



رشد

آموزش زیست شناسی ۹۲

فصلنامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی ■ دوره بیست و هفتم ■ شماره ۱ ■ پاییز ۱۳۹۲



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

- ۲ **سرمقاله/ گر نروم نیستم/سردبیر**
- ۴ **مزهایی نو/ زیست شناسی نوین و مسائل نوین اجتماعی/ محمد کرام الدینی**
- ۱۶ **کتابخانه/ انتقال پروتئین ها از سیتوزول به میتوکندری/ نظام جلیلیان**
- ۲۱ **کتابخانه/ دیواره اسکلتنی و چگونگی سازمان یافتگی آن در گیاهان/ فریبا رضائی ویشکی**
- ۲۴ **هیئت زیست ایران/ لاک پشت های دریایی ایران/ الهام آبتین، اصغر مبارکی**
- ۳۰ **گفت و گو/ این مرد می خواهد مغز بسازد/ محمدرضا خوش بین خوش نظر**
- ۳۴ **کتابخانه و فواید/ گیاهانی که کاغذ می شوند!/ الهه علوی**
- ۳۵ **کتابخانه/ جمعیت میکروبی سطح پوست/ پرپسا یارمحمدی سامانی**
- ۳۸ **کتابخانه/ تأثیر اشیای یادگیری بر یادگیری زیست شناسی/ ملیحه ناصری**
- ۴۳ **دیدگاه/ کتاب های کمک درسی و آموزش مفهومی زیست شناسی/ غلامرضا مقدسی**
- ۴۴ **پژوهش های دانش آموزی/ استخراج آنتوسیانین از گیاهان**
- ۴۶ **هیئت زیست ایران/ سنجاب بلوچی/ نورمحمد براهویی مقدم**
- ۴۸ **پژوهش های دانش آموزی/ اثر الکتريسته بر رشد گیاه لوبیا**
- ۵۱ **کتابخانه/ آموزش زیست شناسی با رویکرد نقشه مفهومی/ پوران دخت یعقوبی**
- ۵۷ **کتابخانه/ ویژگی های الکتريکی و بیروس ها/ محمدرضا خوش بین خوش نظر**
- ۵۸ **پژوهش های معلمان**
- ۶۱ **بازتاب**

- مدیر مسئول: محمد ناصری
- سردبیر: محمد کرام الدینی
- مدیر داخلی: الهه علوی
- هیئت تحریریه (به ترتیب الفبا):
دکتر عباس اخوان سپهری، سید علی آل محمد،
دکتر علیرضا ساری، نظام جلیلیان،
الهه علوی، دکتر شهریار غریب زاده و
دکتر حسین لاری یزدی
- طراح گرافیک: فریبا بندی
- نشانی پستی دفتر مجله:
تهران، صندوق پستی: ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
- تلفن: ۰۲۷-۸۸۸۳۱۱۶۰، داخلی ۲۷۷

- وبگاه: www.roshdmag.ir
- وبلاگ:
www.roshdmag.ir/weblog/zistshenasi
- پیام نگار: zistshenasi@roshdmag.ir
- mohammad@karamudini.com
- نشانی امور مشترکین: تهران - صندوق
صندوق پستی: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
- تلفن: ۷۷۳۳۶۶۵۵-۷۷۳۳۶۶۵۶
- چاپ: شرکت افست
- شمارگان: ۵۵۰۰

- مجله رشد آموزش زیست شناسی، نوشته ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت، به ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط با موضوع مجله باشند، می پذیرد.
- مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته یا در صورت امکان تایپ شوند.
- محل قرار گرفتن شکل ها، جدول ها، نمودارها و تصاویر ضمیمه باید در حاشیه مطلب نیز مشخص شود.
- نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه های علمی و فنی دقت لازم به کار رفته باشد.
- مقاله های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته و متن اصلی نیز ضمیمه مقاله باشد.
- در متن های ارسالی، باید تا حد امکان از معادل های فارسی واژه ها و اصطلاحات استفاده شود.
- پی نوشت ها باید کامل و منابع شامل، نام نویسنده، نام مترجم، نام اثر، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره صفحه مورد استفاده باشد.
- مجله در رد، قبول، ویرایش ویا تلخیص مقاله های رسیده مختار است.
- آرای مندرج در مقاله ها، ضرورتاً تبیین نظر دفتر انتشارات کمک آموزشی نیست و مسئولیت پاسخ گویی به پرسش های خوانندگان، با شخص نویسنده یا مترجم است.
- مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی شوند، معذور است.



باکریم
Streptopelia daccaota
عکس از حسن مقیمی

گر نروم، نیستم



فی الجملة اعتماد مکن بر ثبات دهر
کاین کارخانه‌ای است که تغییر می‌کند
حافظ

نیستی دانسته‌اند؛ مثلاً:

ساحل افتاده گفت گرچه بسی زیستم
هیچ نه معلوم شد آه که من چیستم
موج ز خود رفته‌ای تیز خرامید و گفت
هستم اگر می‌روم گر نروم نیستم (اقبال لاهوری)؛
و نیز
ما زنده از آنیم که آرام نگیریم

موجیم که آسودگی ما عدم ماست» (کلیم کاشانی).
مقاله زیست‌شناسی نوین و مسائل نوین جهانی را در صفحه‌های
۴ تا ۱۵ همین شماره بخوانید. در این مقاله نوشته‌ایم که علم
زیست‌شناسی نیز، هم چون موضوع خود، یعنی جهان زنده همواره در
تغییر، دگرگونی و پیشرفت است و شتاب این پیشرفت به اندازه‌ای است
که قرن بیست و یکم را «قرن زیست‌شناسی» نامیده‌اند.

باری، یکی از عوامل این تغییر شتاب و جهش، آشتی زیست‌شناسی
با علوم و موضوع‌های دیگر علوم و فنون از جمله علوم رایانه، فیزیک،
شیمی و ریاضی است و یکی از محل‌های تلاقی زیست‌شناسی با علوم
مختلف «علوم محاسباتی اعصاب»^۱ است که شاخه‌های علمی متنوعی
همچون علوم اعصاب، علوم رایانه، فیزیک و ریاضیات کاربردی را نیز به
همدیگر پیوند می‌زند و مغز مصنوعی یکی از محصولات آن در آینده
است.

سخن که به مغز مصنوعی

می‌رسد، نمی‌شود از طرح موسوم به
«پروژه بلوبرین»^۲ یاد نکرد. بلوبرین
کوششی است برای ساختن مغز
مصنوعی با مهندسی معکوس که از
مغز پستانداران شروع می‌شود و تا
سطح نورون‌ها ادامه می‌یابد. هدف

این طرح که از سال ۲۰۰۵ در انستیتو مغز و ذهن واقع در دانشکده
فدرال پلی تکنیک لوزان سویس آغاز شده، بررسی اصول معماری و
عملکردی مغز است. پژوهشگرانی که بلوبرین را به پیش می‌برند،
سعی می‌کنند با استفاده از آبرایانه «بلوجین (بلوژن)»^۳ و نرم‌افزار
«نورون»^۴ با تولید شبکه‌های نورونی مصنوعی مدلی واقعی از نورون‌ها
و حتی خودآگاهی بسازند. این طرح خود شامل چند طرح کوچک‌تر
است، از جمله «بلوبرین کاخال»^۵ که در «مرکز آبرایانش و مرئی‌سازی
مادرید»^۶ انجام می‌شود. ماه دسامبر ۲۰۰۶ نخستین هدف این طرح

نوشته‌اند نخستین کسی که «تغییر» را مرکز خلقت دانسته،
هراکلیت (۵۳۵-۴۷۵ ق.م) فیلسوف یونان باستان بوده است. از او
جمله‌های مشهوری نقل می‌کنند، از جمله «ما هرگز نمی‌توانیم از
یک رودخانه دو بار عبور کنیم، چون هنگامی که بار دوم از آن عبور
می‌کنیم، دیگر نه آن رودخانه رودخانه قبلی است و نه ما آن آدم
قبلی»^۱. هم او بوده که گفته است «تنها چیزی که ثابت می‌ماند، تغییر
است»^۲.

در میان فیلسوفان مسلمان نیز ملاصدرا و فلسفه حکمت متعالیه
و نظریه «حرکت جوهری» او درباره حرکت و تغییر در جهان ماده
مشهورند. ملاصدرا اعتقاد داشت که در جهان ماده کون و فساد وجود
ندارد، بلکه حرکت تکاملی وجود دارد... جهان ماده یکپارچه حرکت
است و در آن ثبات وجود ندارد. هیچ شیئی ثابت نیست؛ بلکه جریانی
پویا و متکامل است...^۳.

صدرا تغییر در جهان ماده را افزایشده [نه کاهشده] می‌داند، یعنی
می‌گوید که هر تحولی تغییر است، اما هر تغییری تحول نیست. از نظر
صدرا تحول در جوهر اشیا رخ می‌دهد و جوهر مادی به تدریج تعالی
می‌یابد و به درجات عالی وجودی می‌رسد.

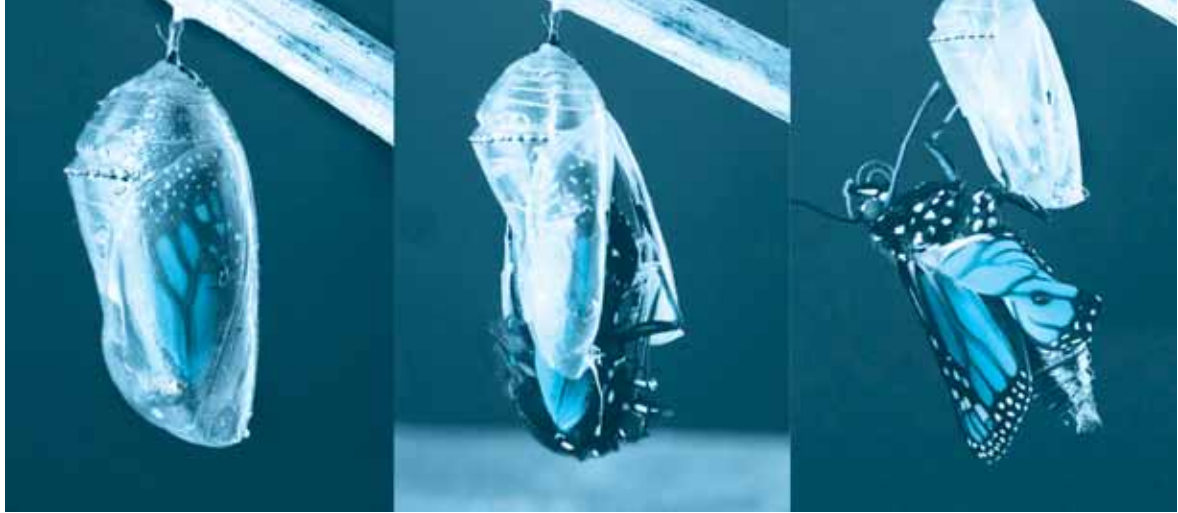
بگذریم، چون صحبت درباره آموزش زیست‌شناسی است و
بنابراین، قصد نداریم وارد مقولات فلسفی شویم؛ اما می‌دانیم که
یکی از استانداردهای آموزش علوم آشنا کردن دانش‌آموزان با مفهوم

«تغییر» است. یعنی دانش‌آموزان

برای داشتن تفکر علمی و کسب
توانایی علم‌ورزی باید با مفهوم تغییر
آشنا باشند، آن را بشناسند و حتی
اندازه بگیرند.^۴

منظور از «تغییر» در آموزش
علوم متفاوت شدن اشیا و پدیده‌ها

در مسیر زمان است. البته نشان دادن تغییر به دانش‌آموزان بسیار آسان
است؛ چون بسیاری از اشیا و پدیده‌های دوروبر ما همواره در حال
تغییرند. مثلاً همه موجودات زنده تغییر می‌کنند؛ متولد می‌شوند، رشد
می‌کنند و می‌میرند. کافی است از دانش‌آموزان بخواهیم در خانه آلبوم
عکس‌های خانوادگی خود را ورق بزنند، تغییر ظاهری خود و دیگران را
در طول سال‌ها مشاهده کنند و ببینند جهان زنده همواره در تغییری
برگشت‌ناپذیر است و مانند رودخانه به پیش می‌رود. ثبات و سکون
در عالم زنده ظاهراً بی‌معنی است، چنان‌که سکون را به معنی مرگ و



خواهد شد. «فرانسیس کالینز»^{۱۶} مدیر موسسه ملی بهداشت در مراسم رونمایی این طرح آن را مهیج‌ترین طرحی در زمینه زیست‌شناسی دانست که پس از مدت‌ها رونمایی می‌شود. گروهی از دانشمندان عصب‌شناس تخمین زده‌اند که این طرح در حدود ۳۰۰ اگزابایت^{۱۷} داده در هر سال تولید می‌کند و بنابراین باید به نخست به فکر توسعه فناوری‌های مربوط برای ذخیره و پردازش این داده‌ها بود. این قصه سر دراز و گویی بی‌پایان دارد. دست‌کم در هر هفته خبری از این دست می‌رسد و خواهد رسید. بهار تعلیم و تربیت بر شما مبارک باد.

