چگونـه قلب شـما به‌طور منظم... بار در دقیقـه می‌زند و... میلی‌لیتر برون‌ده دارد؟
- آیا قلب به‌طور ارادی می‌زند؟
- پزشکان چگونه نوار قلب را ثبت و استفاده می‌کنند.

پس از مشورت، نمایندهٔ هر گروه پاسخ‌ها را بیان کند و معلم نکته‌های اصلی پاسخ‌ها را روی تابلو بنویسد.

فعالیت ۶

اکنون نظرهای گروه‌ها را در کلاس به بحث بگذارید. ممکن اسـت دانش‌آموزان به اثر مغز و اعصاب بر قلب اشاره کنند. در پاسخ به این نظر، آزمایش قطع اعصاب قلب قورباغه و قرار دادن آن در سـرم فیزیولوژیک را بیان کنید. با اشاره به این مسئله که هریـک از تارهای ماهیچه‌های قلب جنین جوجه به‌طور منظم ضربان دارنـد، دانش‌آموزان را به خـودکار بودن فعالیت قلب برسانید. مثلاً این پرسش را مطرح کنید:

اگر فرض کنیم یک سیسـتم خـودکار در قلب برای ایجاد ضربان وجود داشـته باشد، این سیستم باید چه نوع بافتی باشد و چه اجزایی داشـته باشد؟ از دانش‌آموزان بخواهید بافت‌های دیوارهٔ قلب را حدس بزنند.

پاسخ‌های دانش‌آموزان را جمع‌بندی و روی بخشی از تابلو کلاس بنویسید.

فعالیت ۷

از گروه‌ها بخواهید متن کتاب را (صص ۸۱-۷۸) تقسـیم کنند، بخوانند و برای یکدیگر توضیح دهند. پوستر و مولاژ قلب را در اختیار آن‌ها قرار دهید. از دانش‌آموزان بخواهید فهرسـتی از اصطلاحات درس را ضمن کار تهیه کنند و در صورت لزوم آن‌ها را در کلاس تکرار کنید.

در ضمـن کار معلم به گروه‌ها سرکشـی و اشـکالات را برطرف می‌کند و در ضمن مسائلی را که باید برای همهٔ کلاس توضیح دهد، مشخص می‌کند و در صورت نیاز توضیح تکمیلی ارائه می‌کند.

فعالیت ۸

پس از این‌که همهٔ مطالب در گروه مورد بحث و بررسی قرار گرفت، تصاویر چاپ‌شده (و یا تصاویر مجازی ذخیره‌شده در پوشهٔ زیست‌شناسی) از بافت گرهی قلب را در اختیار گروه‌های دستهٔ ۱ و یک الکترو کاردیوگرام طبیعی قلب را در اختیار دستهٔ ۲ قـرار دهید تا آن را نام‌گذاری کنند و یا از آن‌ها بخواهید این تصویر را رسم و نام‌گذاری کنند. هم‌چنین به پرسش‌های مربوط به آن‌ها (که قبلاً آماده کرده‌اید)، پاسـخ گویند. سپس نتیجهٔ کار را مبادله کنند و به هم امتیاز بدهند. نتیجهٔ کار را در پوشهٔ گروه قرار گیرد.

فعالیت ۹

دسـتهٔ ۱ یک الکترو کاردیوگرام رسـم و وضعیت قلب و دریچه‌هـا و صداهای آن را روی الکتروکاردیوگرام مشـخص کنند

دسـتهٔ ۲ خلاصهٔ فعالیـت الکتریکـی و مکانیکی قلب را به‌صورت نقشهٔ مفهومی ارائه کنند.

دسته‌ها با مبادلهٔ طرح‌ها کار یک‌دیگر را تصحیح و امتیازدهی کنند. برای بررسی درستی کار خود به کتاب منبع ۲ مراجعه کنند. بهترین کارها در اختیار همهٔ دانش‌آموزان قرار گیرد.

فعالیت ۱۰ (جمع‌بندی و نتیجه‌گیری)

اکنون یک بار دیگر گروه‌ها، پرسش‌های فعالیت ۵ را بررسی کنند و مشخص کنند پاسخ کدام پرسش‌ها را نمی‌دانند و پرسش‌هایی هم که برایشان مطرح شده را بنویسند. این پرسش‌ها در اختیار همهٔ گروه‌ها قرار گیرد. هر گروه پوشهٔ خود را بررسی و اشکالات و نقاط قوت کار خود را بررسی کند.

فعالیت ۱۱ (تکلیف)

- هر گروه از دانش‌آموزان یکی از پرسش‌های موضوع فعالیت ۱۰ را به‌عنوان موضوع پژوهش انتخاب و با مراجعه به منابع، گزارشی تهیه و (به‌صورت فیزیکی و یا مجازی) در اختیار معلم و در صورت تأیید او در اختیار سایر گروه‌ها قرار دهند و یا فشردهٔ آن را در یکی از جلسه‌های بعدی ارائه بدهند.
- دانش‌آموزان درس را بخوانند و به پرسش‌های صفحهٔ ۸۲ کتاب پاسخ دهند.
- ارتباط با زندگی روزمره: هریک از گروه‌ها با مراجعه به نشانی‌های زیر:

http://www.getbodysmart.com/ap/circulatorysystem/heart/electricalevents/ecg/tutorial.html readmore.html

http://nobelprize.org/educational_games/medicine/ecg/ecg

http://daneshnameh.roshd.ir

دربارهٔ چگونگی ثبت الکتروکاردیوگرام و روش‌های دیگر بررسی سلامت قلب و رگ‌ها گزارش تهیه کنند. دانش‌آموزان می‌توانند با استفاده از کلیدواژهٔ مناسب خود نیز در اینترنت جست‌وجو کنند و منابع مناسب را بیابند و در اختیار دیگران نیز قرار دهند.

- ارتباط با درس بعدی: هریک از گروه‌ها دربارهٔ پاسخ این پرسش فکر و بحث و نتیجه را در جلسهٔ بعد ارائه کند: پزشکان فشار خون کدام رگ‌ها را اندازه‌گیری می‌کنند: سیاهرگ و یا سرخرگ؟

تغییرات کوولانسی در آنزیم‌های تنظیمی

کلیدواژه‌ها: آنزیم‌های تنظیمی، متابولیسم، تغییرات کوولانسی.

سودابه نیکنیا
دانشجوی کارشناسی ارشد بیوشیمی

در این نوشته به این پرسش‌ها پاسخ می‌دهیم:

- آنزیم تنظیمی چیست؟
- آنزیم‌های تنظیمی از چه راه‌هایی قابل تنظیم‌اند؟
- چه گروه‌هایی در این نوع آنزیم‌ها تغییر می‌کنند؟

آنزیم‌های تنظیمی

در متابولیسم سلول، گروه‌های آنزیمی به‌طور متوالی در مسیرهای مختلف با هم عمل می‌کنند تا فرایندهای متابولیک را به انجام برسانند. در این سیستم‌های آنزیمی محصول واکنش اولین آنزیم، سوبسترای آنزیم بعدی است. در هر مسیر متابولیک حداقل یک آنزیم وجود دارد که به علت کاتالیز آهسته‌ترین واکنش که واکنش محدودکنندهٔ سرعت نیز نامیده می‌شود، جریان کل مسیر را تنظیم می‌کند.

علاوه بر این، فعالیت آنزیم‌های تنظیمی در پاسخ به بعضی پیام‌هـا، افزایش یا کاهش می‌یابد. تنظیم سـرعت واکنش‌های کاتالیزشونده توسط آنزیم‌های تنظیمی و بنابراین تنظیم سرعت کل توالی‌های متابولیک به سلول امکان می‌دهد که نیازهای خود بـه انرژی و بیومولکول‌های لازم برای رشـد و ترمیم را تغییر دهد.

در بیشـتر سیسـتم‌های چند آنزیمی، اولیـن آنزیم توالی، آنزیمی تنظیمی است و آنزیم‌های تنظیمی اغلب پروتئین‌هایی چند زیر واحدی‌اند که در بعضی موارد جایگاه تنظیمی و فعال آن‌ها روی زیر واحدهای مجزا قرار دارد.

آنزیم‌های تنظیمی از چه راه‌هایی قابل تنظیم‌اند؟

ایـن آنزیم‌هـا به چنـد روش تنظیم می‌شـوند، از جمله، کووالانسـی و غیرکووالانسـی. آنزیم‌هایـی که بـا تغییرات کووالانسی تنظیم می‌شـوند به دو صورت‌اند: برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیر.

تغییرات کووالانسـی برگشـت‌پذیر در آنزیم‌های تنظیمی

مهم‌ترین تغییرات در این نوع آنزیم‌ها شـامل این مواردند: فسفریلاسـیون، استیلاسیون، گلیکوزیلاسـیون، متیلاسیون و یوبی‌کویتیناسیون.

این تغییرات در ریشه‌های آمینواسیدهای خاصی مطابق این جدول انجام می‌شود:

تغییرات کووالانسـی برگشـت‌پذیر، آنزیم‌هـای کلیدی پسـتانداران را تنظیـم می‌کننـد و از میـان آن‌هـا تغییـرات فسفریلاسـیون ـ دفسفریلاسیون معمول‌ترین است. معمول‌تر بودن فسفریلاسیون ـ دفسفریلاسیون به این علت‌هاست:

- تبدیل متقابل آنزیم‌ها بین اشکال فسفو و دفسفو ساده است و فسفریلاسیون و دفسفریلاسیون این امکان را فراهم می‌کنند تا خصوصیات عملکردی آنزیم موردنظر تا زمان مورد نیاز تغییر کند.
- گروه فسـفریل خصوصیات شـیمیایی مطلوبی دارد، یعنی چگالی بالای بار گروه فسفریل متصل به پروتئین که معمولاً در pH فیزیولوژیک ۲- است و تمایل‌اش برای ایجاد پل نمکی با ریشـه‌های آرژنیل، گروه فسفریل را به عاملی قوی برای ایجاد تغییر در ساختار و فعالیت پروتئین تبدیل می‌کند که این تغییرات کنفورماسیونی روی کارایی کاتالیتیک و دیگر خصوصیات آنزیم اثر می‌گذارد.

واکنش	ریشهٔ آمینواسیدی که تغییر کووالانسی را می‌پذیرد	مثال
فسفریلاسیون	Asp	پروتئین تیروزین فسفاتاز
	Ser	پروتئین سرین کیناز، فسفاتاز
	Thr	پروتئین ترئونین کیناز/فسفاتاز
	Tyr	تیروزین کیناز/فسفاتاز
	His	سنسور پروتئین کینازها در اجزای دو سیستم تنظیمی
متیلاسیون	Glu	پروتئین گیرنده شیمیوتاکسی
	His	متیل CoM ردوکتاز
	Lys	متیلاسیون هیستون
	Arg	متیلاسیون هیستون
N-گلیکوزیلاسیون	Asn	N-گلیکوپروتئین‌ها
O-گلیکوزیلاسیون	Ser Thr	
یوبی کویتیناسیون	Lys	یوبی کویتین لیگاز

در هر سلول پستاندار بیشتر از ۱۰۰۰ پروتئین فسفریله و صدها پروتئین کیناز و پروتئین فسفاتاز وجود دارد که باعث تبدیل متقابل آن‌ها می‌شوند. یک سوم تا یک دوم همهٔ پروتئین‌های یک سلول یوکاریوتی فسفریله‌اند. بعضی دارای یک ریشهٔ فسفریله و بعضی دارای چندین ریشهٔ فسفریله‌اند.

اتصال گروه فسفریل به ریشه‌های اختصاصی آمینواسید پروتئین توسط پروتئین کینازها انجام می‌شود و برداشت این گروه‌ها توسط پروتئین فسفریلازها صورت می‌گیرد.