سر دبیر

پی‌نوشت‌ها

۱. برگمن، گریگوری (ترجمه کیوان قبادیان)؛ کتاب کوچک فلسفه؛ چاپ نهم؛ تهران؛ کتاب آماه؛ ۱۳۸۹؛ ص ۱۳ و ۱۸.
۲. نقل از کتاب زندگی فیلسوفان، نوشته دیوژن لائرتی فیلسوف قرن سوم میلادی (Lives of the Philosophers by Diogenes Laertius). این عبارت به گونه‌های مختلف به انگلیسی ترجمه شده است. از جمله: Nothing endures but change, There is nothing permanent except change, Nothing is permanent except change, The only constant is change, Change is the only constant & Change alone is unchanging.
۳. نقل از مدخل «حرکت جوهری» در «ویکی‌پدیای فارسی» که خود این منبع را برای آن ذکر کرده است: محمدرضا فشاهی، ارسطوی بغداد؛ از عقل یونانی به وحی قرآنی؛ انتشارات کاروان؛ ۱۳۸۰؛ ص ۵۲.
۴. لافال در آموزش علوم فرض بر این نیست که جهان در ثبات است، بلکه می‌گویند که باید به دانش‌آموزان بگوییم که بعضی چیزها ثابت‌اند و مشمول تغییر نمی‌شوند، مانند سرعت نور یا نقطه جوش آب در ساحل دریاهای آزاد.
5. Computational neuroscience
6. Blue Brain Project
۷. بلوجین (Blue Gene) پروژه‌ای از شرکت آی‌بی‌ام که با هدف طراحی ابررایانه‌های پرسرعت و کم‌مصرف به پیش می‌رود.

۸. NEURON software این نرم افزار برای شبیه‌سازی نورون‌ها و شبکه‌های عصبی ساخته شده است

9. Cajal Blue Brain

10. Supercomputing and Visualization Center of Madrid

۱۱. نئوکورتکس یا نئوپوسته خارجی‌ترین بخش قشر مخ پستانداران است که از ۶ لایه تشکیل شده و عملکردهایی مانند درک حس‌ها، تولید فرمان‌های حرکتی، توانایی دید فضایی و تفکر ارادی را انجام می‌دهد.

12. Henry Markram

13. Human Brain Project (HBP)

14. Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies
با Brain Activity Map Project

15. Human Genome Project

16. Dr. Francis Collins

۱۷. هر اگزابایت (exabyte) برابر ۱۰۱۸ بایت است.

که شبیه‌سازی «ستون نئوکورتکس»^{۱۱} رت یعنی کوچک‌ترین واحد عملکردی نئوکورتکس مغز که شامل ۱۰۰۰۰ نورون و ۱۰^۸ سیناپس است، محقق شد. هدف دوم و بلندمدت این طرح شبیه‌سازی دقیق عملکرد فرایندهای فیزیولوژیک مغز انسان است که به سال‌ها وقت نیاز دارد. اگر این طرح به سرانجام برسد مغزی مصنوعی در اختیار خواهیم داشت که مانند مغز ما کار می‌کند و حتی سخن می‌گوید. بد نیست که گفت‌وگو با هنری مارکرام^{۱۲} راهبر این طرح را که در صفحه‌های ۳۰ تا ۳۳ همین شماره درج شده است بخوانید.

موفقیت‌های بلوبرین سبب شدند که کمیسیون اروپا در بیست و هشتم ژانویه سال جاری میلادی (۲۰۱۳) پروژه‌ای یک میلیارد یورویی تحت عنوان «پروژه مغز انسان»^{۱۳} را تصویب کند. این پروژه حدود ۱۰ سال به درازا خواهد کشید. هدف طرح «پروژه مغز انسان» که در آن ۸۶ سازمان مختلف اروپایی با حمایت چند مؤسسه از آمریکا و ژاپن و مدیریت دانشکده فدرال پلی تکنیک لوزان سوئیس با هم همکاری می‌کنند، جمع‌آوری همه دانش‌ها درباره مغز انسان، بازسازی قطعه به قطعه مغز انسان و شبیه‌سازی مدل مغز انسان برای شناسایی مغز و بیماری‌های مغزی است. توسعه فناوری‌های کاملاً جدید رایانه‌ای و رباتیک از اهداف دیگر این طرح است.

رقابت علمی معمولاً نیروی پیش‌برنده علم به‌شمار می‌رود. تصویب پروژه مغز انسان در اروپا سبب شد که آمریکایی‌ها چند ماه بعد، یعنی دوم آوریل ۲۰۱۳ طرح بزرگی را در زمینه مغز مصنوعی آغاز کنند.

رقابت علمی معمولاً نیروی پیش‌برنده علم به‌شمار می‌رود. تصویب پروژه مغز انسان در اروپا سبب شد که آمریکایی‌ها چند ماه بعد، یعنی دوم آوریل ۲۰۱۳ طرح بزرگی را در زمینه مغز مصنوعی آغاز کنند

این طرح^{۱۴} با سرمایه‌ای ۱۰۰ میلیون دلاری برای شناخت بهتر نحوه کارکرد مغز انسان، فرایند تفکر و یادآوری و تهیه نقشه مغز انسان برای ریشه‌یابی بیماری‌های مغزی مانند آلزایمر، اوتیسم، صرع، آسیب‌های مغز و اسکیزوفرنی رونمایی شد و قرار است نقشه‌ای از فعالیت یکایک نورون‌های مغز انسان که شمار آنها را در حدود ۱۰۰ میلیارد تخمین می‌زنند، تهیه کند.

این طرح که آن را با طرح «ژنوم انسانی»^{۱۵} مقایسه می‌کنند و می‌گویند باعث ایجاد انقلابی در علم خواهد شد، در سال ۲۰۱۴ شروع

زیست‌شناسی نوین و مسائل نوین اجتماعی

محمد کرام‌الدینی

همچو کتابی است جهان، جامع احکام نهان
جان تو سردفتر آن، فهم کن این مسئله را
مولوی

مقدمه

در این نوشته^۱ می‌خواهیم به بررسی موقعیت و ظرفیت زیست‌شناسی امروز بپردازیم، ببینیم زیست‌شناسی امروز در کجا ایستاده است، توان گره‌گشایی آن از معضلات جامعه امروز در چه حد است و دورنمای آینده آن چگونه خواهد بود. بنابراین، بهتر است نخست به وضعیت امروزی این شاخه از علوم تجربی بپردازیم و پیشرفت‌های آن را به ویژه در سال‌های اخیر از نظر بگذرانیم و سپس به تأثیری که این شاخه بر جامعه انسانی خواهد داشت، اشاره کنیم.

گفته می‌شود که موقعیت امروزی علم زیست‌شناسی بسیار شبیه به موقعیت علم فیزیک در اوایل قرن بیستم، پس از شناسایی الکترون (۱۸۹۷) است. می‌دانیم که کشف الکترون، نخست علم فیزیک و در پی آن جوامع انسانی را دگرگون کرد: به پیشرفت فناوری‌ها شتاب بخشید و از جمله، رایانه و فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی را پدید آورد و گسترش داد و به این ترتیب ابزارها و روش‌هایی برای سازمان‌دهی داده‌های حاصل از پژوهش‌های علمی فراهم آورد، زمینه‌های نوینی برای کاوشگری علمی ایجاد کرد و جهشی در علم پدید آورد که امروزه مشاهده می‌کنیم.

اکنون، در سال‌های آغازی قرن بیست و یکم، به نظر می‌رسد که نوبت زیست‌شناسی باشد. مدتی است که زمزمه تغییر پارادایم در زیست‌شناسی به گوش می‌رسد. چون در این مدت پژوهشگران علم زیست‌شناسی نیز به ابزارها، روش‌ها و رویکردهای نوینی دست یافته و با آن‌ها قدم در راه نوینی گذاشته‌اند که بهتر است آن را مسیر «زیست‌شناسی نوین» بنامیم.

کلیدواژه‌ها: فروکاست‌گرایی، کل‌نگری، زیست‌شناسی سیستم‌ها، زیست‌شناسی ترکیبی، ژئومیک، پروتئومیک.

«زیست‌شناسی نوین» چیست؟

بیشتر زیست‌شناسان سنتی تمایل داشته‌اند سیستم‌های زنده را تا جایی که می‌توانند به اجزایی کوچک و کوچک‌تر تقسیم کنند و سپس به بررسی این اجزا بپردازند. این روش در پژوهش‌های علمی «فروکاست‌گرایی»^۲ یا «تقلیل‌گرایی» نامیده می‌شود. اگرچه زیست‌شناسان توانسته‌اند با روش فروکاست‌گرایی پرده از بسیاری از ساختارها و فرایندهای سیستم‌های زنده

کنار بزنند، اما نتوانسته‌اند تصویر جامع از سیستم‌های زنده را نشان بدهند؛ لذا از چندی پیش زمزمه‌های تغییر روش از «فروکاست‌گرایی» به «کل‌نگری» آغاز شده است. مثلاً حدود سی و شش سال پیش «کارل وُز»^۳ (۱۹۲۸-۲۰۱۲) میکروپشناس نامدار چنین نوشت: «... اکنون وظیفه ما باز ترکیب علم زیست‌شناسی است ... وقت آن فرا رسیده که زیست‌شناسی را به جهان غیر خطی وارد کنیم» (Woese &

Fox, 1977). منظور «وُز» در آن زمان این بود که باید زیست‌شناسان هرچه زودتر از دایره تنگ پژوهش‌های یک‌سویه خطی در زمینه موضوع‌های بسیار تخصصی، جزءنگر و فروکاست‌گرایانه پای فراتر بگذارند و از مرزهای بین سطوح سازمانی تشکیل‌دهنده سیستم‌های زنده^۴ عبور کنند تا بتوانند ارتباط‌های درهم‌آمیخته درون این سیستم‌ها را کشف و سیستم‌های زنده را در تصویری بزرگ و کامل تر مشاهده کنند.

کل چیزی بیش از مجموع اجزاست

... این ادعا که هر یک از ویژگی‌های دستگاه‌های پیچیده زنده را می‌توان فقط از طریق مطالعه اجزای سازنده آن‌ها مانند سلول‌ها، مولکول‌ها و ژن‌ها یا اجزای دیگر توضیح داد، به اعتقاد من بی‌معنی و پوچ است. جانداران سلسله‌مراتبی دارند از ساده به پیچیده و از مولکول‌ها، سلول‌ها و بافت‌ها تا کل جاندار، جمعیت و گونه تشکیل شده‌اند. در پدیده‌ای که «پیدایی»^۵ نامیده می‌شود، در هر سیستم پیچیده‌تر نسبت به سیستم ساده‌تر قبلی ویژگی‌هایی ظاهر می‌شود که نمی‌توان آن‌ها را از دانش موجود درباره اعضای آن پیش‌بینی کرد. من در ابتدا فکر می‌کردم که این پدیده پیدایی فقط به دنیای زنده محدود می‌شود... اما آب بودن را نیز نمی‌توان از ویژگی‌های دو جزء تشکیل‌دهنده آن یعنی هیدروژن و اکسیژن پیش‌بینی کرد... پیدایی در جهان غیرزنده نیز به فراوانی وجود دارد... (مایر، ارنست؛ ۱۳۸۳)

امروزه می‌توان ادعا کرد که این خواست «ژ» تا حدودی محقق شده است؛ چون مدتی است زیست‌شناسان نه فقط در حال درهم‌آمیختن اطلاعات حاصل از پژوهش در زمینه سطوح مختلف سازمانی سیستم‌های زنده هستند، بلکه برای شناخت هر چه بیشتر سیستم‌های زنده از اطلاعات رشته‌های دیگر علوم تجربی، فنی و ریاضی نیز کمک می‌گیرند. مثلاً، راه دور نرویم؛ پیشرفت‌های ژنومیک، حاصل درهم‌آمیخته شدن اطلاعات، فنون و مفاهیم مهندسی، رباتیک، علوم رایانه، ریاضیات، آمار، شیمی و بسیاری رشته‌های دیگر بوده است. آیا پیشرفت فنون توالی‌یابی ژنوم‌ها، هرگز بدون درهم‌آمیختن و ترکیب اطلاعات علمی و فناوری‌های مهندسی ابزار، رباتیک و شیمی و بیوشیمی تا این اندازه آسان، ارزان و همه‌گیر می‌شد. مگر بدون وجود الگوریتم‌ها و بدون رایانه‌هایی که می‌توانند مقادیر بسیار زیادی از داده‌ها را در مدت زمانی اندک تحلیل کنند، امکان آنالیز داده‌های مورد نیاز در ژنومیک، تبدیل آن‌ها به داده‌های دیجیتال و انتشار و تبادل سریع آن‌ها میسر می‌بود؟

پس می‌توان نتیجه گرفت که علم زیست‌شناسی تقریباً از آغاز هزاره سوم به پارادایم نوینی وارد شده است که نام «زیست‌شناسی نوین» برازنده آن است و به علاوه، اساس کار «زیست‌شناسی نوین» نگاه کل‌نگر به سیستم‌های زنده، برقراری پیوند بین موضوع‌های از هم گسیخته زیست‌شناسی و نیز مرتبط کردن نتایج حاصل از این پیوند با علوم فیزیکی، رایانه‌ای، ریاضی و مهندسی به منظور گشودن گره از مسائل امروزی جوامع انسانی است (کرام‌الدینی، م. ۱۳۹۰). ممکن است این پرسش در ذهن‌ها پدید

آید که آیا «زیست‌شناسی نوین» می‌خواهد جانشین «زیست‌شناسی سنتی» شود؟ آیا قرار است بساط علم‌ورزی پژوهشگران زیست‌شناسی سنتی برچیده شود؟ آیا زیست‌شناسانی که به روش فروکاست‌گرایی پرده از بسیاری از رازهای آفرینش کنار زده‌اند، باید میدان را خالی کنند؟ پاسخ روشن است: نه. به عکس، دانسته‌های حاصل از «زیست‌شناسی سنتی» پایه و اساس «زیست‌شناسی نوین» به شمار می‌آیند. یعنی «زیست‌شناسی نوین» آمده است تا به تحقیقاتی که به روش‌های سنتی انجام شده یا در حال انجام‌اند، سامان بخشند. پازلی را در نظر بگیرید که از قطعات بسیار زیادی تشکیل شده باشد. ممکن است هر یک از قطعات آن به تنهایی بی‌معنی به نظر آید، اما اگر قطعه‌های آن را یکی یکی در کنار همدیگر، در جای درست قرار دهیم، مشاهده می‌کنیم که پازل کم‌کم نمای کلی و معنی‌دار در برابر ما ایجاد می‌کند. می‌دانیم که سیستم‌های زیستی بسیار پیچیده و متعدّدند و دانشمندان منفرد هر کدام سیستم خاصی را مطالعه و به برقراری ارتباط بیشتر بین اجزای پازل و ایجاد تصویری بزرگ و کلی از سیستم‌های زنده کمک می‌کند. «زیست‌شناسی نوین» خود آن پازل بزرگ است که از مجموعی از قطعه‌های کوچک تشکیل شده و نمایانگر تصویری بزرگ و معنی‌دارتر است.

زیست‌شناس نوین کیست؟

امروزه در زیست‌شناسی با طیفی از پژوهش‌ها روبه‌رویم؛ از پژوهش‌های تخصصی و متمرکز روی یکی از موضوع‌های اختصاصی زیست‌شناسی تا پژوهش‌های

مسئله‌محور، گروهی و بین‌رشته‌ای. در واقع، بسیاری از زیست‌شناسان امروزی را می‌توان «زیست‌شناس نوین» نامید. چون بسیاری از آنان حداقل برای تحلیل داده‌های حاصل از پژوهش‌های علمی خود و یا همکاری از ابزارهای رایانه‌ای استفاده می‌کنند. به علاوه، بسیاری از زیست‌شناسان امروزی با دانشمندان فیزیکی، رایانه یا مهندسان و ریاضی‌دانان همکاری می‌کنند. بنابراین، نمی‌توانیم مرزهای مشخصی بین زیست‌شناسان نوین و زیست‌شناسان سنتی رسم کنیم. انتظار هم نداریم که «زیست‌شناس نوین» به همه موضوع‌ها تسلط داشته باشد یا حتی از هر کدام از آن‌ها اندکی بداند، بلکه «زیست‌شناس نوین» را دانشمندی می‌نامیم که در یکی از موضوع‌های زیست‌شناسی دانش عمیق دارد و افزون بر آن پایه و اساس چند موضوع دیگر را نیز می‌داند. «زیست‌شناس نوین» ممکن است حتی زیست‌شناس نباشد یا اصلاً نخواهد در آینده نیز زیست‌شناس شود؛ بلکه فیزیک‌دانی باشد که قوانین فیزیکی را در محیط سلول بررسی می‌کند، یا ریاضی‌دانی باشد که معادله‌های جدید برای توصیف تعامل‌های درون شبکه‌ای زیستی کشف کرده است. اینان همگی بدون توجه به اینکه فیزیک‌دان یا ریاضی‌دان‌اند، در واقع «زیست‌شناس نوین»‌اند. خلاصه، هر دانشمند، ریاضی‌دان یا مهندسی که می‌کوشد از تجربه‌های خود برای شناخت و کاربرد سیستمی زنده‌ای بهره بگیرد، «زیست‌شناس نوین» به‌شمار می‌رود. مثلاً، اریک وینفری که «می‌خواهد مولکول‌ها را با ساز خود برقصاند»، در اصل مهندس ارشد رایانه است که زیست‌شناس نوین برجسته‌ای

به‌شمار می‌رود و شهرت او در زیست‌شناسی بیشتر از علوم رایانه است (کاس، ۱۳۹۲).

ابزارها و رویکردهای نوین

اگرچه «زیست‌شناسی نوین» که با شناخت ساختار مولکول DNA آغاز شد، مسیری به نسبت جدید است، اما در همین مدت کوتاه خود را به اندازه‌ای متریقی، توانا، پویا و امیدبخش نشان داده است که انتظار می‌رود بتواند در حلِ بزرگ‌ترین و پیچیده‌ترین مسائل جوامع امروزی مشارکت جدی و تعیین‌کننده داشته باشد و آینده انسان را به نحو مطلوبی دگرگون کند. به بیان دیگر، «زیست‌شناسی نوین» انتخاب شده است تا مأموریت دست و پنجه نرم کردن با چالش‌های عمده قرن بیست و یکم را به دوش گیرد و آدمی را به نیک‌شهری آرمانی که از آرزوهای دیرینه او بوده است، برساند (کرام‌الدینی، ۱۳۹۰). به طور کلی می‌توان ابزارها و رویکردهای بنیادی نوینی که موجب جهش پژوهش‌های زیست‌شناختی شده‌اند را در دو گروه جای داد: فناوری‌های نوین بنیادی و علوم نوین بنیادی.

● فناوری‌های نوین بنیادی

○ فناوری‌های اطلاعات: دستاوردها و تحولات بیست ساله اخیر فناوری‌های اطلاعات بر کسی پوشیده نیست. این فناوری‌ها بر همه شئون زندگی اجتماعی، حتی بر زندگی خصوصی ما اثر گذاشته‌اند. افزایش تدریجی توان رایانه‌ها همراه با کاهش قیمت آن‌ها از عوامل تسریع تکامل این فناوری‌اند. محاسباتی که حدود ۱۰ سال پیش با رایانه‌های غول‌آسا هفته‌ها طول می‌کشید تا به انجام برسند، اکنون با رایانه‌های قابل حمل در چند دقیقه انجام می‌شوند. امروزه کاربرد فیبر نوری باعث انتقال سریع داده‌ها شده است و نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای ارائه تصویرهای پیچیده که بیشتر در بازی‌های رایانه‌ای کاربرد دارند، همه‌گیر شده‌اند.

امروزه بیشتر از هر زمان دیگر به جمع‌آوری، بایگانی و آنالیز داده‌ها و اطلاعات حاصل از پژوهش‌های زیست‌شناختی نیاز

داریم؛ مثلاً در پروژه اخیر توالی‌یابی ژنوم ۱۰۰۰ فرد انسان^۸، چندین ترابایت (هر ترابایت = یک تریلیون بایت) داده تولید می‌شود که باید ذخیره، آنالیز و پردازش شوند.

○ مشاهده مستقیم سلول‌های زنده، جانداران و اکوسیستم‌ها: برای مشاهده سلول‌های زنده روش‌هایی مانند فلورسانس، تصویرسازی تشدید مغناطیسی عملکردی^۹ و میکروسکوپ‌های هم‌کانون^۸ به کار برده می‌شوند. امروزه با به کارگیری برش‌های سرمایی^۹ می‌توان تصویری با قدرت تفکیک^{۱۰} آنکستروم ایجاد کرد (Leis et al., 2009). فناوری شناسایی جایگاه سلول‌ها درون بدن نیز تکامل یافته است. بیست سال است که کاربرد نانوکریستال‌های نیمه‌رسانای فلورسانس (یا نقاط کوانتومی)^{۱۱} از علوم مواد الکترونیک به سیستم‌های زیستی هم راه یافته است (Gao et al., 2004). مثلاً می‌توان پروتئین‌های رسپتوری مانند رسپتورهای گلیسین را در نورون‌های زنده شناسایی و ردیابی کرد. اخیراً برای مشاهده تومورهای درون بدن جانوران از کاوشگرهای چندمنظوره که براساس نقاط کوانتومی نیمه‌رسانا از نانوذره‌ها ساخته می‌شوند، استفاده می‌کنند.

مدتی است تصویرسازی از کل جاندار از راه دور و نیز حساسیت از راه دور، از جمله حس کردن با کمک ماهواره‌ها و تصویربرداری چندطیفی^{۱۱} به صورت زنده از اکوسیستم‌ها، کاربرد پیدا کرده‌اند. این کار به‌ویژه برای گیاهان زراعی و تحلیل سلول‌ها، بافت‌ها و رشد گیاهان برای تولید پایدار محصولات کشاورزی، دیده‌بانی محیط زیست و شناخت بهتر سلامت انسان در پزشکی مفید است.

○ فناوری‌های دارای ظرفیت پذیرش زیاد^{۱۲}: فناوری‌های توالی‌یابی DNA امروزه پیشرفت بسیار کرده‌اند. مثلاً در ماه اکتبر ۲۰۰۸ بیش از ۲۰ میلیارد نوکلئوتید با این روش‌ها شناسایی شده است (DOE Joint Genome Institute, 2009). توالی‌یابی ژنوم کامل یا بخشی از ژنوم جانداران برای پزشکی شخصی (روزبه، م. ۱۳۸۴)، سرعت بخشیدن به زادآوری گیاهان و دیده‌بانی

وضعیت اکوسیستم‌ها لازم است. بهای این توالی‌یابی هم اکنون بسیار ارزان‌تر از ۵ سال پیش است.

پروتئین‌ها تقریباً در همه فرایندهای سلولی نقش دارند و اندازه‌گیری حضور و فعالیت آن‌ها اهمیت بسیار دارد. پیشرفت‌های فنی ۱۰ سال اخیر که توانسته است پروتئین‌ها را در مقادیر بسیار زیاد آنالیز کند، پروتئومیک نام گرفته است. پروتئومیک یعنی بررسی پروتئین‌های موجود در یک نمونه زیستی مانند قطره‌ای بزاق یا یک سلول. یکی از روش‌های پروتئومیک استفاده از طیف‌سنجی جرمی^{۱۳} (MS) است. شناسایی دقیق پروتئین‌ها با روش طیف‌سنجی جرمی امروزه امکان شناسایی حتی چندصد نسخه از هر پروتئین را در هر سلول به وجود آورده است. این روش‌ها که توانسته‌اند تاکنون هزاران تعامل پروتئینی و صدها کمپلکس پروتئینی را در جانداران ساده‌ای مانند مخمرها و باکتری‌ها پیدا کنند، اکنون در حال گسترش به انسان هستند.