پروتئین کینازها با انتقال گروه فسفریل انتهایی از گروه ATP به گروه‌های هیدروکسیل ریشه‌های سریل، ترئونیل و تیروزیل و ایجاد (به ترتیب) ریشه‌های O فسفوسریل، O فسفوترئونیل و O فسفوتیروزیل، فسفریلاسیون پروتئین‌ها را کاتالیز می‌کنند.

یکی از مثال‌های مهم تنظیم توسط فسفریلاسیون در **گلیکوژن فسفریلاز** است. گلیکوژن فسفریلاز به دو شکل a و b وجود دارد. در شکل فعال‌تر، یعنی فسفریلاز a یکی از ریشه‌های اختصاصی سرین، در هر زیر واحد فسفریله می‌شود. با برداشت آنزیمی این گروه‌های فسفریل، توسط گلیکوژن فسفاتاز، فسفریلاز a به فسفریلاز b که فعالیت کمتری دارد، تبدیل می‌شود. فسفریلاز b می‌تواند با عمل فسفریلاز کیناز دوباره به فسفریلاز a تبدیل شود، یعنی گروه فسفریل از ATP به گروه‌های هیدروکسیل سرین در فسفریلاز b به صورت کووالان متصل می‌شوند.

فسفریلاسیون همیشه باعث فعال شدن آنزیم نمی‌شود و این تغییر در بعضی از آنزیم‌ها باعث مهار آن آنزیم می‌شود، به‌طور مثال در آنزیم گلیکوژن سنتاز، فسفریلاسیون توسط پروتئین کیناز باعث غیرفعال شدن این آنزیم می‌شود. مثال دیگری برای غیرفعال شدن آنزیم‌ها توسط فسفریلاسیون، فسفریلاسیون کمپلکس آنزیمی پیروات دهیدروژناز توسط پیروات دهیدروژناز کیناز است. این کمپلکس آنزیمی، پیروات حاصل از گلیکولیز را به استیل کوآنزیم A تبدیل می‌کند و هنگامی که غلظت ATP، NADH یا استیل کوآنزیم A بالا باشد، پیروات دهیدروژناز کیناز کمپلکس آنزیمی فوق را فسفریله می‌کند و فعالیت آن را کاهش می‌دهد. آنزیم پیروات دهیدروژناز فسفاتاز در هنگام کاهش غلظت ATP، NADH یا استیل کوآنزیم A کمپلکس آنزیمی پیروات دهیدروژناز را دفسفریله و فعال می‌کند.

تغییرات کووالانسی برگشت‌ناپذیر در آنزیم‌های تنظیمی

چرخهٔ حیات هر پروتئین در بخش‌های درون سلولی و بین‌سلولی در یک موجود زنده با عملکردهای هموستاتیک پروتئازها که اسکلت پپتیدی کووالانسی را می‌شکنند تا باعث حذف بعضی از آمینواسیدها شوند، تنظیم می‌شوند. این شکست‌های پروتئولیتیک در توالی‌های پپتیدی خاص رخ می‌دهند. هر پروتئین که در سلول‌های یوکاریوتی به شبکهٔ آندوپلاسمی وارد می‌شود، تحت شکست N– ترمینال آمینواسیدهای ۲۵ تا ۳۰ قرار می‌گیرد. اولین گام در بلوغ پروتئینی با عمل کانورتازها در شبکهٔ گلژی دنبال می‌شود.

شکست پروتئولیتیک باندهای پپتیدی باعث تنظیم برگشت‌ناپذیر آنزیم‌ها می‌شود. از آنزیم‌هایی که بدین شکل تنظیم می‌شوند، می‌توان به انسولین، تریپسین، کیموتریپسین و پپسین اشاره کرد که همگی در ابتدا به صورت غیرفعال (زیموژن) ترشح می‌شوند و پس از شکست پروتئولیتیک در انتهای آمین به صورت فعال در می‌آیند. در مورد آنزیم تریپسین، هنگامی که فرم پروآنزیم تریپسین (تریپسینوژن) به روده ترشح می‌شود، یک قطعهٔ شش آمینواسیدی از انتهای آمین آن جدا می‌شود؛ انتهای آمین جدید تاخوردگی می‌یابد و بدین ترتیب شکل فضایی آنزیم دچار تغییر می‌شود و فعال می‌گردد.

منابع

۱. برگ، جرمی مارک. بیوشیمی استرایر، ۱۳۸٤، گروه مترجمان خانهٔ زیست‌شناسی، تهران
۲. لنینجر، آلبرت. اصول بیوشیمی لنینجر، ۱۳۸۲، آییژ، تهران
۳. مورایی، گرانر و مایز، رودول، بیوشیمی پزشکی هارپر، ۱۳۸٤، آییژ، تهران
٤. کلبی، دایان (پاسالار، پروین: مترجم)، چکیدهٔ بیوشیمی، ۱۳۸۱، انتشارات دانشگاه تهران

5. Walsh, C. T. et al *Protein Posttranslational Modifications: TheChemistry of Proteome Diversifications* (2005). Chem. Int. Ed. 44. 7342-7342
6. http://dwb.unl.edu/Teacher/NSF/C11/C11Links/web.indstate.edu/thcme/mwking/enzyme-kinestics.html
7. http://www.tamu.edu/classes/bich/mullins/bich303/lectures/printversion/Enzyme%20CatReg.pdf
8. http://www.cliffsnotes.com/WileyCDA/CliffsReviewTopic/Covalent-Modification.TopicArticleId-24998, articleId-24974.html
9. http://www.med.unibs.it/~marchesi/enzymes2.html

نارسایی زودرس تخمدان

زهرا قلی‌پور فریدونی

چکیده

از دست رفتن عملکرد تخمدان معمولاً فرایندی تدریجی است که در طول چند سال شکل می‌گیرد و منجر به یائسگی می‌شود. با وجود این، عملکرد تخمدان در برخی از زنان زودتر و ناگهانی‌تر از آن‌چه مورد انتظار است، رخ می‌دهد. علت این امر ممکن است طبیعی، شیمی‌درمانی یا جراحی باشند.

نارسایی پیش از موعد تخمدان به مواردی اطلاق می‌شود که یائسگی به‌طور خودبه‌خود پیش از ۴۰ سال رخ می‌دهد. به علت سن نسبتاً کم و ماهیت غیرقابل پیش‌بینی این حادثه، حمایت روانی و هورمونی ممکن است برای بیمار ضروری باشد. گرچه اکثر پزشکان برای اجرای حمایت‌های روانی متمرکز به اندازهٔ کافی آمادگی ندارند، پرسیدن سؤالات مناسب و فراهم کردن امکانات حمایتی ممکن است کمک‌کننده باشند. احتمال وجود ناهنجاری‌های درون‌ریز همراه، باید در زنان مبتلا به نارسایی پیش از موعد تخمدان در نظر گرفته شود. خطر بروز پوکی استخوان و بیماری‌های قلبی ـ عروقی در یائسگی درازمدت ناشی از جراحی نسبت به یائسگی طبیعی بسیار بیشتر است. این خطرات ممکن است با استفاده از استروژن جانشینی، کاهش یابند. از آن‌جا که این جانشینی طولانی مدت ممکن است زنان را در معرض خطراتی قرار دهد، مزایا و معایب برداشتن تخمدان‌ها و جانشینی با استروژن باید برای هر زن که قرار است حین برداشتن رحم، تخمدان‌ها نیز خارج شوند به‌طور کامل توضیح داده شود.

کلیدواژه‌ها: فولیکول، یائسگی، تخمدان، آمنوره.

تعریف

از بیـــن رفتن همهٔ فولیکول‌های تخمدان که به قطع‌شـــدن چرخـــهٔ طبیعی عملکرد تخمدان‌ها منجر می‌شـــود، نارســـایی زودرس تخمدان نام دارد (ریان، ۱۳۷٤، ص ٤٤).

بیماری نارســـایی زودرس تخمـــدان معمای کلینیکی قرن حاضر، نوعی بیماری شایع که تقریباً ۱٪ زنان قبل از ٤۰ سالگی به آن مبتلا می‌شوند و در زنان مبتلا به آمنورهٔ اولیه شیوع آن در حدود ۲۸-۱۰٪ است (اسپیروف، ۱۳۷۳، ص ۳۵۸).

نارسایی زودرس تخمدان مسئله‌ای بالینی است، که در آن تخمدان‌ها عمدتاً به‌طور ثانویه نارســـا می‌شـــوند و به صورت آمنورهٔ ثانویه[1] تظاهر می‌کند.

اگرچه این عارضه غالباً دائمی اســـت، ولی ممکن اســـت گذرا هم باشـــد. علت اصلی این بیماری ناشناخته است، ولی نقش عواملی مانند عوامل ژنتیک، پرتوها، داروها، عفونت‌های ویروسی هم در آن شناخته شده است.

در حـــال حاضر نقش نوعی بیماری خودایمنی را در ایجاد نارســـایی زودرس تخمدان مطرح می‌کنند، چـــون رابطهٔ قابل توجهی بین نارســـایی زودرس تخمدان با ســـایر نارسایی‌های غده‌های داخلی بدن، بویژه تیروئید، آدرنال، پاراتیروئید مشاهده شده است.

نکتهٔ دیگر، نقش اختلال در محور هیپوتالاموس، هیپوفیز، تخمدان در ایجاد نارسایی زودرس تخمدان است.

جنین‌شناسی تخمدان

اولین مرحلهٔ تشکیل تخمدان‌ها در مرحلهٔ جنینی به‌وجود آمدن طناب‌های سلولی متعاقب مهاجرت سلول‌های ژرمینال است.

تخمدان‌ها در جنین از ناحیهٔ T10[2] منشأ می‌گیرند و در دوران کودکی عضوی شکمی محسوب می‌شوند. بیشترین تعداد فولیکول‌های تخمدان در حدود هفته ۲۰ بارداری وجود دارند که در طول دوران تولد تا نوجوانی به کاهش ادامه می‌دهند و می‌توان همهٔ مراحل فولیکولی از فولیکول‌های اولیه تا فولیکول‌های رسیده را مشاهده کرد.

تشریح: در دوران زندگی، تخمدان‌ها متحمل تغییرات فراوانی از نظر اندازه، شکل و موقعیت می‌شوند و از نظر بافت‌شناسی نیز در اثر تحریکات هورمونی تغییراتی در آن‌ها پدید می‌آید. تخمدان راست اکثراً بزرگ‌تر از تخمدان چپ است. با پیدایش بلوغ تغییرات بافت‌شناختی زیادی در تخمدان‌ها ایجاد می‌شود. تخمدان‌ها به طول ۵ تا ۲/۵ سانتی‌متر و عرض ۱/۵ تا ۳ سانتی‌متر و ضخامت ۰/۶ تا ۱/۵ سانتی‌متر می‌رسند.

تخمدانی که فعالیتی نداشته و تخمک‌گذاری نکرده باشد، سطحی صاف و براق دارد. وجود برجستگی‌های سرخ‌رنگ روی سطح تخمدان معرف تخمک‌گذاری‌هایی است که اخیراً انجام گرفته‌اند. سرخرگ تخمدانی از آئورت منشأ می‌گیرد.

تخمدان در مراحل پیش از بلوغ و یائسگی

تخمدان پیش از بلوغ ساختاری کوچک و طویل با طول ۲-۱ cm دارد. در فاصلهٔ زمانی بین تولد تا ٤ سالگی، محور هیپوفیز، هیپوتالاموس هم LH و هم FSH ترشح می‌کند و فولیکول‌های تخمدانی رشد کرده و مقادیر اندکی از استرادیول را ترشح می‌کند.

از بین سنین ٤ تا ۸ سالگی محور هیپوتالاموس، هیپوفیز فقط مقادیر اندکی LH و FSH تشرح می‌کند و تخمدان حالت خاموش دارد. افزایش LH و FSH در حوالی سنین بلوغ که از ۸ سالگی آغاز می‌شود، به افزایش باز هم بیشتر فعالیت فولیکولی و ترشح استرادیول منجر می‌شود.

افزایش فعالیت فولیکول‌های تخمدان در نهایت به روی دادن خون‌روی می‌انجامد و اولین تخمک‌گذاری تقریباً یک سال بعد از خون‌روی به وقوع می‌پیوندد (ریان، ۱۳۷٤، ص ۲۲۳).

فولیکول‌های باقی‌مانده به طرف آترزی[3] سیر می‌کنند و بعد از ۵ سال فعالیت آن‌ها متوقف می‌شود. هنگام یائسگی، تخمدان عاری از فولیکول‌های واجد عملکرد می‌شود و متوقف شدن استرادیول به پیدایش آمنوره و گر گرفتگی زنان می‌انجامد. در زنان عادی تخمدان‌ها در مرحلهٔ یائسگی که تحت تحریک غلظت‌های بالای LH هستند، تستوسترون تشرح می‌کنند و چون تخمدان‌های زنان یائسه فقط فولیکول‌اند، به ساختارهای کوچک‌تر تبدیل می‌شوند. در زنان یائسه، بزرگ‌شدگی تخمدان عاملی برای نگرانی است و باید تحت کنترل و پیگیری بالینی قرار گیرد (ریان، ۱۳۷٤، صص ۳۲٤ و ۳۲۳).

مکانیسم تخمک‌گذاری

زمان تخمک‌گذاری توسط فولیکول تخمدانی غالب تعیین می‌شود. هنگامی که فولیکول غالب بتواند میزان کافی استروژن برای برقراری غلظت گردشی استرادیول در حد ۳۰۰ پیکوگرم در میلی‌لیتر به مدت ٤۸ ساعت ترشح کند، واحد هیپوتالاموس، هیپوفیز در برابر آن با ترشح ناگهانی گنادوتروپین‌ها پاسخ خواهد داد.

موج سریع گنادو تروپین، با افزایش در دفعات ترشح پالسی LH مشخص می‌شود. موج سریع ترشح LH، با تحریک‌کردن چند واقعهٔ زیر در تخمدان به تخمک‌گذاری می‌انجامد:

۱. افزایش در آنزیم‌های پروتئولیتیک داخل فولیکولی که به تخریب غشای پایه منجر می‌شود و پارگی فولیکول را امکان‌پذیر می‌سازد.

۲. از سرگرفته شدن میوز در اووسیت و مهیا شدن اووسیت برای باروری.

علل نارسایی زودرس تخمدان

نارسایی تخمدان در دوران یائسگی اتفاقی طبیعی است. پس از آن‌که بیماری در معرض استروژن قرار گیرد قطع استروژن سبب گرگرفتگی می‌شود. این امر تقریباً در ۵۰٪ بیماران چه نارسایی پیش از موعد تخمدان رخ دهد یا در سن طبیعی به وجود آید، مشاهده می‌شود. معاینهٔ فیزیکی، آتروفی مخاط واژن و فقدان موکوس در گردن رحم را مشخص می‌کند. نارسایی تخمدان پیش از سن ٤۰ سالگی نوعی بیماری است. اگر نارسایی تخمدان پیش از بلوغ رخ دهد، پستان‌های بیمار رشد پیدا نمی‌کنند و گنادها تشکیل نمی‌شوند. علی‌رغم وجود علل مختلف برای نارسایی تخمدان، در اکثر موارد علت را نمی‌توان مشخص کرد (اس برک، ۱۳۷۵، ص ۷٦۹).

۱. نارسایی زودرس تخمدان به علل ناشناخته

حدود ٤٪ زنان قبل از سن ۳۵ سالگی دچار توقف قاعدگی می‌شـوند و در آن‌ها هیچ اختلال دیگری یافت نمی‌شود. کلیه خصوصیات جنسـی و کروموزومی آنان طبیعی است و دارای گنادوتروپیک (محرک غددجنسی) بالا و استروژن پایین هستند (قره‌خانی، ۱۳۷٤، ص ٤٥).

۲. آمنوره هایپرگنادوتروپیک

در بیمارانی که میزان گنادوتروپین‌های سرم‌شـان بالاست، می‌توان نارسـایی تخمدان را با اطمینـان مطرح کرد و آن‌ها را عقیم دانست. در بعضی از بیماران برگشت عمل طبیعی تخمدان و حاملگی به‌طور خودبه‌خودی اتفاق افتاده است، در حالی که بازگشت طبیعی بسیار نادر است و احتمال ضعیف حاملگی در آینده در آنان وجود دارد.

۳.نارسایی تخمدان همراه با بیماری خود ایمنی

نارسایی پیش از موعد تخمدان ممکن است جزئی از سندرم خود ایمنی چند غده‌ای باشد (اس برک، ۱۳۷۵، ص ۷٦۹).

۴. نارسایی تخمدان به علت افزایش سرعت آترزی، فولیکول، بیماری ژنتیک

تشـدید آترزی ممکن اسـت در اثر یـک اختلال ژنتیک باشـدکه در داخل ژرم سـل اسـت یا به علت اینکه نارسایی تخمدان به علت افزایش سـرعت آترزی فولیکول اسـت که به کاهش زودرس ذخیرهٔ فولیکولی منجر می‌شـود (اسپیروف، ۱۳۷۳، ص۳۵۸).

۵. نارسایی یا تروژنیک غدد جنسی

نارسـایی یا تروژنیک غده‌های جنسی نوعی عارضه است که خواسـته یا ناخواسته توسط پزشـک معالج ایجاد می‌شود. تابیدن اشـعه به تخمدان‌ها، شـیمیوتراپی و مصرف داروهای ایمونوساپرسیو و جراحات شـدید به عروق و بافت تخمدان ممکن است سبب نارسایی تخمدان شود (قره‌خانی، ۱۳۷٤، ص ٤٥: ریان، ۱۳۷٤، ص ۲۸۳).

۶. عدم تخمک‌گذاری مزمن

یکـی از شـرایط اساسـی بـرای وقوع قاعدگـی طبیعی تخمک‌گذاری اسـت. لذا هرگاه به علتی تخمک‌گذاری اتفاق نیفتد، اولیگومنوره[٤] یا آمنوره ایجاد می‌شود.

۷. نارسـایی زودرس تخمـدان ناشـی از ناهنجاری‌هـای ساختاری کروموزوم X (سندرم ترنر) و تایخچهٔ خانوادگی

شـایع‌ترین علت نارسایی زودرس تخمدان ناهنجاری 45 XO و 47XXXY، یعنی وجود اختلال ژنتیک در کروموزوم‌های جنسی است (اسپیروف، ۱۳۷٤، ص ۳۵۸).

۸. نابینایی

فعالیت تخمدانی ممکن است مستقلاً تحت تأثیر فعالیت شدید و تغییرات فصلی و محیطی باشد. کاهش فعالیت تخمدان در پاییز ممکن اسـت به علت افزایش دورهٔ تاریکی باشد. در واقع میزان حاملگی در زنانی که در شمال اسکاندیناوی زندگی می‌کنند، طی تابستان بیشتر از زمستان است (اسپیروف، ۱۳۷۳، ص ۳۷٤).

۹. بلوغ زودرس، چپ دسـت بودن و چندین عامل متفرقه عامل دیگر که در یائسگی زودرس دخالت دارند

سـن متوسـط یائسـگی برای زنان چپ دسـت ٤۳-٤۲ سـالگی و راست دست ٤۷-٤۳ سالگی است. همچنین سیگار کشیدن یائسگی زودرس ایجاد می‌کند. افراد لاغر زودتر یائسه می‌شوند.

۱۰. گالاکتوزومی

بـه علت فقدان عملکرد گالاکتوز -۱- فسـفات اوریدیل ترانسفراز ایجاد می‌شود. به نظر می‌رسد متابولیت‌های گالاکتوز اثرهای مهمی بر فولیکول‌های تخمدان داشـته باشند و سبب تخریب پیش از موعد آن‌ها شوند (همان، ص ۷۷۰).

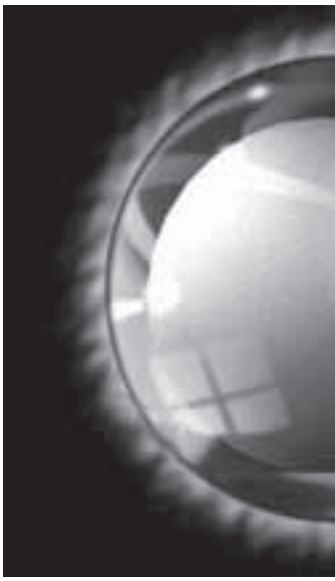
علل نارسـایی تخمدان پـس از بروز خصوصیات جنسی ثانویه

بـرای این نوع نارسـایی علل کروموزومـی پرتودرمانی، شیمی‌درمانی، دسـت‌کاری و جراحی سرخرگ‌های تخمدان، عفونت، مصرف سـیگار و علل ایدیوپاتیک را می‌توان نام برد (اس‌برک، ۱۳۷٤، ص ۷۷۰).

اختلال عملکردی قاعدگی

۱. نقش محور هیپوتالاموس ـ هیپوفیز
۲. اختلال علائم فیدبک
۳. اختلال عملکرد تخمدان

۱. نقش محور هیپوتالاموس ـ هیپوفیز



تومـور هیپوفیـز می‌توانـد در کارکرد قاعدگی اختلال ایجاد کند.

۲. اختلال علائم فیدبک در ایجاد نارسایی تخمدان

میزان اسـترادیول خون علامت مهمی اسـت که گردش چرخهٔ قاعدگی را تنظیم می‌کند. برای اینکه دگرگونی‌های مناسـب در طـول یـک دوره قاعدگـی پیـش آید، میزان اسـترادیول، بایـد همزمان با حوادث مورفولوژیک افزایش و کاهش یابد، به این ترتیـب امکان پیدایش دو نقـص در میزان اسـترادیول و در نتیجه پیامی که می‌فرستد وجود دارد.

۱. ممکن اسـت میزان اسـترادیول افت نکند و در نتیجه پاسخ FSH برای تحریک رشد فولیکول کافی نباشد.

۲. ممکن است میزان اسـترادیول برای ایجاد اثر تحریکی مثبت و اوج یافتن LH کافی نباشد.

۳. اختلال کارکرد تخمدان

عدم رشد فولیکول به دو علت است:

۱. تولید ناکافی استرادیول در خود فولیکول.

۲. تداخل در عمل اسـترادیول، مسـلم است که باید بین تکامل ریخت و تحریک هورمونی آن هماهنگی کاملی وجود داشته باشد. این اختلال ممکن است ناشی از یک فرایند عفونی، آندومتریوز یا علت‌های دیگر باشد.

اتیولوژی عدم تخمک‌گذاری

طبق توصیه سازمان جهانی سـلامت (WHO) اختلالات تخمک‌گذاری ناشی از سه گروه اختلال‌اند :

۱. نارسایی محور هیپوتالاموس ـ هیپوفیز

۲. اختلال کارکردی محور هیپوتالاموس ـ هیپوفیز

۳. نارسایی تخمدان

گروه اول شامل بیماران دارای اختلال آمنوره هیپوتالاموسی (آمنوره ناشـی از استرس، سـندرم کالمن و...) در این بیماران تظاهـرات هیپوگنادوتروپیـک با کاهش FSH و اسـتروژن و پرولاکتین عادی مشخص می‌شود.

گروه دوم شـامل بیمارانی با گنادوتروپین نرمال، استروژن نرمـال، اولیگومنوره و عدم تخمک‌گذاری اسـت که سـندرم تخمدان پلی‌کیستیک نیز در این گروه قرار می‌گیرد.

گروه سوم شامل بیمارانی با هیپرگنادوتروپین، هیپوگنادال (کوچک شدن غدد جنسی) و استروژن پایین هستند، همهٔ انواع نارسایی تخمدان در این گروه قرار می‌گیرند.