○ مهندسی سیستم‌های زنده: شناخت و دستکاری سیستم‌های زنده و پرورش آن‌ها در آزمایشگاه به نحوی که بتوانند رشد و تولید مثل کنند، به شناخت هرچه بیشتر ما از این سیستم‌ها بستگی دارد. پیشرفت‌های فنی در تولید مواد و ابزارهای مربوطه، نگهداری سیستم‌های زنده را در محیط‌هایی که تولید محصولات خاصی را به حداکثر برسانند، یا مشاهده آن‌ها را امکان‌پذیر کنند، کار را آسان‌تر کرده است. این سیستم‌ها عموماً برای پرورش سلول‌ها، میکروب‌ها، گیاهان یا جانوران طراحی می‌شوند، اما سیستم‌هایی برای نگهداری اجتماعات میکروبی یا پرورش بافت‌ها و اندام‌ها از اقدامات بعدی طراحی مهندسی سیستم‌های زیستی هستند.

مهندسی سیستم‌های زنده نخستین بار در سال‌های دهه ۱۹۷۰ و سپس در سال‌های دهه ۱۹۸۰ برای سلول‌های جانوری از طریق کشت سلول‌ها در محیط آزمایشگاهی راکتورهای زیستی و با هدف تولید پروتئین‌های دارویی و مولکول‌های غیرپزشکی مانند پلی‌مرها گسترش یافت. این راکتورها شامل سیستم‌های کنترل

پردازش‌اند که شرایط محیطی را شناسایی می‌کنند و راکتورها را در وضعیت مطلوب نگه می‌دارند. بیشتر این راکتورهای زیستی محدود به انواعی از سلول‌ها هستند که در سوسپانسیون مایع ماده‌ای تولید می‌کنند، به سطوح متصل یا درون غشاهای بی‌حرکت می‌شوند.

تاکنون در فرایندهای درون اکوسیستم‌ها به کار رفته و سبب ایجاد و توسعه مدل‌های پیچیده شبیه‌سازی شده‌ای گردیده است که می‌توانند تعامل‌هایی میان اجتماع‌های گیاهی، فرایندهای محیط زیستی و پویایی اتمسفر را نشان دهند (Hagen, 1992). اخیراً زیست‌شناسی سیستم‌ها به اجزای مولکولی درگیر در فرایندهای ذاتی سلول‌ها،

فیزیولوژی قلب از دینامیک مایعات و هندسه دیفرانسیل، برای بلورنگاری اشعه ایکس از تئوری گروه‌ها و برای پیچش مولکول DNA از نظریه گره‌ها استفاده شده است. از همان اوایل مشخص شده بود که برای مطالعه فرایندهای ژنتیک باید از حساب احتمالات و آمار استفاده کرد. تا چندی پیش، داده‌های زیست‌شناسان در این زمینه‌ها به نسبت

مسائل واقعی زندگی در درس زیست‌شناسی با رویکردی بین‌رشته‌ای

در سال‌های ۶-۲۰۰۴ دانشگاه هاروارد طی دو نیمسال تحصیلی درسی مقدماتی ارائه داد که در آن مقدمه زیست‌شناسی و شیمی با هم درآمیخته بودند. در نیمسال اول سرفصل‌های اصلی شیمی، زیست‌شناسی مولکولی و زیست‌شناسی سلولی با هم ترکیب شده بود و در نیمسال دوم مفاهیم ژنتیک، ژنومیک، احتمالات و زیست‌شناسی تکاملی درهم تنیده شده بود. واقعیت‌ها و مفاهیم علمی به صورت موضوع‌های بین‌رشته‌ای و جالب ارائه شده بود مانند شناخت احتمال حیات مصنوعی، زیست‌شناسی و درمان ایدز و سرطان، ژنتیک جمعیت انسانی و مالاریا. دانشجویان از طریق آموزش بین‌رشته‌ای با مفاهیم اساسی بیشتر با درس درگیر می‌شوند، چون با اصول همانندی در موقعیت‌های مختلف روبه‌رو می‌شوند.

هر درس را گروه کوچکی از بخش‌های مختلف دانشکده تدریس می‌کرد. مدرسان در تمام طول نیمسال در همه کلاس‌های درس شرکت می‌کردند. تهیه درس و آموزش در هر درس به صورت بین‌رشته‌ای بود. دستیاران مدرسان نیز از بخش‌های مختلف برگزیده شده بودند و در گروه‌های بین بخشی کار می‌کردند.

ارائه چنین درسی به پشتیبانی دانشگاه نیاز داشت. رئیس دانشگاه، رئیس دانشکده‌ها و رئیس گروه زیست‌شناسی برای پشتیبانی از این درس‌ها که قرار بود طی یک سال ارائه شوند، بسیج شده بودند و بازسازی و بازآرایی آزمایشگاه‌ها، ابزار و مواد لازم و تهیه مواد درسی را بر عهده داشتند.

● علوم نوین بنیادی

○ زیست‌شناسی سیستم‌ها: بهبود فناوری‌های اندازه‌گیری و ابزارهای ریاضی و رایانه‌ای زمینه پیدایش و پیشرفت رویکردی نوین در زیست‌شناسی به نام «زیست‌شناسی سیستم‌ها»^{۱۴} ایجاد کردند. پژوهشگران زیست‌شناسی سیستم‌ها می‌کوشند با نگاهی کل‌نگر به سیستم‌های زیستی، تعامل‌های پیچیده بین آن‌ها را مدل‌سازی کنند. این پژوهشگران در جست‌وجوی شناخت عمیق از فرایندهای پیچیده زیستی مانند عملکردهای مولکول‌ها، سلول‌ها، جانداران، جمعیت‌ها، اجتماعات و اکوسیستم‌ها و خلاصه همه سیستم‌هایی هستند که اجزای آن‌ها با هم تعامل دینامیک دارند. زیست‌شناسی سیستم‌ها شامل پژوهش‌های اساسی و بزرگی است، مانند ژنومیک، پروتئومیک، متابولومیک و غیره که همه پسوند امیک دارند. این رویکرد سیستمی

از جمله بیان ژن‌ها، متابولیسم، ساختار و انتقال سیگنال‌های تنظیمی توسعه یافته است.

تولید بافت‌های مهندسی شده‌ای که لازم است برای کاربرد در زمینه‌های مختلف شامل متابولیسم کبدی داروها و مسمومیت، انکوژنز و مورفوژنز غده‌های پستانی، نوژنز بافت‌های لنفوئیدی و تمایز سلول‌های بنیادی با سلول‌های انسانی ساخته شوند، همه به زیست‌شناسی سیستم‌ها نیاز دارند.

○ زیست‌شناسی رایانه‌ای: زیست‌شناسی و ریاضیات پیوندهای دیرینه با هم دارند. کنش و واکنش‌های پویای بین میزبان و انگل، نیروهای مولکولی درون پروتئین‌ها، الگوهای زیستی تکوین و انتقال سیگنال‌ها در طول اکسون‌ها با ابزارهای آنالیز ریاضی مانند دینامیک غیرخطی و معادلات دیفرانسیل با مشتقات پارهای انجام‌پذیر شده‌اند. برای

اندک بود. اما با پیشرفت‌های فنون توالی‌یابی ژنوم، ژنومیک عملکردی و زیست‌شناسی سیستم‌ها، این روند نیز اساساً تغییر کرد، زیست‌شناسی به موضوعی داده‌محور و اطلاعات‌محور تبدیل شد و پایگاه‌های داده‌ها در آن به صورت ابزاری ضروری درآمد. در نتیجه، اساس ریاضی این رشته برای پذیرفتن روش‌های احتمالات و ترکیبی گسترش یافت. وجود الگوریتم‌های ترکیبی برای حل معماهای هم‌گذاری ژنومی^{۱۵}، چینش توالی‌ها و ساختن درخت‌های تبارزایی بر اساس داده‌های مولکولی لازم‌اند. مدل‌های احتمالات مانند مدل‌های پنهان مارکوف^{۱۶} و شبکه‌های بیزی^{۱۷} اکنون برای شناخت ژن‌ها و ژنومیک مقایسه‌ای کاربرد دارند. همکاری‌های نزدیکی بین زیست‌شناسان و ریاضی‌دانان برای هر دو رشته در حال توسعه است و رویکردهای نوینی برای زیست‌شناسی و نوآوری‌هایی برای ریاضی به بار می‌آورد.

میانجی بین مغز و ماشین

میانجی‌های بین مغز و ماشین امکان ارتباط مغز و سیستم‌هایی را که خارج از بدن جانوران قرار دارند، برقرار می‌کنند. در سال ۲۰۰۳ دانشمندان نشان دادند که میمون‌هایی که الکترودهایی مرتبط با بازویی ربانی در مغز آن‌ها کار گذاشته شده است، می‌توانند با تفکر خود آن بازو را حرکت دهند. در سال ۲۰۰۸ دانشمندان برای نخستین بار گزارش دادند که سیگنال‌های مغزی منطقه‌ای از مغز میمون که حرکات راه‌رفتن را کنترل می‌کند، می‌توانند ربانی را وادارند که روی دستگاه ترمیل حرکت کند. دانشمندان عقیده دارند که این فناوری برای کسانی که دچار فلج هستند یا نمی‌توانند حرکات بدن خود را کنترل کنند، بسیار مفید خواهد بود. این فناوری و آزمایش‌های مربوط موجب شناخت بیشتر طرز کارکرد مغز می‌شوند. میانجی‌های مغز و ماشین مثال‌هایی از همگرایی زمینه‌های مختلف علوم و فناوری هستند و در شکل‌گیری «زیست‌شناسی نوین» به‌عنوان علمی درهم‌آمیخته مؤثرند. پس از آن با مقایسه تصاویرهای دقیق ویدئویی از حرکات پاها و اندازه‌گیری فعالیت سلول‌های مغز شبیه‌سازی شده، و سپس با استفاده از روش‌های پیشرفته رایانه‌ای آنالیز شدند. یک ربات که از قبل برای تقلید دقیق حرکات انسان طراحی شده بود، برای پاسخ دادن به سیگنال‌های مغزی میمون مورد استفاده قرار گرفت.

○ زیست‌شناسی ترکیبی: علم بنیادی دیگری که منعکس‌کننده رشد مهندسی در زیست‌شناسی است، زیست‌شناسی ترکیبی نام دارد. اگر بخواهیم از زیست‌شناسی برای حل مسائل زیست‌محیطی، انرژیایی و مهندسی ژنتیک را آسان‌تر، قابل پیش‌بینی‌تر کرد به نحوی که بتوان آن‌ها را در سلول‌ها، جانداران یا سیستم‌های زنده الهام گرفته شده از جانداران با برون‌دادهای بهینه صنعتی یا دارویی به کار گرفت.

ساخت و تغییر یک سیستم زنده برای کاوش مستقیم و تحقیق در زمینه آن سیستم ابزارهایی فراهم می‌کند. می‌توان برای شناخت اهمیت اجزا و موقعیت عملکرد آن هر یک از متغیرها را به روشی کنترل‌شده و

مسابقه بین‌المللی ماشین‌های مهندسی شده ژنتیک (iGEM)^{۱۸}

ماه نوامبر هر سال صدها جوان که در زیست‌شناسی ترکیبی پژوهش می‌کنند، از سراسر جهان برای شرکت در مسابقه سالانه iGEM گرد می‌آیند. iGEM با تقلید از مسابقه‌های رباتیک معروف، گروه‌های دانشجویی را برای استفاده از قطعات زیستی استاندارد برای طراحی و ساخت ماشین جدیدی که دارای کد ژنتیک باشد و کار مفید یا جالبی انجام دهد، گرد هم می‌آورد. در سال ۲۰۰۸، هشتاد و چهار تیم از ۲۰ کشور که بیشتر آنان دانشجویان سال‌های اول دانشگاه‌ها بودند، برای شرکت در این رقابت حاضر شدند، اما اخیر شرکت دانش‌آموزان دبیرستانی نیز در این رقابت آزاد شده است.

رقابت iGEM سبب پیشرفت آموزش می‌شود و نوآوری را تشویق می‌کند. مسابقه به هیجان رشته جدید زیست‌شناسی ترکیبی که نگاهی انقلابی به سیستم‌های زنده و توان حل بسیاری از مسائل جامعه امروز را دارد، می‌افزاید. دانشجویان شرکت‌کننده از رشته‌های زیست‌شناسی، علوم رایانه، مهندسی و بسیاری دیگر از رشته‌ها می‌آیند، اما برای انجام پروژه‌های خود با هم همکاری می‌کنند. همه قطعات زیستی استاندارد که این دانشجویان طراحی می‌کنند، به بخش ثبت iGEM تحویل می‌دهند و توصیف آن‌ها روی وبگاه منتشر می‌شود. پروژه‌های iGEM در رقابت تفکر نوآورانه با آزمایشگاه‌های حرفه‌ای و شرکت‌های فناوری زیستی قرار دارند. iGEM مدلی از رقابت برای آموزش زیست‌شناسی ایجاد کرده است و در آن‌ها دانشجویان برای اجرای اندیشه‌های خود در کارهای گروهی شرکت می‌کنند. چالش‌های خلاق، چارچوب رقابتی و اعتمادبه‌نفس مورد نیاز باعث ارتقای انگیزه و نوآوری می‌شود. آینده پروژه‌های تیمی iGEM می‌تواند کاربرد و عملکرد زیست‌شناسی را در آینده تحت تأثیر قرار دهد.

سلامت انسان استفاده کنیم، نه فقط باید سیستم‌های زنده را بشناسیم، بلکه باید توانایی تغییر و نوسازی آن‌ها را نیز داشته باشیم. هدف زیست‌شناسی ترکیبی استفاده از نمونه‌های زیستی برای ایجاد سیستم‌های جدید مهندسی شده است. در زیست‌شناسی ترکیبی اجزای زنده و راه‌های ارتباط آن‌ها با یکدیگر و روش‌های اتصال آن‌ها به یکدیگر به نحوی که منجر به سیستمی کارآمد شوند، استاندارد می‌شوند. با این روش می‌توان

می‌توان از زیست‌شناسی ترکیبی درباره منطق بنیادی سیستم‌های زنده بسیار آموخت. تاکنون رسم بود که سیستم‌های زنده طبیعی را به طور سنتی مشاهده و درباره آن‌ها بحث کنیم (مهندسی معکوس). این رویکرد به تنهایی برای شناسایی اصول اصلی طراحی سیستم‌های زنده کافی نبوده است، به‌ویژه شناسایی درجه اهمیت متغیرها و اجزای سیستم‌های طبیعی هنگام کار با طبیعت خاص مسیرهای تکاملی. توانایی

ترکیبی تغییر داد.

«زیست‌شناسی نوین» در خدمت جامعه نوین

کارشناسان و پژوهشگران مسائل علمی - اجتماعی با توجه به توانایی‌های «زیست‌شناسی نوین» برای حل حداقل چهار رشته از مسائل اساسی انسان امروز از «زیست‌شناسی نوین» کمک می‌طلبند:

■ تأمین غذای سالم و کافی برای

جمعیت‌های رو به افزایش انسانی
■ حفاظت از اکوسیستم‌ها، ترمیم و بازسازی اکوسیستم‌های آسیب دیده
■ کمک به تأمین انرژی‌های پاک
■ حفظ سلامت انسان.

«زیست‌شناسی نوین» و تأمین غذای سالم و کافی برای جمعیت‌های رو به افزایش انسانی

به گزارش سازمان خواروبار جهانی (FAO)، هم‌اکنون حدود یک میلیارد نفر در جهان از گرسنگی و سوء تغذیه در رنج‌اند (FAO, 2008). برای غلبه بر این مشکل، باید به فکر تأمین مواد غذایی بیشتر، سالم‌تر و با کیفیت بهتر باشیم. به علاوه، ساکنان کره زمین باید خود را برای تأمین غذای حدود ۴/۸ میلیارد نفر در سال ۲۰۳۰ (Census Bureau, 2008) آماده کنند. «زیست‌شناسی نوین» می‌تواند با شناخت بیشتر سازوکارها و فرایندهای رشد گیاهان، انتخاب مصنوعی بر مبنای ژن‌ها به جای تمرکز بر فنوتیپ، تولید گیاهان تراژن با کمک فنون مهندسی ژنتیک، شناخت بیشتر تنوع زیستی، سیستماتیک و ژنومیک تکاملی و شناخت بیشتر اکوسیستم گیاهان زراعی به حل این مسئله کمک کند.

○ **شناخت رشد گیاه: آینده کشاورزی در گرو شناخت عمیق ساز و کارها و فرایندهای رشد گیاهان است؛ در حالی که علی‌رغم آشکار شدن ژنوم برخی گیاهان، دانش و اطلاعات پایه‌ای امروزی ما درباره رشد و نمو گیاهان هنوز بسیار اندک است.** داده‌های ژنومی هم به ما نمی‌گویند که هر ژن چگونه در تشکیل، تمایز و رفتار هر سلول مشارکت دارد، چگونه سلول‌ها با هم ارتباط برقرار می‌کنند و بافت تشکیل می‌دهند، یا چگونه بافت‌ها برای تشکیل اندام‌ها و سپس گیاه کامل با همدیگر همکاری می‌کنند. توالی‌یابی ژنومی نخستین گام در این راه است. بنابراین، باید گام‌های بعدی را در راه شناخت رشد گیاهان یکی پس از دیگری برداریم.

«زیست‌شناسی نوین» می‌تواند پژوهش‌های زیستی را با علوم فیزیکی،

مهندسی، علوم رایانه و ریاضیات تلفیق کند و مدلهایی برای نشان دادن رشد گیاهان در سطوح مولکولی و سلولی به وجود بیاورد. وجود این نوع مدل‌ها در کنار فهرست جامعی از گیاهان و نقشه روابط خویشاوندی بین آن‌ها، روش‌های نوینی برای پرورش گیاهان ایجاد خواهد کرد و به ایجاد محصولات جدید و سازگار با محیط منجر خواهد شد.

○ **انتخاب مصنوعی بر مبنای ژن‌ها:** انتخاب مصنوعی به روش سنتی برای به دست آوردن گیاهانی که صفات دلخواه ما را بروز می‌دهند، به وقت و سرمایه هنگفتی نیاز دارد. برای این کار نخست گیاهان مطلوب را آمیزش می‌دهند و پس از کاشتن دانه‌ها یا بخش‌های گیاهان حاصل، به مشاهده و انتخاب صفات دلخواه در آن‌ها می‌پردازند. با تکرار این نوع آمیزش‌ها، پس از چند نسل غربالگری گیاهان مطلوب را به دست می‌آورند. اما رویاندن هزاران گیاه برای مطالعه نسل بعد به زمان طولانی، فضای وسیع و سرمایه زیاد احتیاج دارد و بنابراین باعث محدودیت در تعداد آمیزش‌ها و آنالیز نتایج می‌شود. امروزه پژوهشگران در پرتو پیشرفت‌های حاصل از توالی‌یابی ژنومی، آنالیز ژنوم گیاهان و پیشرفت‌های بیوانفورماتیک در حال در انداختن طرحی نو به نام «انتخاب مصنوعی بر مبنای ژن‌ها» هستند.

امروزه، روش‌های کمی جدیدی در حال تکوین و تکمیل‌اند. از این روش‌ها برای شناسایی صفات مطلوب والدین در ژنوم فرزندان استفاده می‌کنند. با این روش‌ها می‌توان توالی ژنتیک یا ژنوتیپ میلیون‌ها زاده را در دانه‌ها یا دانه‌رست‌های نسل بعد تعیین و گیاهانی را که دارای ترکیب بهتری از صفات مطلوب هستند، غربالگری و جدا کرد. این کار علاوه بر صرفه‌جویی در وقت و فضای محیط کشت، باعث انتخاب دقیق‌تر ژن‌های دلخواه از میان تعداد بسیار بیشتری از زاده‌ها می‌شود و سرعت کلی ظرفیت فرایند پرورش گیاهان را افزایش می‌دهد.

○ **تولید و پرورش گیاهان زراعی مهندسی شده و تراژن:** یکی از ویژگی‌های

علف‌های هرز و خودرو این است که به بسیاری از شرایط محیطی مختلف سازگارند، گستره وسیعی از تغییرات محیط زیست را تحمل می‌کنند، سریع رشد می‌کنند و در مدتی نسبتاً کوتاه به تولیدکنندگی بالایی می‌رسند. امروزه می‌توان با شناسایی و انتقال ژن‌های دلخواه از گونه‌های غیرزراعی به DNA گیاهان زراعی بسیاری از سازوکارهای مولکولی مربوط به بهبود کیفیت و کمیت محصول را به شکل و نحو دلخواه تغییر داد. مثلاً، می‌دانیم که شدت فتوسنتز گیاهان C_3 بیشتر از گیاهان C_4 است. اگر بتوانیم توانایی شدت فتوسنتز گیاهان C_4 را به گیاهان C_3 منتقل کنیم، خواهیم توانست شدت فتوسنتز را در بسیاری از گیاهان غذایی جهان که به روش C_3 فتوسنتز انجام می‌دهند، افزایش دهیم. می‌توان با دستکاری غلظت هورمون‌ها نیز نه فقط رشد را بهینه کرد، بلکه باعث بهبود انتقال محصولات فتوسنتز به دانه‌ها و دیگر بخش‌های خوراکی گیاهان شد. روش‌های ژنتیک و مولکولی پیشرفته دیگری هم وجود دارند که می‌توانند سبب بهبود ارزش غذایی گیاهان زراعی شوند. مثلاً می‌توان غلظت چربی‌های ترانس را در روغن سویا کاهش داد (Fehr, 2007).

○ **شناخت هرچه بیشتر تنوع زیستی، سیستماتیک و ژنومیک تکاملی:** یکی از ابزارهای مورد نیاز برای ایجاد گیاهان زراعی جدید و بهبود گونه‌های موجود، پژوهش در زمینه‌های تنوع زیستی و زیست‌شناسی مقایسه‌ای و تکاملی است. فناوری‌های اطلاعات، تصویربرداری و توالی‌یابی ژن‌ها فقط چند مورد از پیشرفت‌هایی هستند که باعث پیشرفت سریع در شناخت و مدیریت تنوع زیستی شده‌اند؛ اما هنوز این روش‌ها کاربرد چندانی پیدا نکرده‌اند، چون بیشتر گونه‌های کره زمین هنوز کشف و نام‌گذاری نشده‌اند و ارزش خویشاوندی تکاملی آن‌ها نامعلوم است. آنالیزهای ژنومیک و رایانه‌ای برای مقایسه موجودات زنده موجب احیای سیستماتیک نیز می‌شود. گسترش سیستماتیک سودمندی‌های بسیار دارد؛ منابع مربوط به تنوع زیستی باعث کمک به

سازگاری و بهبود محصولات غذایی کشاورزی و انرژی‌های زیستی، شناخت عملکرد اکوسیستم‌ها و یافتن مواد شیمیایی فعال برای کاربردهای پزشکی و صنعتی می‌شود (Chivian & Bernstein, 2008).

○ شناخت اکوسیستم‌های گیاهان زراعی: گیاهان زراعی مانند همه گیاهان دیگر در محیطی پیچیده شامل عوامل نازیستی (فیزیکی)، مانند دما، رطوبت و نور و عوامل زیستی شامل ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها، حشرات و مانند آن‌ها رشد می‌کنند و محصول می‌دهند. بنابراین، شناخت بیشتر تعامل‌های سودمند و زیان‌مند بین این عوامل و گیاه به افزایش محصول کمک می‌کند. به‌علاوه، اجتماع‌های پیچیده میکروبی موجود در خاک که قبلاً مطالعه آن‌ها دشوار بود، نقش‌های مهمی در تهیه مواد مغذی و حفاظت گیاهان در برابر آفت‌ها و بیماری‌ها دارند. شناخت این اجتماع‌های میکروبی به افزایش تولیدکنندگی گیاهان منجر خواهد شد.