تظاهرات اصلی نارسایی زودرس تخمدان

بیماران در سنین مختلف ممکن است دارای علائم آمنوره، نازایی و یا هر دو باشند. علائمی که بیانگر یائسگی هستند، نظیر گرگرفتگی، خشکی واژن، اختلالات خواب و اختلالات خُلق ممکن است وجود داشته باشند. نارسایی تخمدان ممکن است موقتی و همراه با برگشت خودبه‌خودی روند قاعدگی باشد.

تشخیص و اقدامات درمانی

* شایع‌ترین علت نارسایی زودرس تخمدان وجود اختلال ژنتیک در کروموزوم‌های جنسـی است. بنابراین، هر زن مبتلا به نارسـایی زودرس تخمدان قبل از ۳۰ سالگی، باید از طریق آزمایش کاریوتایپ مورد بررسی قرار گیرد.

* به‌طور کلی برای این‌که نارسایی زودرس تخمدان نوعی سندرم است، درمان اختصاصی برای آن در دسترس نیست پس در مرحلهٔ اول باید به بررسی سندرم‌ها یا بیماری‌های ژنتیک و عفونت پرداخت.

* اگر بیمار از سایر جهات سالم باشد، فقط به درمان عدم تخمک‌گذاری می‌پردازد.

پی‌نوشت

۱. Secondary Amerrhea: عـدم وجود خونریـزی ماهانه به مدت حداقل ۵ ماه یا ۳ چرخهٔ پی‌درپی در زنی که این چرخه را داشته باشد.
۲. T۱۰ مهرهٔ پشتی
۳. ATRESIA فقدان سوراخ یا دهانه طبیعی
٤. OLIGOMENORRHEA طول مدت قاعدگی بیش از ۳۵ روز

منابع

۱. اسپیروف، لیون، **آندوکرینولوژی بالینی زنان و نازایی**. ترجمهٔ دکتر ملک منصور اقصی و همکاران، تهران: اشارت، چاپ پنجم، ۱۳۷۲.
۲. اس. بـرک. جاناتان. ادشـی، الی. وای، هیلارد، پـاوولا. **بیماری‌های زنان نواک**. ترجمه گـروه مترجمین ویرایش و نظارت دکتر مرضیه وحید دسـتجردی و ملک منصوری اقصی، جلد دوم، تهران: چاپ پژمان، چاپ اول، زمستان ۱۳۷۵.
۳. اس براون، جنت، ویلیام آر. **بیماری‌های زنان و زایمان**، ترجمه دکتر ملک منصور اقصی، تهران: نشر اشارت، چاپ دوم، ۱۳۷۵.
٤. ریان، کنث جی، برکویتز، رزوباربیری، رابرت ال. **اصول بیماری‌های زنان کیستنر**، ترجمه دکتر بهرام قاضی جهانی و همکاران، جلد اول و دوم، تهران: اشارت، چاپ دوم، زمستان ۱۳۷٤.
۵. قره‌خانی، پرویز و همکاران، **تظاهـرات اصلی و درمانی بیماری‌های CMMD**، تهران: اشارت، چاپ سوم، ۱۳۷٤.
٦. قلی‌پور فریدونی، زهرا، **نارسایی زودرس تخمدان**، پایان‌نامه کارشناسی مامائی، دانشـگاه آزاد اسلامی نوشهر و چالوس، استاد راهنما، خانم عشرت السادات فتاحی کارشناس ارشد مامائی، بهار ۱۳۷٦.

تجربه

فشار منفی و فشار مکش

سعید بهرامی
دبیر زیست‌شناسی ناحیه‌ی یک قزوین

مواد مورد نیاز : ارلن، یک عدد تخم‌مرغ آب‌پز شده، یک عدد کبریت

فشار هوای سطح کرهٔ زمین در کنار دریاهای آزاد یک اتمسفر است و در دیگر جاها بسته به ارتفاع تغییر می‌کند و مقدار آن مثبت است. گاه به علت فرایندهای فیزیکی، به‌طور موقت فشار منفی به‌وجود می‌آید و به دنبال آن عملکرد فیزیولوژی به راحتی بیشتر انجام می‌شود. به عنوان نمونه:

الف) در گیاهان آب و مواد معدنی (شیرهٔ خام) از طریق آوندها پس از طی مسافتی به برگ‌ها منتقل می‌شوند.

پرسش: چه عاملی باعث این انتقال می‌شود؟

پاسخ: بر اثر عمل تبخیر و تعرق از طریق روزنه‌های بافت روپوست گیاهان، در آوندهای چوبی فشار منفی ایجاد می‌شود و به دنبال آن مکش ناشی از فشار منفی همراه با فشار ریشه‌ای باعث انتقال آب و مواد معدنی از طریق آوندهای چوب به برگ‌ها می‌شود.

ب) در دستگاه گردش خون، خون پس از انجام گردش عمومی باید به دهلیز راست منتقل شود. خون اندام‌های تحتانی از طریق سیاهرگ زیرین به دهلیز راست منتقل می‌شود.

پرسش: چه عاملی باعث حرکت خون از پاها به سوی دهلیز راست می‌شود؟

پاسخ: عوامل مختلفی در این کار نقش دارند. یکی از آن‌ها تلمبهٔ تنفسی است که هنگام دَم روی می‌دهد. هنگام دم، قفسهٔ سینه متسع می‌شود. به دنبال آن فشار منفی در منطقهٔ قفسهٔ سینه به وجود می‌آید و متعاقب آن خون از طریق سیاهرگ زیرین به درون دهلیز راست مکیده می‌شود.

● آیا می‌توان فشار منفی را با انجام یک آزمایش به‌طور عینی به دانش‌آموزان نشان داد؟

● پاسخ مثبت است. می‌توان با این آزمایش فشار منفی را به‌طور عینی و محسوس به فراگیران نشان دهیم.

شرح آزمایش .....

تخم‌مرغ آب‌پز شده را پوست می‌کنیم و روی دهانهٔ ارلن می‌گذاریم. مشاهده می‌کنیم که تخم‌مرغ به داخل ارلن فرو نمی‌رود. اکنون چند چوب کبریت را آتش می‌زنیم و همین‌طور که می‌سوزند آن‌ها را داخل ارلن می‌اندازیم. در حالی‌که چوب کبریت‌ها شعله‌ورند، تخم‌مرغ آب‌پز پوست کنده شده را بر دهانهٔ ارلن قرار می‌دهیم. به دنبال آن، کبریت‌ها خاموش می‌شوند و تخم‌مرغ به آرامی به داخل ارلن مکیده می‌شود و به درون آن فرو می‌رود.

علت .....

کبریت شعله‌ور سبب جنبش مولکول‌های هوای داخل ارلن می‌شود و آن‌ها را از داخل ظرف خارج می‌کند و از طرفی با قراردادن تخم‌مرغ روی دهانهٔ ارلن از ورود هوا به داخل ظرف جلوگیری می‌کنیم. اکنون در اثر کمبود هوا، کبریت‌های شعله‌ور خاموش می‌شوند و هم‌چنین درون ارلن نسبت به بیرون فشار کمتری پیدا می‌کند. لذا، فشار اتمسفر به آرامی تخم‌مرغ را به درون ظرف می‌راند. به عبارت دیگر، فشار کم درون ظرف، تخم‌مرغ را به درون ارلن می‌مکد (شکل‌های ۱ تا ٦).

اکنون برای این‌که تخم‌مرغ را از ارلن خارج کنیم، می‌توانیم به این طریق عمل کنیم:

ارلن را وارونه می‌کنیم تا دهانه به سمت پایین باشد. با تکان دادن آن تخم‌مرغ را به دهانهٔ ارلن منتقل می‌کنیم. سپس با کمک شعلهٔ چراغ الکلی به‌ته و پهلوهای ارلن گرما می‌دهیم. مشاهده می‌کنیم که گرما باعث جنبش مولکول‌های هوای کم داخل ارلن می‌شود و تخم‌مرغ را به بیرون می‌راند (شکل‌های ۷ تا ۹).

(بخش ششم)

فیزیک پدیده‌های زیستی

محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر
کارشناس گروه فیزیک دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی

۱. در یک اتاق تاریک، پرده‌ای را با دو پروژکتور روشن کنید. در برابر یکی از باریکه‌های نور، صافی‌ای رنگی مثل قطعه‌ای سلوفان قرمز قرار دهید. دست خود را جلوی آن نگه دارید تا سایهٔ کوچکی روی پرده بیفتد. بیرون سایه صورتی رنگ است، زیرا این قسمت نور قرمز را از پروژکتور اول و نور سفید را از پروژکتور دوم دریافت می‌کند. در داخل سایه، پرده باید قاعدتاً سفید باشد، زیرا دست شما جلوی نور قرمزی را که از پروژکتور اول می‌آید، می‌گیرد و پرده فقط توسط پروژکتور دوم روشن می‌شود، با این حال، در داخل سایه، پرده به رنگ آبی ـ سبز است. چرا این سایه، رنگی است؟

پاسخ: تصاویر روی پرده و سایهٔ دست شما سه نوع گیرندهٔ نوری مخروطی روی شبکیه را برمی‌انگیزند. تصویر صورتی پرده، گیرنده‌های مخروطی قرمز را با شدت زیاد و گیرنده‌های مخروطی سبز و آبی را با شدت کمتری برمی‌انگیزد.

تصویر سایه باید سفید باشد، زیرا منطقهٔ سایه توسط پروژکتور بدون صافی دوم روشن شده است. بنابراین، این تصویر باید همهٔ گیرنده‌های مخروطی را برانگیزد. ولی، گیرنده‌های مخروطی مرکزی که توسط پردهٔ صورتی برانگیخته شده‌اند، جلو سیگنال‌های حاصل از گیرنده‌های مخروطی قرمزی را که توسط سایه برانگیخته شده‌اند، می‌گیرند.

این بازدارندگی توسط دستگاه بینایی به عنوان یک سیگنال آبی ـ سبز (رنگ مکمل قرمز) تعبیر می‌شود. این‌که چگونه این بازدارندگی صورت می‌گیرد و چرا این رنگ مکمل دیده می‌شود، هنوز معلوم نیست.

توصیف چنین پدیده‌هایی به **یوهان ولفگانگ فون‌گوته**[1]، یکی از پیشگامان دید رنگی، منتسب شده است.

۲. در اعماق فضا، فضانوردانی که چشمان خود را به تاریکی عادت داده‌اند، خبر از مشاهدهٔ درخش‌های نوری داده‌اند که نقطه‌ها، ستاره‌ها یا ستاره‌هایی دوتایی را شکل می‌دهند و یا بیشتر میدان دیدشان را اشغال می‌کند. این نقش‌ها ناشی از پرتوهای کیهانی عبوری از چشم فضانورد هستند (پرتوهای کیهانی، ذراتی معمولاً پرسرعت هستند که از فضای بیرون جو نشأت می‌گیرند.)

در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی نیز با فرستادن ذرات سریع به درون چشم، نقش‌های مشابهی مشاهده شده است. چگونه این ذرات چنین نقش‌هایی را ایجاد می‌کنند؟ آیا آن‌ها مستقیماً با گیرنده‌های نوری شبکیه برخورد می‌کنند و آن‌ها را به گسیل سیگنال‌ها به مغز وامی‌دارند، یا این‌که نوری را در داخل چشم ایجاد می‌کنند که سپس توسط گیرنده‌های نوری دریافت می‌شود؟ آیا کوه‌نوردان یا سرنشینان هواپیما می‌توانند این نقش‌ها را در ارتفاعات بلند مشاهده کنند؟

پاسخ. نقش‌هایی که فضانوردان می‌بینند ممکن است ناشی از نوری باشد که توسط ذرات بسیار سریع به هنگام عبور از زجاجیه ایجاد می‌شوند. سرعت این ذرات از سرعت مؤثر نور در چشم فراتر می‌رود و در نتیجه یک موج شوکی موسوم به **تابش چرونکوف** در زجاجیه ایجاد و توسط گیرنده‌های نوری شبکیه دریافت می‌شود.