برای بهبود مقاومت گیاهان به بیماری‌های گیاهی ویروسی، باکتریایی و قارچی و نیز برای مقابله با حشرات آفت از مهندسی ژنتیک استفاده می‌شود. هنوز تا شناخت جزئیات فرایندهای رشد گیاهان، تهیه فهرست جامعی از گونه‌های گیاهی، شناخت خویشاوندی‌های تکاملی و شناخت سیستم‌های ارتباطی بین گیاهان، میکروب‌ها و حشرات راه زیادی مانده است که باید پیموده شود. برای این کار به زیست‌شناسان سلولی و مولکولی، بوم‌شناسان، زیست‌شناسان تکاملی و دانشمندان فیزیک و رایانه نیاز داریم. پژوهشگران پزشکی با تجربه کاری در زمینه سلول‌های بنیادی، دانشمندان علوم اعصاب با تجربه کاری در چگونگی نشان دادن فرایندهای درونی شبکه‌های نورونی و چگونگی پاسخ به سیگنال‌های خارجی، مهندسان محیط زیست با تجربه کاری در زمینه دیده‌بانی و ترمیم و بازسازی اکوسیستم‌های آلوده، آب‌شناسان، دانشمندان خاک و هواشناسانی که به بررسی سیستم‌های فیزیکی مؤثر بر رشد گیاهان

پرداخته‌اند، مورد نیازند. نتیجه کوشش‌های درهم‌آمیخته و متمرکز این گروه، پیشرفت دانش، ابداع ابزارهای جدید برای تولید گیاهانی خواهد بود که بتوانند در وضعیت‌های مختلف و متغیر محیطی با سرعت بیشتر رشد کنند و غذای کافی و سالم برای همه مردم جهان که در محیط‌های مختلف زندگی می‌کنند، تولید کنند.

«زیست‌شناسی نوین» و حفاظت از اکوسیستم‌ها، ترمیم و بازسازی اکوسیستم‌های آسیب دیده

انسان جزئی از شبکه حیات است و لذا نمی‌تواند بی‌نیاز و جدا از موجودات زنده دیگر و در تنهایی به زندگی ادامه دهد. مثلاً، نیازهای اساسی انسان، از اکسیژن، آب پاک و غذا گرفته تا مواد خام مانند سوخت از گیاهان به‌دست می‌آیند. به‌طور کلی منابع و سودهایی را که مجموع موجودات زنده هر اکوسیستم در بر دارند، «خدمات اکوسیستم»

درهم‌آمیختگی زیست‌شناسی رشد و نمو تکاملی و بوم‌شناسی

زیست‌شناسی تکاملی رشد و نمو (evo-devo) که حدود ۲۰ سال است پدیدار شده و پیشرفت کرده، ابزاری توانمند برای درهم‌آمیختن زیست‌شناسی نظری و زیست‌شناسی عملی در بین سطوح سازمانی جانداران از مولکول تا اکوسیستم است. بررسی‌های پژوهشگران زیست‌شناسی تکاملی رشد و نمو نشان داده‌اند که طرح‌های بدن جانوران ممکن است حاصل بیان یکی از ژن‌های حفظ شده (مانند ژن‌های هومئوباکس) و شبکه‌های ژنی باشد. پیشرفت در جنبه‌های پژوهشی این موضوع در گرو رشد پیوسته ابزارهای رایانه‌ای و ریاضی برای بررسی پیوندهای بین رشد و نمو و تکامل و تعیین عوامل محیطی است که در طول حیات فرد و نیز در مسیر تکامل بر فرایندهای رشد و نمو اثر می‌گذارند. مثلاً آنالیز داده‌های حاصل از توالی ژنومی که برای بررسی تبارزایی سلسله جانوران لازم است، به ۱۲۰ پرازدنده تمام‌وقت به مدت چند ماه نیاز دارد (Hejnal et al, ۲۰۰۹). در حال حاضر محدودیت‌های فنی کاربرد گسترده چنین رویکردهایی را محدود می‌کند و این نشان می‌دهد که به آنالیز رایانه‌ای کارآمدتری برای چنین مجموعه‌های داده‌های عظیمی نیاز است.

موضوع زیست‌شناسی تکاملی رشد و نمو اکنون برای درهم‌آمیختن همه سطوح سازمان‌بندی جانداران از مولکول تا جاندار آماده است. مثلاً در سطح اکوسیستم، زیست‌شناسان مدت‌هاست می‌دانند که متغیرهای محیطی مانند دما و طول روز می‌توانند بر فرایندهای رشد و نمو اثر بگذارند. اما تا چندی پیش زیست‌شناسان رشد و نمو تقریباً به‌طور کامل در پی شناخت فرایند رشد از ژن تا جاندار بود، یعنی تاکنون بررسی می‌کردند که سلول‌ها و بافت‌های جانداران چگونه از لقاح تا مرگ تغییر می‌کنند و به پیش می‌روند. هنوز تا شناخت این فرایندها راه زیادی باقی مانده است؛ اما در عین حال می‌تواند در زمینه‌ای به نام بوم‌شناسی رشد و نمو یا eco-devo جای گیرد.

فرایندهای رشد و نمو غالباً نشانگر اختلالات محیط زیستی اند. مثلاً پراکنش جغرافیای زیستی جانوران دریایی را حساسیت نوزاد آن‌ها به دما تعیین می‌کند. به‌نظر می‌رسد تغییرات دمای آب اقیانوس‌ها و الگوهای جریان‌های دریایی بر پراکنش شمار زیادی از تاکسون‌های دریایی مؤثرند. این تغییرات بر جنبه‌های بسیاری از روابط بین اقیانوس و انسان مانند ماهی‌گیری مؤثر است. پیش‌بینی و به حداقل رساندن اثرهای تغییرات محیطی بر رشد و نمو، گسترده‌تر کردن پراکنش گونه‌ها و افزایش خدمات اکوسیستم‌ها به همکاری بین زیست‌شناسان رشد و نمو، بوم‌شناسان، دانشمندان علوم رایانه، اقیانوس‌شناسان و دانشمندان اقلیم‌شناس و دیگران نیاز دارد.

می‌نامند (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). میزان خدمات هر اکوسیستم به تولیدکنندگی گیاهان بستگی دارد. پایدار کردن اکوسیستم‌ها به‌طوری که حتی در صورت تغییر اقلیم تغییری در تولیدکنندگی آن‌ها روی ندهد، موجب ارتقای کیفیت زندگی انسان می‌شود. برای حفاظت واقعی از اکوسیستم‌های طبیعی چه باید کرد؟ برای این کار به چند چیز نیاز داریم: یکی پیشرفت بنیادی در دانش و دیگر توسعه نسل جدیدی از ابزارها و فناوری‌ها برای شناخت کارکرد اکوسیستم‌ها، اندازه‌گیری خدمات اکوسیستم‌ها و تغییرات آن‌ها، احیای اکوسیستم‌های تخریب شده و کاهش اثرهای نامطلوب فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیمی. «زیست‌شناسی نوین» می‌تواند با ترکیب و تلفیق دانش بوم‌شناسی با زیست‌شناسی موجودات زنده، زیست‌شناسی تکاملی و مقایسه‌ای، اقلیم‌شناسی، آب‌شناسی، خاک‌شناسی و علوم محیط زیست، مهندسی عمران و سیستم‌ها و زبان ریاضی، مدل‌سازی و علوم رایانه‌ای به این پیشرفت کمک کند. به‌هم‌پیوستگی این رشته‌ها، باعث پیشرفت‌های بزرگ در زمینه دیده‌بانی عملکرد اکوسیستم‌ها، شناسایی خطرهایی که اکوسیستم‌ها را تهدید می‌کنند و دخالت مؤثر ما برای حفاظت از عملکرد اکوسیستم می‌شود.

○ دیده‌بانی خدمات اکوسیستم:

خدمات اکوسیستم متنوع‌اند. اندازه‌گیری بعضی از این خدمات آسان‌تر از بعضی دیگر است. مثلاً، محاسبه مقدار چوب یک جنگل آسان‌تر از محاسبه میزان عملکرد حفاظتی جنگل مانگرو در برابر سیلاب‌های ساحلی است. محاسبه‌های کیفی مانند اثرهای اکوسیستم‌ها بر کیفیت هوا و آب یا محاسبه کرنی که در اکوسیستم‌های طبیعی و بکر انباشته می‌شود، حتی شناسایی تغییراتی که در تنوع زیستی روی می‌دهند دشوارتر از آن است. اما اگر بخواهیم ارزش اکوسیستم‌ها را اندازه بگیریم، حتی اگر اثرهای فعالیت‌های انسانی را شناخته باشیم و تصمیم‌های مدیریتی را براساس پایه‌های علمی گرفته

باشیم، باید روش‌ها و ابزارهای لازم را برای دیده‌بانی وضعیت اکوسیستم داشته باشیم.

○ علوم و فنون پیشرفته بازسازی

اکوسیستم: پزشکان پس از تشخیص بیماری به گزینه‌های متعدد درمانی می‌اندیشند. اما پزشک اکوسیستم بیشتر از چند تیر در تیردان ندارد. ما هنوز ابزاری برای مدیریت بیوسفر در اختیار نداریم. در دو سوی طیف مدیریت اکوسیستم‌ها این دو گزینه قرار دارند: نگهداری برخی اکوسیستم‌ها در وضعیت طبیعی و دست‌نخورده یا انجام دادن فعالیت‌های انسانی بدون محاسبه یا پیش‌بینی اثرهای اکولوژیک این فعالیت‌ها. «زیست‌شناسی نوین» می‌تواند به‌ارتقای توان ظرفیت ارزیابی اثرهای فعالیت‌های انسانی بر خدمات اکوسیستم و تهیه گزینه‌هایی برای به حداقل رساندن یا بهبود آن اثرها کمک کند. بوم‌شناسی بازسازی یکی از زیرشاخه‌های در حال رشد بوم‌شناسی است و کلیدهایی در ترسیم و بهبود خدمات اکوسیستم‌ها را در مناطق آسیب دیده در اختیار دارد. نقش بوم‌شناسی بازسازی بهبود تولیدکنندگی گیاهان زراعی، کاهش نیاز به انرژی و کاستن از سرعت کاهش تنوع زیستی است.

هم‌اکنون برای ارائه طرح‌های بهینه حفاظت از گونه‌ها دو نوع تحلیل رایانه‌ای انجام می‌شود: تحلیل شکاف کاربرد رایانه است برای یافتن شکاف در مناطق حفاظت شده یعنی جاهایی که تنوع زیستی در آن کاهش یافته است. برای این کار نخست برای نشان دادن وضعیت توپوگرافی، ریشی، آب‌شناسی و مالکیت زمین منطقه نقشه‌های رایانه‌ای تهیه می‌کنند و سپس برای نشان دادن پراکنش گونه‌های گیاهی و جانوری نقشه‌هایی رسم می‌کنند. وقتی که این نقشه‌ها با هم منطبق می‌کنند، معلوم می‌شود که در چه مناطقی لازم است حفاظت صورت گیرد (کرام‌الدینی، م. ۱۳۹۱).

■ «زیست‌شناسی نوین» و کمک به تأمین انرژی‌های پاک

نیاز سالانه جهان به انرژی تقریباً به

حدود تولید ناخالص داخلی (GDP) رسیده است و انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۰ حدود ۶۰ درصد افزایش یابد. بیشتر این افزایش به علت نظام‌های اقتصادی سریع‌تر در حال توسعه، مانند هندوستان و چین است (IEA, 2008). بیش از سه‌چهارم نیازهای کنونی جهان از منابع فسیلی تأمین می‌شود (EIA, 2007). می‌دانیم که سوخت‌های فسیلی موجب افزایش کربن‌دی‌اکسید جو و در نهایت باعث گرمایش زمین می‌شوند (Houghton & Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group I., 2001). جمعیت‌های در حال رشد به استانداردهای بالاتر و در نتیجه به انرژی بیشتر نیاز دارند. محیط زیست از استخراج سوخت‌های فسیلی و نیز از آلودگی‌های حاصل از سوخت آن‌ها آسیب می‌بیند. بدین لحاظ، منابع پایدار، مؤثر و پاک انرژی برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی اهمیت بسیار دارند. «زیست‌شناسی نوین» می‌تواند به پیشرفت تولید سوخت‌های زیستی کمک کند.

نخستین روش کسب انرژی سوزاندن زی‌توده مانند چوب برای به دست آوردن گرما بود. سپس تبدیل سلولز خام به سوخت مایع، به استفاده از زی‌توده بهبود بخشید. امروزه به‌ویژه برای جانشین کردن سوخت‌های زیستی با سوخت‌های فسیلی مخصوصاً برای حمل‌ونقل کوشش‌هایی در جریان است.

«کاربرد مؤثرتر زی‌توده گیاهی، یعنی تولید سوخت‌های زیستی بر عهده «زیست‌شناسی نوین» است. می‌دانیم که گیاهان منبع سلولزند و در اینجا تبدیل سلولز به سوخت‌های دیگر مبنای کار است.» در این مورد چند اقدام می‌توان به عمل آورد: انتخاب درست گیاهان به‌عنوان منابع زی‌توده، مهندسی کردن این گیاهان برای رشد بیشتر با انرژی کمتر، آب و کود کمتر و فراهم کردن آنزیم‌های مهندسی شده برای تجزیه بهتر سلولز. بهینه کردن هر کدام از اجزای این سیستم بر اجزای دیگر مؤثر است. برای هر کدام از این مراحل گزینه‌های متعدد وجود دارد. کدام گیاهان می‌توانند با کمترین مقدار آب و کود و کمترین اثر بر

محیط زیست خود بیشتری مقدار زی توده را تولید کنند؟ چگونه می توان این گیاهان را طوری تغییر داد که زی توده بیشتری تولید کنند و سلولزی بسازند که تجزیه آن آسان تر باشد. چگونه می توان این زی توده را به سوخت تبدیل کرد؟ چه آنزیم ها و مسیرهای متابولیکی ای در میکروارگانیسم ها وجود دارند که می توان از آن ها برای تبدیل زی توده استفاده کرد؟ چگونه می توان فرایند تخمیر را برای تولید سوخت بیشتر و ارزان تر بهینه کرد؟ کار روی یکایک این پرسش ها در حال انجام است و «زیست شناسی نوین» می تواند تجربه ها را از منابع مختلف جامعه علمی یکجا جمع کند و دانشی بنیادی و راه های نوینی به وجود آورد.

○ بهینه سازی منابع زی توده برای سوخت های زیستی: ... امروزه تقریباً همه سوخت های زیستی از تخمیر نشاسته و تبدیل آن به اتانول انجام می شود. بنابراین باید تکیه را از روی غلات برداریم و به فکر منابع دیگر هم باشیم و محصولات پراثری ای را که منابع مستقیم فرایند تخمیر هستند، مانند نیلشکر یا سورگوم شیرین یا منابع مواد سلولزی را توسعه دهیم. محصولات جانبی کشاورزی و کارخانه ها در این مورد از الویت برخوردارند. دانش، ابزار و فناوری های بنیادی در رویکردهای «زیست شناسی نوین» برای چالش غذا باید به طور مستقیم در این موارد

به کار رود: شناخت رشد گیاهان، پیشرفت روش های پرورش گیاهان بر مبنای ژن ها، مهندسی تراژنی و ژنتیک؛ پیشرفت در تنوع زیستی، سیستماتیک و ژنومیک تکاملی و شناخت اکوسیستم گیاهان زراعی. بنابراین، کشاورزی همراه با تحقیقات انرژی در این راه می توانند کمک کنند.

امروزه ریز جلبک ها را منابعی غنی و مناسب برای تأمین سوخت های زیستی می دانند. محتوای نسبتاً بالای لیپید، نشاسته و پروتئین و فقدان چوب که نمی توان آن را به آسانی تخمیر کرد، باعث شده اند که ریز جلبک ها نماینده ای آرمانی برای تولید متان زیستی باشند (بخشی پور، ه. ۱۳۹۱).

○ شناسایی و بهینه سازی

کاتالیست های زیستی میکروبی: اتانول نخستین سوخت زیستی است که از تخمیر قند توسط نوع وحشی مخمر به دست می آید. اما اتانول نقص هایی دارد، مانند چگالی انرژی پای کمی، فشار زیاد بخار و حلالیت در آب. اکنون با روش های کارآمد توالی یابی، اندازه گیری خودکار بیان ژن ها و مهندسی متابولیک می توان نسل دوم سوخت های زیستی را به دست آورد. الکل های درشت تر، اسیدهای چرب بلند زنجیره و حتی مشتقات آن ها یعنی همه محصولات که توسط میکروارگانیسم ها ساخته می شوند و می توان روی آن ها پردازش شیمیایی انجام

داد، سوخت های زیستی آینده هستند. باید برای هر نوع مولکول سوخت زیستی میزان میکروبی خاصی انتخاب کرد، باید مسیرهای متابولیک را شناخت و با استفاده از روش های نو ترکیبی، جاندار را مهندسی کرد تا به میزان و سرعت دلخواه سوخت زیستی تولید کنند. یکی از دشواری های تولید سوخت های زیستی تولید سوخت ارزان تر از تخمیر نشاسته است. در اینجا نیز تنها کمک «زیست شناسی نوین» می تواند هماهنگ کننده فعالیت هایی باشد که برای شناسایی و مهندسی میکروارگانیسم ها صورت می گیرد، مثلاً با تنظیم دائمی نسبت مواد مغذی و محصولات نهایی به حداکثر می رساند. این سیستم های بهینه سوخت های زیستی نسل بعدی را ارزان تر و قابل رقابت با بنزین می کنند.

○ تولید سوخت های زیستی رویکردی

سیستمی: در مسیر تهیه استانداردهایی برای سوخت های جانشینی چند گام وجود دارد. این گام ها به هم پیوسته اند و برای هر کدام به رویکردی درهم آمیخته که شامل دانشمندان و متخصصان مهندسی باشد نیاز است. برای بهینه کردن سیستم تبدیل زی توده به سوخت های زیستی به کوشش های درهم آمیخته دانشمندان علوم گیاهی، میکروبیولوژیست ها، بوم شناسان، مهندسان پردازش شیمیایی و صنعتی، زیست شناسان

تبدیل زی توده به مواد شیمیایی و دارو

فناوری های تخمیر می توانند زی توده را به سوخت های مایع و دیگر مواد شیمیایی ارزشمند تبدیل کنند. می توان با دستکاری میکروارگانیسم ها مواد شیمیایی، آنزیم های صنعتی و مواد دارویی را در مقیاس صنعتی تولید کرد. نخستین ماده ای که با استفاده از جانداران مهندسی شده تولید شد، انسولین بود که در سال های دهه ۱۹۸۰ به تولید صنعتی رسید. پس از آن شمار بسیاری پروتئین دارویی و فعال، آنتی بیوتیک، ویتامین و آمینواسید برای تغذیه جانوران و انسان تولید شدند. امروزه از میکروارگانیسم ها به طور گسترده برای تولید آنزیم های صنعتی گوناگون استفاده می شود. اکنون سالانه بیش از ۱۰ هزار تن مواد شیمیایی مختلف از این راه تولید می شود. مثلاً لاکتیک اسیدی را که باکتری ها تولید می کنند، می توان پلی مری و به شکل های الیافی و نیز غیر رشته ای در آورد. تولید مقادیر زیاد پروپان دیول (PDO) با استفاده از باکتری E. coli در سال ۲۰۰۷ انجام شد. PDO کاربردهای گوناگونی دارد و از آن برای مواد مختلفی استفاده می شود. PDO زیستی جزء بسیار مهم پلی مر تری متیلن ترفتالات (trimethylene terephthalate) است. اکنون می توان انتظار تولید طیف گسترده ای از واحدهای ساختاری را داشته باشیم، مانند سوکسینیک اسید، دودکان دیوئیک اسید (dodecanedioic acid) و پی-هیدروکسی بنزوئیک اسید (p-hydroxybenzoic acid) که از تخمیر زی توده به دست خواهند آمد (Pacific Northwest National Laboratory, ۲۰۰۹).

مولکولی، ژنتیک‌دانان و بسیاری دیگر نیاز است. درهم آمیختن کوشش‌های این گروه‌ها لزوماً به معنی یک‌کاسه کردن آن‌ها نیست. در واقع، فراساختارهای اطلاع‌رسانی و ارتباطی همکاری‌ها را تسریع خواهند کرد. «زیست‌شناسی نوین» منابع لازم برای جذب مغزهای برتر از میان مجامع علمی برای حل مسئله و تولید ابزارها و فناوری‌های لازم برای موفقیت را فراهم خواهد کرد. کوشش‌های هماهنگ برای بهینه کردن تبدیل زی‌توده به سوخت زیستی دانش و فناوری لازم برای بخش‌های دیگر مانند مواد دارویی و صنعتی را نیز فراهم می‌کند.

«زیست‌شناسی نوین» و سلامت انسان

دیدیم که رویکرد «زیست‌شناسی نوین» برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی، عمدتاً دیده‌بانی عملکرد اکوسیستم‌ها و تلاش برای اصلاح آن‌ها، در صورت خروج از تعادل است. رویکرد «زیست‌شناسی نوین» برای حفظ یا بازگردانی سلامت انسان نیز همین‌طور است؛ یعنی دیده‌بانی سلامت یکایک افراد جامعه، به بیان دیگر نظارت بهداشتی و سلامتی روی فرد فرد انسان‌های جامعه به‌منظور حفظ سلامت آنان و رفع بیماری‌ها.

در حال حاضر تصمیم‌گیری‌های پزشکی بیشتر براساس حدس، گمان و کاربرد حساب احتمالات روی صورت می‌گیرد. مثلاً، می‌دانیم که برخی داروها بعضی بیماری‌ها را در برخی افراد به آسانی درمان می‌کنند، در حالی که در بعضی دیگر از انسان‌ها همان داروها بر همان بیماری نه‌تنها مؤثر نیستند، بلکه اثرهای جانبی خطرناک هم بر جای می‌گذارند؛ یا گفته می‌شود که در بسیاری افراد افزایش میزان کلسترول خون باعث افزایش احتمال بروز بیماری‌های قلبی می‌شود، در حالی که برخی افراد دیگر که میزان کلسترول خون آنان بالاست، به بیماری قلبی دچار نمی‌شوند؛ مثال دیگر در رابطه با سرعت دست‌اندازی

(متاستازی) تومورهای سرطانی است. معمولاً تومورهای سرطانی با شدتی قابل پیش‌بینی دست‌اندازی خود را به پیش می‌برند، در حالی سرعت و شدت دست‌اندازی تومور در بدن برخی دیگر از افراد جامعه بسیار سریع‌تر از حد معمول است.

می‌دانیم که هر فرد انسان در محیطی خاص رشد می‌کند و ترکیب ژنی خاص و منحصر به فردی دارد. تعامل این دو، یعنی ترکیب منحصر به فرد محیط و ژن‌های انسان در سلامت او تأثیر بسیار دارد. اما ما هنوز از روابط بین ترکیب ژنی هر فرد با تاریخ محیط زیست او که در دجاری او به بیماری‌ها تأثیر دارند، از میزان حساسیت او به عوامل بیماری‌زا و از میزان پاسخ او به درمان‌ها چیزهای زیادی نمی‌دانیم. شناخت عملکرد و تعامل بین سیستم‌ها و شبکه‌های پیچیده

«زیست‌شناسی نوین» ممکن است حتی زیست‌شناس نباشد یا اصلاً نخواهد در آینده نیز زیست‌شناس شود؛ بلکه فیزیک‌دانی باشد که قوانین فیزیکی را در محیط سلول بررسی می‌کند، یا ریاضی‌دانی باشد که معادله‌ای جدید برای توصیف تعامل‌های درون‌شبکه‌ای زیستی کشف کرده است. اینان همگی بدون توجه به اینکه فیزیک‌دان یا ریاضی‌دان‌اند، در واقع «زیست‌شناس نوین»‌اند

برای دانستن این نادانسته‌ها ضروری است.