چنین نقش‌هایی در آزمایش‌هایی با **میوان‌های** پرسرعت (ذراتی شبیه الکترون‌ها) نیز مشاهده است. کلاً ذرات (حتی کم‌سرعت‌ترین آن‌ها) نیز می‌توانند به هنگام برخورد مستقیم با گیرنده‌های نوری شبکیه چنین نقش‌هایی را ایجاد کنند. دستهٔ متفاوتی از این نقش‌ها توسط پرتوهای

x ایجاد می‌شوند. به خلاف نورهای مجزایی که فضانوردان می‌بینند، در اینجا ناظر سیل یکنواختی از نور را همراه با آن مشاهده می‌کند. تاکنون کسی گزارش نکرده است که این نقش‌ها را هنگام سفر با هواپیما، حتی در ارتفاعات بلند، دیده‌باشد.

۳. جیرجیرک چگونه جیرجیر می‌کند؟ و خرچنگ‌های دریایی چگونه قرچ‌قرچ می‌کنند؟

پاسخ. جیرجیرک نر با بازکردن بال‌های جلوی خود و بستن بال جلوی سمت راست خود روی بال جلویی سمت چپش، برای جیرجیرک ماده جیرجیر می‌کند. وقتی بال‌ها روی یکدیگر بسته می‌شوند، یک بخش نوک‌تیز سخت در بالای بال سمت چپ روی مجموعه‌ای از برجستگی‌های کوچک در زیر بال سمت راست کشیده می‌شود. بخش نوک‌تیز به برجستگی‌های متوالی برخورد می‌کند و باعث به نوسان درآمدن بیشتر بقیهٔ دو بال می‌شود. سپس این نوسان بال‌ها، تغییراتی را در فشار هوا ایجاد می‌کند که به صورت امواج صوتی از بال منتشر می‌شوند که همان صدای جیرجیرک است. بسامد این صدا به سرعتی بستگی دارد که با آن بخش نوک‌تیز به برجستگی‌ها گیر می‌کند و از آن‌ها رها می‌شود.

اما جفت‌یابی جیرجیرک‌های نر هزینه‌ای هم دربردارد، زیرا این فراخوان موجب جذب حشراتی می‌شود که می‌توانند به طور شنیداری به سمت جیرجیرک حرکت و روی آن تخم‌گذاری کنند. لاروهای انگلی که سرانجام از این تخم‌ها بیرون می‌آیند، به بدن جیرجیرک نقب می‌زنند و آن را می‌کشند.

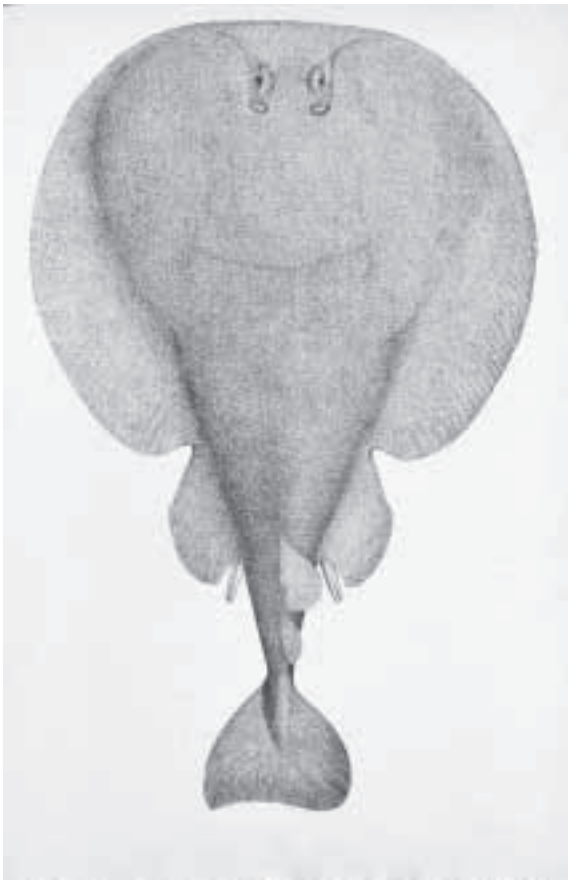
گرچه خرچنگ دریایی خاردار نیز یک قسمت نوک‌تیز (بخشی از یک شاخک) را روی ردیفی دندانه‌ای‌شکل (یک صفحهٔ زبر میکروسکوپی در زیر چشمان خود) می‌کشد، اما شرایط در اینجا کاملاً متفاوت است. زیرا این قسمت نوک‌تیز بافت نرمی دارد و با برخورد به برجستگی‌های ردیف، صدایی تولید نمی‌کند. بلکه، وقتی این قسمت نوک تیز در طول ردیف دندانه‌ای شکل و روی هر یک از برجستگی‌ها کشیده می‌شود، به یک برجستگی می‌چسبد و پیش از آنکه سرانجام به طرف برجستگی دیگر حرکت کند، کش می‌آید. در هنگام جداشدن، قسمت نوک‌تیز و ردیف دندانه‌ای‌شکل به نوسان درمی‌آیند که این صدایی تولید می‌کند که همان صدای قرچ‌قرچ خرچنگ است. این صدا برای رَم‌دادن حیوان شکارچی استفاده می‌شود و حتی می‌تواند در طول پوست انداختن خرچنگ، که در طی آن پوشش محافظ خارجی خرچنگ نرم می‌شود، نیز عمل کند.

٤. چگونه خفاش‌هایی که از شهد گل تغذیه می‌کنند، گل‌ها را می‌یابند؟ گرده‌افشانی بسیاری از گل‌ها به این عمل خفاش‌ها بستگی دارد. نشستن خفاش روی گل و فرو بردن نوکش در شکاف بین گلبرگ‌ها برای رسیدن به شهد گل باعث می‌شود دو گلبرگ دیگر گرده‌ها را روی دُم خفاش بریزند و بدین ترتیب خفاش آن را به گل دیگری می‌برد. خفاش نه فقط باید بتواند محل گل را بیابد، بلکه باید محل شکاف را نیز بیابد. چگونه خفاش با قدرت بینایی ضعیف خود و در تاریکی، همهٔ این کارها را انجام دهد؟ چگونه گل تا زمانی که منبع گرده‌های خود را دوباره پر نکرده است، مانع از نشستن خفاش دیگر می‌شود؟

پاسخ. خفاش فورانی از امواج صوتی را در بسامدهایی بسیار بالاتر از آنچه که شما قادر به شنیدن آن باشید در ناحیه‌ای موسوم به **فراصوت** گسیل می‌دارد. این صدا که احتمالاً از سوراخ‌های بینی خفاش گسیل می‌شود، از اشیایی که در مسیر خفاش قرار دارند، بازمی‌تابند. در واقع، گلبرگ‌های بعضی از گل‌ها به شکل زنگوله‌اند تا بهتر بتوانند پژواک را به خفاش بازگردانند. مثلاً گلبرگ‌های گل *Mucuna holtoni* زنگوله‌ای ایجاد می‌کنند که حتی وقتی خفاش به‌طور مایل به گل نزدیک

می‌شود، شدیداً پژواک را به خفاش بازمی‌گردانند. وقتی گرده‌ای وجـود دارد، گلبرگِ بالای زنگوله بلند می‌شـود. پس از آنکه خفاش با گرده‌ای بر پشتش گل را ترک می‌کند، گلبرگ بالا خم و شـکل زنگوله خراب می‌شود. در نتیجه، خفاش دوم پژواکی قوی را از گل دریافت نخواهد کرد. بعداً در شـب، وقتی منبع گرده‌ها دوباره پر می‌شود، گلبرگ بالا بلند می‌شود، شکل زنگوله را از نو درست می‌کند و بدین ترتیب دوباره پژواکی بلند تولید می‌کند تا خفاشی دیگر بتواند آن را بیابد و روی آن بنشیند.

۵. ماهی‌هایی مثل ماهی‌های عظیم‌الجثهٔ الکتریکی **تورپدو نوبلینیـا**[۲] در اقیانـوس اطلس شـمالی و مارماهـی الکتریکی **الکتروفوروس**[۳] در آمازون می‌توانند جریان کافی برای کشـتن یا بی‌حس‌کردن طعمه و یا حتی بی‌حس کردن یک انسان تولید کنند. (مثلاً **تورپدو** در تپی با ۵۰ آمپر و حدوداً ۶۰ ولت تخلیه می‌شود). در زمان‌های دور، گاهی از ماهی‌های الکتریکی برای مقاصد درمانی اسـتفاده می‌شد، و مثلاً برای درمان یک سردرد مزمـن، پرتویی الکتریکی را مسـتقیماً روی محـل درد اعمال می‌کردند. ویژگی‌های الکتریکی این ماهی‌ها برای شـکارچیان قدیم شناخته شـده بود. آن‌ها سریعاً درمی‌یافتند کدام ماهی را



نباید با دست‌های لخت گرفت و یا با نیزه‌ای رسانا شکار کرد.

انواع بسـیار دیگـری از ماهی‌ها برای یافتـن راه خود در آب‌های تاریک یا کم نور، و یا برای تمیز دادن اجسام، از جمله ماهی‌های دیگر، میـدان الکتریکی تولید می‌کنند. در واقع، این ماهی‌ها می‌توانند میدان الکتریکی خود را به گونه‌ای تغییر دهند که شناسایی شوند. چگونه یک ماهی می‌تواند جریان، پتانسیل الکتریکی، و میدان الکتریکی تولید کند؟

پاسـخ. منشـأ تأثیرات الکتریکی این ماهی‌هـا را می‌توان به سـلول‌هایی موسوم به **الکتروپلاک** منتسـب کرد که شبیه سلول‌های عصبی و ماهیچه‌ای هستند. در حالت طبیعی، غشای یک الکتروپلاک یون‌های پتاسـیم را به خلاف جهت یون‌های سـدیم از خود عبور می‌دهد و در نتیجه تراکم یون‌های سدیم و پتاسـیم در دو طرف غشـای سلول متفاوت است. چون این یون‌ها باردارند، این تفاوت در تراکم یون‌ها، اختلافی در پتانسیل الکتریکی دو طرف غشا ایجاد می‌کند. وقتی مارماهی می‌خواهد تخلیه شود، یک تکانهٔ عصبی غشا را به گونه‌ای تغییر می‌دهد که بتواند یون‌های سدیم را از خود عبور دهد، و در نتیجه اختلاف پتانسـیل الکتریکی دو طرف غشا ناگهان تغییر می‌کند و ذرات باردار در غشـا جریان می‌یابند. تغییر، هم در اختلاف پتانسیل و هم در مقدار جریان، کوچک اسـت. ولی ممکن است ماهی چندین هزار الکتروپلاک داشـته باشد که به صورت متوالی به یکدیگر بسـته شده‌اند تا پتانسـیل کل و جریان کل را افزایش دهند.

جریان کل باید از یک انتهای ماهی (سر یا دُم) خارج شود و در آب (و بنابراین احتمالاً در طعمه) به حرکت درآید و سپس مجدداً از انتهای دیگر ماهی به درون آن بازگردد. ولی، اگر ماهی فقط یک ردیفِ متوالی از الکتروپلاک‌ها را می‌داشـت، جریان کل عبوری از ماهی، خودِ ماهی را بی‌حس می‌کرد یا می‌کشت. بـرای اجتنـاب از چنین امری، ماهی صدهـا آرایش متوالی از الکتروپلاک‌ها دارد که به صورت موازی به یکدیگر بسته شده‌اند تا جریان کل به صورت مساوی در بین این جریان‌های موازی تقسیم شود.

بنابرایـن، جریـان در امتـداد هر یک از مسـیرهای درون ماهـی برای صدمه‌زدن به خودِ ماهی کافی نیسـت. ماهی‌های الکتریکی‌ای که در آب شـور زندگی می‌کنند، با آن‌هایی که در آب شیرین زندگی می‌کنند، متفاوت‌اند، زیرا آب شور مقاومت بسیار کم‌تری در برابر جریان ایجاد می‌کند. بنابراین، مارماهی‌های آب شـور در هر آرایش متوالی به الکتروپلاک‌های کمتری نیاز دارند تا به آب اطراف خود جریانی کافی برای بی‌حس کردن یا کشتن طعمه بدهند.

ماهی‌های الکتریکی ضعیف سعی نمی‌کنند تپ جریانی را

در آب اطراف خود روانه کنند، بلکه الکتروپلاک‌های آن‌ها صرفاً یک میدان الکتریکی ضعیف را در آب به عنوان جست‌وجوگر تولید می‌کنند. چون آن‌ها نسبت به شدت این میدان بسیار حساس هستند، می‌توانند زمان ورود اجسام دیگر به میدان را، که موجب تغییر آن می‌شود، تشخیص دهند. افزون بر این، آن‌ها می‌توانند برای ارتباط برقرار کردن با ماهی‌هایی از انواع دیگر، مشخصات این میدان را تغییر دهند.

۶. تیم‌های جراحی کارهای زیادی می‌کنند تا مبادا دچار عفونت‌های میکروبی شوند. ماسک بر دهان می‌گذارند، دست‌های خود را به دقت می‌شویند و دستکش به دست می‌کنند، وسایل جراحی را در دمای بالا و ظرف‌های الکل ضدّعفونی می‌کنند. با این حال، اخیراً در اتاق‌های جراحی به منبع کوچکی از میکروب‌ها پی برده‌اند که سال‌ها از چشم‌ها پنهان مانده بود. در اینجا به نمونه‌ای می‌پردازیم: در عمل آندوسکوپی، جراح یک دستگاه تار نوری را با مهارت در یک شکاف، گلو، یا رودهٔ بزرگ وارد می‌کند. این دستگاه تصویری از داخل بدن را به یک صفحهٔ نمایشگر ویدئویی می‌فرستد. جراح می‌تواند دستگاه تار نوری را پیش ببرد و یا وسایل جراحی متصل به آن را به‌کار گیرد. مثلاً می‌تواند یک پولیپ را به دام اندازد و از بین ببرد. یک مزیت استفاده از دستگاه تار نوری آن است که جراح سرپرست می‌تواند با نشان دادن محل‌های مورد نظر روی صفحهٔ نمایشگر، که در آنجا می‌توان فرایند عمل را به سادگی مشاهده کرد، جراحی را هماهنگ سازد.

در جایی از این عمل، یک چشمهٔ آلودگی میکروبی کمین کرده است. آیا می‌توانید آن را بیابید؟

پاسخ. برای ایجاد یک تصویر روی صفحهٔ نمایشگر، به‌خصوص در نمایشگرهای قدیمی، الکترون‌هایی از پشت نمایشگر به سمت صفحه پرتاب می‌شوند. برای جذب این الکترون‌ها، صفحهٔ نمایشگر باردار مثبت شده است. این صفحهٔ باردار، همچنین ذرات معلق در هوا، از قبیل ضایعات پنبه، گرد و غبار، و سلول‌های پوست را که در فضای اتاق جراحی شناورند، به خود جذب می‌کند. اگر ذرهٔ معلق در مواد باردار منفی باشد، به روی سطح خارجی صفحهٔ نمایشگر کشیده می‌شود. ولی اگر ذره از لحاظ الکتریکی خنثی باشد، برخی از الکترون‌های آن می‌توانند به آن سمتی کشیده شوند که در نزدیک‌ترین فاصله با صفحه قرار دارد، و بدین ترتیب در ذره بار القا می‌شود. یعنی یک سمت آن منفی، و سمت دیگر آن مثبت می‌شود. سمت منفی به طرف صفحهٔ نمایشگر که باردار مثبت است کشیده می‌شود، در حالی‌که سمت مثبت از صفحه دور می‌شود. چون سمت منفی به صفحهٔ نمایشگر نزدیک‌تر است، در این جنگ کش و واکش، کشش به سمت صفحه برنده می‌شود.

چون بسیاری از ذراتی که در سطح خارجی صفحهٔ نمایشگر جمع شده‌اند حامل میکروب‌اند، صفحه آلوده به میکروب می‌گردد. حال فرض کنید انگشت دست جراحی که دستکش به دست دارد برای اشاره به بخش خاصی از تصویر، مثلاً برای توضیح نکتهٔ جراحی مهمی به سایر اعضای تیم جراحی، به چند سانتی‌متری صفحهٔ نمایشگر برسد. صفحهٔ نمایشگر که باردار مثبت است الکترون‌ها را از داخل انگشت به سمت نوک آن می‌کشد. آن‌گاه نوک انگشت که باردار منفی شده است موجب تجمع ذرات معلق در هوا یا روی صفحهٔ نمایشگر بر روی نوک انگشت دستکش می‌شود. پس، وقتی جراح با دستکش آلوده به بیمار دست می‌زند، میکروب‌ها روی بیمار یا (حتی بدتر) در داخل بدن بیمار وارد می‌شوند. امروز برای اجتناب از این خطر، جراحان آگاه شده‌اند که نباید انگشتان خود را به صفحهٔ نمایشگر نزدیک کنند.

۷. مارهای زنگی به علت زهر بسیار سمی‌شان خطری برای انسان‌ها به‌شمار می‌روند. این مارها معمولاً به هنگام دیده‌شدن در محل‌های مسکونی کشته می‌شوند. با این وجود، مرگ مار زنگی خطرش را سریعاً کاهش نمی‌دهد. در واقع، خیلی از مردم مرتکب خطای نزدیک شدن به یک مار مرده برای برداشتن آن شده‌اند. گرچه ممکن است ۳۰ دقیقه از مرگ مار گذشته باشد اما هنوز هم مار می‌تواند با وارد کردن نیش‌هایش به دستی که

به آن نزدیک می‌شـود و وارد نمودن زهرش، به انسـان صدمه بزند. چگونه مار زنگی مرده می‌تواند به دستی که به آن نزدیک می‌شود حمله ببرد؟

پاسخ. حفره‌های بین هر چشم و سوراخ بینی یک مار زنگی به عنوان یک حسـگر تابش گرمایی عمل می‌کنند. وقتی، مثلاً، موشـی در نزدیکی سـر یک مار زنگی حرکت می‌کند، تابش گرمایی ناشـی از موش این حسگرها را فعال می‌کند و باعث یک عمل واکنشـی می‌شـود که در آن مار با نیش‌های خود به موش حمله می‌برد و زهر خود را در آن وارد می‌سازد. بنابراین یک مار زنگی می‌تواند موش را، حتی در یک شب کاملاً تاریک شناسایی کند و بکشد، زیرا این عمل به نور مرئی نیازی ندارد.

حتی اگر مدتی از مرگ یک مار زنگی گذشته باشد، تابش گرمایی ناشی از دسـتی که به مار نزدیک می‌شود نیز می‌تواند موجب عمل واکنشـی مشابهی شـود، زیرا دستگاه عصبی مار همچنان به کار خود ادامه می‌دهد. توصیه‌ی معمول آن است که اگر واقعاً مجبورید ماری را که تازه کشته شده است بردارید، به جای دست از یک چوب بلند استفاده کنید.

۸. یک درخت اگر توسـط بادهای تندری یا تندبادها خم شود ممکن است شکسته شـده یا از ریشه کنده شود. چگونه ممکن اسـت در بادهای به مراتب ضعیف‌تر، خطر حتی بیشتر باشد؟

پاسـخ. هر درخت با چیزی که **بسـامد طبیعی** آن نامیده می‌شود به این‌سو و آن‌سو می‌جنبد و در حالی که پایین درخت در جای خود ثابت شده است، بالای درخت بیشترین نوسان را دارد و نقاط میانی درخت با مقادیری بین این دو، نوسان می‌کند. مقدار بسامد طبیعی به طول درخت، استحکام درخت (قابلیت خم‌شدن آن)، و نیروی مقاومت هوای وارد بر شاخ و برگ‌های آن بستگی دارد. گرچه یک تندباد می‌تواند درخت را به نوسان درآورد، ولی این حرکت سریعاً از بین می‌رود و بعید است که بتواند درخت را چنان خم کند تا از ریشه کنده شود. خطر اصلی ناشـی از وضعیتی است که رشته بادهایی با بسامدی نزدیک به بسـامد طبیعی درخت به آن بوزند، که به این وضعیت **تشدید** می‌گوییم. آنگاه شرایط مثل حالتی است که شما با سرعت نسبتاً کمی بچه‌ای را تاب می‌دهید. اگر شما با همان بسامد طبیعیِ تاب بچه را هل دهید، میزان تاب خوردن به‌تدریج زیاد می‌شود. در مسئلهٔ باد و درخت هم تاب خوردن درخت می‌تواند به همین صورت ایجاد شود.

البته تندبادها با سـرعت ثابتی رخ نمی‌دهند، اما اگر بسامد میانگین‌شان نزدیک بسامد تشدید درخت باشد، جنبیدن درخت می‌تواند برای شکسته‌شـدن یا از ریشه درآوردن درخت کافی باشـد. ولی اگر درخت با درختان دیگری احاطه شده باشد، نه تنها تا حدودی از تندباد مصون می‌ماند بلکه انرژی حرکتش نیز بر اثر مالش با بقیهٔ درختان به تدریج تلف می‌شود. هر درخت، چه در احاطهٔ درختان دیگر باشد و چه نباشد، به خاطر نیروی مقاومت هوای وارد بر شـاخ و برگ‌هایش و کشـیده و فشرده شدن ساقه‌اش نیز انرژی از دست می‌دهد.

۹. در تنفس با لولهٔ زیرآبی[۴]، یک شناگر توسط لوله‌ای که تا بالای سطح آب ادامه دارد تنفس می‌کند. چرا طول لوله حداکثر حدود ۲۰ سانتی‌متر است؟ یعنی، به جز دشوار شدن گردش هوا در لوله‌های بلندتر چه خطر حادّی در اسـتفاده از آن‌ها وجود دارد؟

فیل‌ها نیز می‌توانند با اسـتفاده از خرطوم خود در زیر آب تنفـس کنند. چگونه فیل می‌تواند با تنفس در عمق ۲ متری در زیر آب، جان سالم به‌در برد؟

پاسخ. چون فشار آب وارد بر یک غواص با عمق افزایش می‌یابد، فشار خون نیز افزایش می‌یابد. اگر غواص با نگه‌داشتن نفس خود شنا کند، فشار درون شش‌ها نیز افزایش می‌یابد. تطبیق فشارخون و فشار هوای شش‌ها، انتقال مدام اکسیژن به خون و دفع کربن دی‌اکسید از خون را ممکن می‌سازد. ولی اگر غواص شروع به تنفس از طریق یک لوله بکنند، فشار هوای شش‌ها تا حد فشار جو کاهش می‌یابد. اگر غواص خیلی پایین‌تر از سطح

آب نباشد این کاهش فشار کم خواهد بود، اما در اعماق بیشتر، عدم تطابق بین فشـــار خون و فشار هوای شش‌ها باعث ایجاد شرایطی موسوم به **فشرده‌شدن شش‌ها** می‌گردد که ممکن است کشنده باشد. در آن صورت رگ‌های خونی کوچک‌تر در سطح شش پاره می‌شوند و خون به درون شش‌ها نفوذ می‌کند.

ظاهراً یک فیل بالغ با هر بار شنا در زیر آب دچار وضعیت فشرده‌شـــدن شش‌ها می‌شود و چون شش‌های آن حدود ۲ متر در زیر آب قرار دارند، این به آن معناست که تفاوت فشار بین فشار خون و فشار هوای شش‌های آن زیاد است. اما شش‌های فیل به شـــکل ویژه‌ای محافظت می‌شوند. **پردهٔ جنب**[5]، غشایی است که شش‌های هر پستانداری را دربرگرفته است. برخلاف سایر پستانداران، پردهٔ جنب فیل از بافت‌های درهم تنیده‌ای پر شـــده است که رگ‌های خونی کوچک را در دیوار شش‌ها نگه داشته و محافظت می‌کنند. در نتیجه، رگ‌ها در حین تنفس فیل در زیر آب، پاره نمی‌شوند.

۱۰. یکی از مســـحورکننده‌ترین لبخندهای جهان لبخندی است که در نقاشی **مونالیزا**[6] اثر **لئوناردو داوینچی** دیده می‌شود. چه چیزی در این لبخند اســـت که آن را چنین مســـحورکننده می‌سازد؟

پاســـخ. گرچه دید شما ممکن اســـت ثابت باشد، اما دائماً توسط یک **نوفهٔ کاتوره‌ای**[7] ـ یعنی، افت و خیزهایی در سیگنال و پردازش حاصل از شـــبکیه تا رسیدن به سطح خودآگاهی در مغـــز ـ تغییر می‌کند. گیرنده‌های نـــوری و نورون‌ها، به هنگام برانگیخته‌شـــدن یا به‌طور همزمان شـــلیک می‌کنند و یا موفق به شـــلیک کردن نمی‌شـــوند، جذب نور در گیرنده‌های نوری افت‌وخیز می‌کند و خطوط و شـــکل‌ها به غلط تعبیر می‌شوند و یا بین چند تعبیر نوســـان می‌کنند. این نوســـان‌ها و تغییرات دیگر، گوشه‌های لبخند مونالیزا را با ظرافت پنهانی تغییر می‌دهند و آن‌هـــا را به‌طور نامنظم بالا یا پاییـــن می‌برند و بدین ترتیب خُلق ظاهری مونالیزا را تغییر می‌دهند. شما از این تغییرات آگاه نیستند، ولی شیفتهٔ این لبخند مرموز می‌شوید.

۱۱. چه چیزی صدای خُرخُرگربه و غریدن شیر را تعیین می‌کند؟

پاســـخ. برخی پژوهشـــگران معتقدند توانایی خُرخُرکردن گربه و غریدن شیر را وضعیت استخوان لامی[8] تعیین می‌کند که ساختاری در ته زبان و متصل به حنجره است اگر این استخوان سخت باشد، خُرخُرکردن می‌تواند رخ دهد. اما اگر این استخوان کاملاً صاف نباشد، غریدن صورت می‌گیرد. شاید این بدان معنا باشـــد که جانورانی، مانند شـــیر، که لامی انعطاف‌پذیرتر دارند می‌تواننـــد حنجرهٔ خود را به پایین گلـــو حرکت دهند تا طول مجرای صوتی را به میـــزان قابل ملاحظه‌ای افزایش دهند. این افزایش طول، بسامد صدای شیر را پایین می‌آورد. حنجرهٔ شیر نیز با حنجرهٔ بیشتر حیوانات دیگر فرق دارد، زیرا تارهای صوتی‌اش ضخیم‌اند و شـــامل بافت‌های کشسانی هستند که می‌توانند در بسامدهای پایین، با دامنه‌های نسبتاً بزرگ نوسان کنند.

۱۲. چرا ستیغ روی جمجمهٔ دایناسور **پاراسا آئورولوفوس**[9] یک مجرای دماغی به شکل لوله‌ای بلند و خمیده داشت که از هر دو طرف باز بود؟

پاســـخ. شاید این دایناسور از این مجرا برای تولید صدایی اســـتفاده می‌کرد که در پایین‌ترین بسامد (بسامد پایه) در مجرا تشـــدید ایجاد کند، کاری بسیار شبیه به صحبت‌کردن ما که از طریق تشدید در حفرهٔ گلو ـ دهان ـ بینی صورت می‌گیرد. گمان می‌رود جمجمه‌های فسیلی که مجراهای دماغی کوتاه‌تری دارند متعلق به پاراسا آئورولوفوس‌های ماده باشد که در بسامد بالاتری صدا تولید می‌کردند.

پی‌نوشت

1. Johann Wolfgang von Goethe
2. Torpedo nobiliana
3. Electrophorus
4. snorkeling
5. pleura
6. Mona Lisa
7. random noise
8. pallet
9. Parasaurolophus

منبع

The Flying Circuis of Physics, Jearl Walker, John Wiley & Sons, Second Edition, 2007.

اثر ضد افسردگی عصارهٔ گل بهارنارنج (*Citrus aurantium L.*) گونهٔ گیاهی جنوب ایران و تداخل آن با آنتاگونیست سروتونین در موش کوچک آزمایشگاهی نر با استفاده از آزمون شنای اجباری

رضی سنجابی، فاطمه[۱]؛ دکتر خسروی[۲]، مریم؛ دکتر هادی‌پور، مهسا[۳]

کلیدواژه‌ها: گیرندهٔ HT۳-۵، اندانسترون، عصارهٔ گل بهارنارنج، افسردگی، آزمون شنای اجباری.

هدف: با توجه به نقش سروتونین (۵- هیدروکسی تریپتامین) به‌عنوان میانجی شیمیایی در بروز علائم افسردگی اثر اندانسترون (آنتاگونیست سروتونین) و عصارهٔ بهارنارنج جنوب ایران در آزمون شنای اجباری به‌عنوان مدل افسردگی در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه سعی بر آن شد که اثرهای دوزهای مختلف اندانسترون و هم‌چنین اثرهای عصارهٔ هیدروالکلی گیاه بهارنارنج به‌عنوان جانشین احتمالی آگونیست سروتونین بررسی شود.

روش: این مطالعه از نوع تجربی بود و در آن از آزمون شنای اجباری استفاده شد. یعنی مدت زمان بی‌حرکتی به‌عنوان ملاک افسردگی در نظر گرفته شد. اثر داروهای اندانسترون با دوزهای (µg/Kg ۰/۰۰۵، ۰/۰۲، ۰/۰۱) به‌صورت مجزا و هم‌چنین به‌صورت ترکیبی در آزمون شنای اجباری سنجیده شد و اثر عصارهٔ هیدروالکلی گل بهارنارنج جنوب نیز به‌طور جداگانه و سپس اثر ترکیبی عصارهٔ بهارنارنج جنوب و اندانسترون در آزمون شنای اجباری سنجیده شد.

یافته‌ها: مصرف خوراکی (گاواژ) عصارهٔ هیدروالکلی گیاه بهارنارنج جنوب در غلظت تجویز شده به مدت دو هفته زمان بی‌حرکتی را در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) کاهش داده است. تجویز خوراکی اندانسترون با دوز ۰/۰۱µg/kg به‌تنهایی زمان بی‌حرکتی را پس از دو هفته کاهش داده است درحالی‌که تجویز خوراکی اندانسترون ۰/۰۲µg/kg تأثیری بر زمان بی‌حرکتی موش‌ها نداشته است و هم‌چنین مصرف خوراکی اندانسترون ۰/۰۰۵µg/kg به‌صورت ترکیب با عصارهٔ گل بهارنارنج جنوب به‌طور معنی‌داری زمان بی‌حرکتی را در موش‌ها کاهش داده است.

بحث و نتیجه‌گیری: از نتایج به‌دست آمده از آزمون‌های اولیه می‌توان چنین استنباط کرد که تأثیر عصارهٔ هیدروالکلی گیاه بهارنارنج گونهٔ جنوب به‌عنوان ضد افسردگی احتمالاً ممکن است از طریق سیستم سروتونرژیک باشد. با مشاهدهٔ آزمون‌های شنای اجباری هنگام استفاده از اندانسترون در غلظت‌های متفاوت که سبب ایجاد نتایج متفاوتی در کاهش زمان بی‌حرکتی شد، می‌توان به اثرهای آنتاگونیستی شیمیایی اندانسترون (با دوز زیاد) پی‌برد و اثرهای آگونیستی نسبی برای عصارهٔ گل بهارنارنج جنوب و اندانسترون روی گیرندهٔ HT۳-۵ قائل شد. به‌طوری که با مصرف خوراکی اندانسترون با دوز کم و عصارهٔ گل بهارنارنج جنوب کاهش زمان بی‌حرکتی معنی‌داری پس از چهارده روز مشاهده شد.

پی‌نوشت

۱. رضی سنجابی، فاطمه: کارشناس ارشد فیزیولوژی جانوری.
۲. خسروی، دکتر مریم: عضو هیئت علمی گروه زیست‌شناسی دانشکدهٔ علوم پایهٔ دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
۳. هادی‌پور، دکتر مهسا: رییس دانشکدهٔ گروه فارماکولوژی دانشکدهٔ علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

جلوگیری از تکامل عامل ملاریا

ترجمه: ناهید احمدپناه
دبیر زیست‌شناسی بندر گز

کلیدواژه‌ها: ملاریا، پاتوژن، پلاسمودیوم.

مالاریا در سال بیش از ۲۵۰ میلیون نفر را مبتلا می‌کند. از این تعداد بیش از یک میلیون نفر که اکثراً کودک‌اند، جان خود را از دست می‌دهند. مالاریا بیماری صعب‌العلاجی است که دانشمندان امیدوارند به‌زودی به آن خاتمه دهند. سویه‌هایی از مالاریا که نسبت‌به عمده‌ترین داروی مؤثر، یعنی آرتمیسینین[1] مقاومت پیدا کرده‌اند، در منطقهٔ غرب کامبوج کشف شده‌اند که می‌توانند در بقیهٔ نقاط نیز گسترش یابند. شناخت عوامل محیطی که در جهت تکامل این عامل بیماری‌زا همکاری می‌کند، گامی است برای کمک به دانشمندان، پزشکان و دولتمردان برای مبارزه با مالاریا در اتخاذ استراتژی‌های مؤثر برای کنترل سویه‌های مقاوم مالاریا.

ریشهٔ تکامل کجاست

مقاومت در اساس پدیده‌ای تکاملی است: همهٔ جمعیت‌ها، ازجمله جمعیت‌های پاتوژن دارای تنوع ژنتیک‌اند. در برخی افراد بعضی از جهش‌های اختصاصی بهتر از دیگران عمل کنند. هنگامی که جمعیت، تحت فشار قرار می‌گیرد، این افراد جهش‌یافته باقی می‌مانند، تولید مثل بیشتر می‌کنند و فراوانی این ویژگی‌های مفید، در جمعیت بیشتر می‌شود. این اساس انتخاب طبیعی است. همان‌طور که منقار پرنده با اندازهٔ دانه تطابق می‌یابد، جمعیت پاتوژنی که به دارو مقاوم‌تر است، ماندگارتر است. دانشمندان براساس شواهدی می‌گویند آن‌چه در غرب کامبوج اتفاق افتاده، نگران‌کننده است؛ چون اولاً داروی آرتمیسینین بهترین داروی ضد مالاریاست که در دسترس داریم، زیرا پلاسمودیم فالسیپاروم[2] نسبت‌به اکثر داروها مانند کلروکوین[3] مقاوم شده است. دوم، به نظر می‌رسد سویهٔ کامبوجی در این مورد (مقاومت به داروها) پیشروست. سویه‌های مالاریای مقاوم به دارو بارها قبل از شیوع در نقاط دیگر، ابتدا در کامبوج مشاهده شده‌اند؛ یعنی اگر سویه‌های مقاوم به آرتمیسینین در کامبوج دیده شوند، ممکن است به دیگر نقاط پراکنده شود و در این صورت با مالاریایی

دفتر انتشارات کمک آموزشی

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های رشد توسط دفتر انتشارات کمک‌آموزشی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شوند:

مجله‌های دانش‌آموزی

(به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند) :

- رشد کودک (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایه‌ی اول دوره‌ی دبستان)
- رشد نوآموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره‌ی دبستان)
- رشد دانش‌آموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم و پنجم دوره‌ی دبستان)
- رشد نوجوان (برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی)
- رشد جوانه (برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه‌وپیش‌دانشگاهی)

مجله‌های بزرگسال عمومی

(به صورت ماهنامه و ۸ 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 اختصاصی

(به صورت فصلنامه و ۴ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

◆ رشد برهان راهنمایی (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی) ◆ رشد برهان متوسطه (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه) ◆ رشد آموزش قرآن ◆ رشد آموزش معارف اسلامی ◆ رشد آموزش زبان و ادب فارسی ◆ رشد آموزش هنر ◆ رشد مشاور مدرسه ◆ رشد آموزش تربیت‌بدنی ◆ 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 فنی‌وحرفه‌ای ◆ رشد آموزش پیش دبستانی

مجله‌های رشد عمومی و اختصاصی برای آموزگاران، معلمان، مدیران و کارکنان اجرایی مدارس، دانش‌جویان مراکز تربیت‌معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شوند.

◆ **نشانی:** تهران، خیابان ایرانشهر شمالی،ساختمان شماره‌ی۴ آموزش‌وپرورش ، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات کمک‌آموزشی.

◆ **تلفن و نمابر:** ۸۸۳۰۱۴۷۸ ـ ۰۲۱

مرگ‌خیز، مانند بمب موشکی روبه‌رو خواهیم شد.

اما چه عاملی در کامبوج وجود دارد که بستر مناسب برای ایـــن تکامل مقاومت به دارو را فراهم می‌کند؟ برای فهم این موضـــوع ابتدا باید علت‌های تکاملی و درمان به روش درمـــان ترکیبی را بشناســـیم. درمان به روش درمان ترکیبی[4] یکی از روش‌هایی اســـت که پزشکان و محققان پزشـــکی برای جلوگیـــری از تکامـــل پاتوژن‌ها طراحی می‌کنند. اگر شـــما در درمان یک نفـــر در مقابل یک نوع پاتوژن فقط از یک نوع دارو استفاده کنید، این واهمه وجود دارد که تغییرات اختصاصی در جمعیت پاتوژن به سمت جهشی پیش برود که مقاومت به دارو ایجاد شود و فرصت رشد سویه‌های جدید مقاوم به دارو پیش آید. یعنی گرچه داروی B به‌تنهایی برای درمان آن عفونت مناســـب است، اما اگر هم‌زمان از داروی A نیز استفاده شود، که این روش به‌عنوان درمان ترکیبی شناخته می‌شود، ایجاد مقاومت بر علیه هر دو داروی A و B غیر محتمل است.

جمعیت پاتوژن با کشتن یا توقف رشد همهٔ پاتوژن‌های اختصاصی با روش ترکیب دارویی، هیچ شانسی برای تغییر جمعیت و ایجاد سویهٔ جدید نمی‌یابد.

مسائل اجتماعی در غرب کامبوج اجرای برنامهٔ درمان ترکیبی برای مردم را مشکل ساخته است. اکثر مردم فقط آرتمیسینین را که سریعاً علائم بیماری را بهبود می‌بخشد، بدون داروهای همراه در کاهش ســـردرد، سیروز و غیره، از فروشـــندگان محلـــی خریداری می‌کنند. بازار ســـیاه و داروهای غیر استاندارد و زیردوز با فاکتورهایی که امکان تکامل سویه‌های مقاوم به دارو را می‌دهد، نیز وجود دارد. عجیب نیست که سویه‌های مقاوم مالاریا قبل از آن‌که در دیگر نقاط دیده شود، همواره اولین‌بار در کامبوج مشاهده می‌شوند. مهاجرت برای کار در معادن سنگ به گسترش انواع مقاوم کمک می‌کند.

پی‌نوشت

1. Artemisinin
2. Plasmodium falciparum
3. Chloroquine
4. Combination therapy

برگ اشتراک مجله‌های رشد

شرایط:

۱. پرداخت مبلغ ۷۰/۰۰۰ ریال به ازای یک دوره یک ساله مجله‌ی درخواستی، به صورت علی‌الحساب به حساب شماره‌ی ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه ی سه راه آزمایش (سرخه‌حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست.

۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شده‌ی اشتراک باپست‌سفارشی. (کپی‌فیش‌رانزدخودنگه دارید.)

◆ **نام مجله های‌درخواستی:**

.....

.....

.....

◆ **نام و نام‌خانوادگی:** .....

◆ **تاریخ تولد:** .....

◆ **میزان تحصیلات:** .....

◆ **تلفن:** .....

◆ **نشانی کامل پستی:**

استان: ..... **شهرستان:** .....

خیابان: .....

پلاک: ..... **شماره‌ی پستی:** .....

◆ در صورتی که قبلاً مشترک مجله بوده‌اید، شماره‌ی اشتراک خود را بنویسید:

کداشتراک: .....

امضا:

- **صنـدوق پستی مرکزبررسی‌آثار:** ۱۵۸۷۵/۶۵۶۷
- **صنـدوق پستی امورمشترکین:** ۱۶۵۹۵/۱۱۱
- **نشانی اینترنتی:** www.roshdmag.ir
- **امور مشترکین:** ۷۷۳۳۶۶۵۶ـ۷۷۳۳۵۱۱۰ـ۰۲۱
- **پیام‌گیر مجله های رشد:** ۸۸۳۰۱۴۸۲ـ۰۲۱

یادآوری:

◆ هزینه‌ی برگشت مجله در صورت خوانا و کامل نبودن نشانی و عدم حضور گیرنده، برعهده‌ی مشترک است.

◆ مبنای شروع اشتراک مجله از زمان دریافت برگ اشتراک خواهد بود.

کاهش اعتماد خواننده

... در صفحهٔ ٦ شـــمارهٔ ٨٠ مطلبی تحت عنوان طرح درس اعتیاد و موادمخدر چاپ شـــده است. ضمن تشکر از شما لازم است به این مطلب اشاره کنم که ذکر موارد اغراق‌آمیز و نادرست در نوشـــته‌های علمی یـــا مقالاتی که به آمـــوزش علم مربوط می‌شـــوند، موجب کاهش اعتماد خواننده می‌شود. مثلاً مؤلف محترم این نوشـــته در قسمت خطرات جسمی نوشته‌اند که از خطرات **جسمی** اعتیاد عفونت مغز است...

طیبه محمدی

کاریکاتورهای دانش‌آموز ساخته

... به منظور ایجاد شـــوق و هیجان از دانش‌آموزان فرزانگان ناحیهٔ ۲ شـــهرکرد خواســـتم کاریکاتورهایی در زمینهٔ دستگاه گردش خون طراحی کنند. به قدری اســـتقبال کردند و مطالب دســـتگاه گردش خون را به اندازه‌ای خوب یاد گرفتند که لازم دیدم از طریق مجلهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی دبیران دیگر را نیز از این تجربه باخبر کنم. این‌ها فقط چند کاریکاتور انتخابی است که تقدیم می‌شوند...

گیتی بلالی دهکردی

یادداشت سردبیر

ضمن سپاس‌گزاری، چند کاریکاتور از این دانش‌آموزان را تقدیم می‌کنیم:

پرسش‌های المپیادی

... ضمن تشکر از شما برای این‌که سؤالات المپیاد را چاپ می‌کنید، درخواست داریم که در صورت امکان نمونه سؤال‌های دیگری هم در آن حوزه منتشـــر فرمایید. باور کنید خیلی مورد استفاده‌اند...

یوسف احمدزاده

یادداشت سردبیر

درخواست شـــما در همین شماره اجابت شـــد. سپاس از ارسال نظرتان.

پاسخ به یک پرسش

اگر سرعت شیرهٔ خام در عناصر آوندی بیش‌تر از تراکئیدهاست، چرا همهٔ سلول‌های هدایت‌کنندهٔ شیرهٔ خام در نهان‌دانگان از نوع عنصر آوندی نیست؟

می‌دانیم که سلول‌های هدایت‌کنندهٔ شیرهٔ خام در بازدانگان از نوع تراکئید است، درحالی‌که نهان‌دانگان عنصر آوندی هم دارند. وجود عناصر آوندی در نهان‌دانگان، علاوه بر مزایا، خطراتی هم دارد. تراکئیدها، سلول‌های باریک و درازی هستند، درحالی‌که عناصر آوندی سلول‌های پهن و کوتاه‌اند. جریان مایع در تراکئیدها و عناصر آوندی که در واقع نوعی لوله‌های استوانه‌ای هستند، متناسب با مربع شعاع آن‌هاست. جریان آب در عناصر آوندی با قطر ۸۰ میکرومتر، ۴/۰۹۶ برابر سریع‌تر از حرکت آب در تراکئیدی با قطر ۱۰ میکرومتر است. قطر زیاد عناصر آوندی که چنین سرعتی را برای ترابری آب در نهان‌دانگان امکان‌پذیر می‌سازد، خطراتی نیز برای این گیاهان دارد.

ستون‌های بزرگ‌تر آب در عناصر آوندی، مقاومت کششی کمتری در مقایسه با ستون‌های باریک تراکئیدها دارندو به این ترتیب احتمال شکسته‌شدن آن‌ها در زمان تنش یخ‌زدگی و یا خم‌شدن بر اثر باد بیشتر است. با شکسته‌شدن ستون آب، حباب هوا تشکیل می‌شود که جریان آب را متوقف می‌کند. موییینگی حباب هوا را به‌صورت یک کره درمی‌آورد، به‌طوری که این کره نتواند از طریق لان‌های عنصر آوندی به عنصر آوندی مجاور برود. از آن‌جایی که عناصر آوندی در نهان‌دانگان یک لولهٔ پیوسته را تشکیل می‌دهند، وجود حباب هوا، جریان آب را در آوند به‌طور کامل متوقف می‌کند، درحالی‌که تشکیل حباب هوا در تراکئید، فقط جریان آب در همان تراکئید را متوقف می‌کند.

وقتی حباب‌های هوا در عناصر آوندی تشکیل می‌شوند، جریان آب به عناصر آوندی کوچک‌تر و تراکئیدها منتقل می‌شود. بنابراین تراکئیدها، سیستم پشتیبان در نهان‌دانگان چوبی است. وجود تراکئیدها در نهان‌دانگان این اطمینان را ایجاد می‌کند که در زمان تشکیل حباب هوا در عناصر آوندی، جریان آب در گیاه متوقف نشود.

تشکیل حباب هوا در عناصر آوندی، پدیده‌ای رایج در بسیاری از نهان‌دانگان است. مثلاً جریان آب در پایان فصل رشد، بر اثر تشکیل حباب هوا در همهٔ عناصر آوندی بلوط و درخت زبان گنجشک متوقف می‌شود. در این وضعیت، آب تا بهار بعدی یعنی زمانی که کامبیوم آوندی دسته‌های جدیدی از عناصر آوندی را تولید کند، در تراکئیدها جریان می‌یابد.

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

Ministry of Education
Organization for Educational Research and Planning

Bureau for Educational Complementary Publications

Roshd Biological Education Vol.24.No.4-
Summer 2011-issn 1606-9153

P.O.Box 15875-6585
www.roshdmag.ir
zistshenasi@roshdmag.ir
mohamma@karamudini.com

Managing Editor: Mohammad Naseri
Editor-In-Chief: Mohammad Karamudini
Executive Director: Elahe Alavi
Art Director: Fariba Bandi
Editorial Board : Dr. Abbas Akhavan-Sepahi, Ali Al- e- Mohammad, Dr. Alireza Sari, Nezam Jalilian, Elaheh Alavi, Dr. Shahriar Gharibzadeh & Dr. Hossein Lari-Yazdi