● **چالش ژنوتیپ- فنوتیپ:** امروزه ابزارها و روش‌های توالی‌یابی ژنوم‌ها به اندازه‌ای پیشرفت کرده و ارزان شده است که می‌توان به آسانی به ژنوم کامل همه افراد بشر دست یافت. می‌دانیم که فنوتیپ هر فرد به‌طور مستقیم با ژنوم او در ارتباط است. از آنجا که اطلاعات و نقشه همه فرایندهای زیستی روی ژنوم موجود است، تنوع ژنی افراد باعث ایجاد تنوع در عملکرد شبکه‌هایی می‌شود که سلامت انسان به آن‌ها بستگی دارد. شناخت ارتباط بین توالی ژنوم فرد و سلامت او چندان دشوار به‌نظر نمی‌رسند، اما دو عامل دیگر بر پیچیدگی موضوع می‌افزایند: یکی تأثیر

محیط زیست بر چگونگی اجرای نقشه ژنی و دیگر نحوه ارتباط بین ژنوتیپ و فنوتیپ. مثلاً، می‌دانیم در صورتی که مدتی را در هوای کم‌اکسیژن بلندی‌ها بگذرانیم، تعداد گویچه‌های سرخ خون‌مان افزایش می‌یابد. این صفت در همه انسان‌ها وجود دارد. به بیان دیگر همه افراد پتانسیل ژنی سازگاری‌های محدودی با محیط‌های خاص را دارند. عوامل محیطی، مانند تغذیه، ورزش، تابش خورشید، مواد شیمیایی، ویروس‌ها و باکتری‌ها همگی می‌توانند بر ارتباط میان ژنوتیپ و فنوتیپ اثر بگذارند. به علاوه، انواع جدیدی از فرایندهای تنظیم ژنی نیز شناخته شده‌اند؛ مانند سازوکارهای اپی‌ژنتیک و RNAهای کوچک مداخله‌گر که در آن قطعه‌های کوچک RNA بیان یا ترجمه ژن‌ها را تنظیم می‌کنند.

دومین عامل پیچیدگی موضوع که به‌تازگی به چالش شناخت ارتباط بین ژنوتیپ و فنوتیپ افزوده است، شناخت ارتباط‌های تنگاتنگ ژنوم‌های اجتماع‌های پیچیده میکروبی دور و بر ما با ماست؛ یعنی میکروبیوم‌های درون و روی بدن ما نیز بر سلامت ما اثر دارند. انبوهی از یافته‌ها درباره تأثیر این میکروبیوم‌ها بر سلامت انسان، شناخت ما را از سلامت و چگونگی حفظ آن دگرگون کرده است. آشکار شده

است که برای شناخت واقعی سلامت انسان شناخت ژنوم انسان کافی نیست، بلکه به شناخت ژنوم‌های همه اجتماع‌های میکروبی موجود در محیط زیست نیز احتیاج داریم. شگفت‌آور است که شمار میکروب‌های بدن یک انسان سالم و عادی بیش از ده برابر شمار سلول‌های بدن اوست. این میکروب‌ها عملکردهای اساسی بسیاری دارند. مثلاً میکروب‌های موجود در روده انسان امینواسیدهای ضروری و ویتامین می‌سازند و نیز کربوهیدرات‌های پیچیده را گوارش می‌دهند (Backhed et al., 2005).

امروزه ژنومیک و دیگر فناوری‌های نوین، شناسایی میکروبیوم انسانی و عوامل انتشار، عملکرد و تکامل آن‌ها را امکان‌پذیر کرده

است. شناخت ارتباط بین ژنوتیپ و فنوتیپ نه فقط باید انسان را در بر گیرد، بلکه باید شامل ژنوم‌های میکروارگانیسم‌های درون و روی بدن ما هم باشد. تحقیق دربارهٔ تأثیر ویروس‌ها بر سلامت انسان باید با شناخت بیشتر نقش آن‌ها در ایجاد سرطان‌ها (مانند HIV، سارکوما کاپوزی^۱، ویروس پاپیلوما انسانی و سرطان گردن رحم)، بیماری‌های خودایمنی و دیگر بیماری‌های مزمن از یک سو و نقش پاسخ ایمنی بدن انسان به ویروس‌ها همراه باشد.

شواهد فزاینده‌ای نشان می‌دهند که بسیاری از بیماری‌ها، مانند دیابت‌های نوع ۱ و ۲، بیماری‌های کرونری قلب و گلیوبلاستوما معمولاً نتیجهٔ نارسایی‌های بزرگ در چند ژن نیستند، بلکه در نتیجهٔ نارسایی‌های کوچک

در شمار زیادی از ژن‌ها به وجود می‌آیند (Altshuler et al., 2008). به‌نظر می‌رسد عواملی محیطی بسیاری (مانند عفونت‌های ویروسی) که باعث تغییرات ژنی می‌شوند، می‌توانند بیماری‌های همانندی ایجاد کنند. برای شناخت چگونگی تعامل ژن‌ها در شبکه‌های تنظیمی و چگونگی تأثیر پذیری این شبکه‌ها از عوامل خارجی، باید شبکهٔ پیچیدهٔ تعامل‌های بین فنوتیپ بیماری‌ها را آشکار کرد.

مطالعات دامنه‌داری که ارتباط بین فنوتیپ و ژنوتیپ را بررسی کرده‌اند، تنوع ژنتیک (هم در انسان و هم در میکروارگانیسم‌ها) و عوامل محیطی بسیار زیادی را که با بیماری‌های خاصی همکاری می‌کنند شناسایی کرده‌اند.

در حال حاضر شکاف بسیار عمیقی بین نحوهٔ این همکاری‌ها و سازوکار ایجادکنندهٔ بیماری وجود دارد. اما اگر مراقبت‌های سلامتی از درمان‌محوری بر اساس آمار و احتمالات به وضعیت خاص هر فرد تغییر کند، یعنی طب کاملاً شخصی به وجود آید، این شکاف بین ژنوتیپ و فنوتیپ پر خواهد شد. تاکنون هیچ مؤسسه‌ای روی این کار سرمایه‌گذاری نکرده است. در واقع این چالشی است که از یک سو به جامعه‌ای از پژوهشگران مبتنی بر «زیست‌شناسی نوین» نیاز دارد و از سوی دیگر به منابع علمی و تکنیکی، دانشمندان دولتی و بخش خصوصی نیازمند است.

○ **شناخت شبکه‌ها:** بین نقطهٔ آغازی ژنتیک، یعنی توالی DNA هر فرد تا نقطهٔ

در حال حاضر تصمیم‌گیری‌های پزشکی بیشتر بر اساس حدس، گمان و کاربرد حساب احتمالات روی صورت می‌گیرد. مثلاً، می‌دانیم که برخی داروها بعضی بیماری‌ها را در برخی افراد به آسانی درمان می‌کنند، در حالی که در بعضی دیگر از انسان‌ها همان داروها بر همان بیماری نه تنها مؤثر نیستند، بلکه اثرهای جانبی خطرناک هم بر جای می‌گذارند

پایانی فنوتیپ او که در اینجا سلامت فرد است، مجموعه‌ای از شبکه‌های پیچیده، متفاوت و مرتبط به هم وجود دارند. پژوهشگران بیوشیمی و پزشکی به‌تازگی توانسته‌اند تعامل‌های بین این شبکه‌های پیچیدهٔ ساختاری و متابولیک را که بر هم

خوردن نظم آن‌ها سبب از دست رفتن سلامت می‌شود، بررسی کنند. در مسیری که از ژنوتیپ تا فنوتیپ ادامه دارد هر شبکه با چند میانجی مانند چرخه‌های خودتنظیمی به دیگر شبکه‌ها مرتبط است. این شبکه‌های پیچیده از مدارها، ژن‌های متعامل، محصولات ژن‌ها، متابولیت‌ها و سیگنال‌هایی تشکیل شده‌اند که اگر چه مانند مدارهای مجتمع الکترونیک با هم همکاری می‌کنند؛ اما بر خلاف مدارهای الکترونیک، تقریباً همهٔ اجزای آن‌ها دائماً در حال تغییرند و بر هم اثر می‌گذارند. امروزه می‌توان این سیستم‌های پیچیده را در محیط‌های زنده با روش‌ها و ابزارهای رایانه‌ای تحلیل کرد و دریافت که تغییر هر جزء چه اثری بر کل سیستم دارد. تاکنون بسیاری از این اجزا، مدارها و تعامل‌ها شناسایی شده‌اند، اما هنوز شناختی کلی و واقعی از آن‌ها به دست نیامده است. زیست‌شناسان نوین دانش بنیادی را با آنالیزهای رایانه‌ای و فیزیکی درهم می‌آمیزند و سعی می‌کنند رویدادهای پیچیده‌ای مانند چگونگی رشد و نمو جنین یا چگونگی تمایز سلول‌های دستگاه ایمنی را در نمایی کلی بررسی کنند. یکی از پیچیده‌ترین، جالب‌ترین و کم‌شناخته‌شده‌ترین شبکه‌ها، شبکه‌های نورونی‌اند که برای یادگیری، حافظه، حرکت و شناخت با هم همکاری می‌کنند.

○ **مطالعهٔ سیستم‌های پیچیده به‌طور مستقیم در انسان:** همان‌طور که قبلاً

نانوفناوری: شبکه‌ی مصنوعی

ماهیت درهم‌آمیختهٔ علوم فیزیکی و زیستی در پیشرفت‌های تولید شبکه‌ی مصنوعی به خوبی نشان داده می‌شود. شبکه‌ی مصنوعی دستگاهی است محصول چند آزمایشگاه مختلف. این دستگاه در بیمارانی که دچار تحلیل لکه‌ای شبکه‌ی هستند، به خوبی کار می‌کند. تحلیل لکه‌ای شبکه‌ی مسبب نابینایی در کهنسالان است. می‌دانیم که نورون‌های مسئول درک نور بر سطح شبکه‌ی جای دارند به طوری که می‌توان آن‌ها را به الکترودها متصل کرد. ریز تراشه‌هایی شامل مجموعهٔ میله‌های منظم از سلول‌های میکروسکوپی خورشیدی که می‌توانند نور را به ضربه‌های الکتریکی تبدیل کنند، در چشم این نوع بیماران جای داده شدند. بیمارانی که نابینا بودند، توانستند با ۶۰ ردیف الکترود اشیا را ببینند و خطوط درشت روزنامه‌ها را بخوانند. (<http://www.artificialretina.energy.gov>)

گفتیم، کار کردن روی جانداران مدل بسیار پرثمر است؛ چون بسیاری از مسیرهای اساسی رشد و متابولیسم در مسیر تکامل حفظ شده‌اند و علم ژنومیک تفاوت‌ها و شباهت‌های بین جانداران را به گونه‌ای مشروح آشکار می‌کند. بنابراین پیشرفت‌هایی که در فنون و روش‌های تصویربرداری و زیست‌شناسی رایانه‌ای به‌دست آمده‌اند، به ما کمک می‌کنند تا اطلاعاتی از جانداران مدل به‌دست آوریم و آن‌ها را به انسان تعمیم دهیم.

رویکرد دیگر بررسی محصولات نهایی فعالیت ژن‌هاست که شامل مجموعه پروتئین‌ها و متابولیت‌ها هستند. فناوری‌های شناسایی پروتئوم (مجموع پروتئین‌ها) و متابولوم (مجموع متابولیت‌های موجود در یک نمونه) که هنوز ناتوان‌تر و در عین حال گران‌تر از فناوری‌های توالی‌یابی‌اند، به‌گونه‌ای فزاینده برای تولید نمایه‌هایی از مایعات بدن مانند خون، عرق و ادرار به‌کار گرفته می‌شوند که شامل محصولات اصلی و جانبی فرایندهای متابولیک هستند و فعالیت ژنوم فرد را همراه با فعالیت میکروبیوم اختصاصی او مشخص می‌کنند. این نمایه‌ها را می‌توان مثلاً برای طراحی داروهای اختصاصی شخصی، یعنی داروهایی که در آن‌ها تفاوت‌های افراد در تجزیه و ترکیب مواد دارویی نیز در نظر گرفته شده است، به‌کار گرفت.

پی‌نوشت‌ها

۱. موضوع اصلی این نوشته از این منبع اقتباس شده است: Committee on a New Biology for the 21st Century (2009); A New Biology for the 21st Century; ISBN: 0-309-14489-2, 112 pages, 6 x 9; The National Academies Press, Washington DC.
۲. reductionism
۳. معروفیت کارل وُز (Carl Woese) بیشتر به علت شناسایی آرکی‌ها و جدا کردن آن‌ها در دُمین جداگانه است
۴. اندامک، سلول، بافت، اندام، جاندار، جمعیت، اجتماع، اکوسیستم و بیوسفر
۵. emerge
۶. پروژه موسوم به هزارژنوم پژوهشی بین‌المللی برای تهیه فهرست تنوع ژنی انسان است که در ژانویه ۲۰۰۸ آغاز شد. دانشمندان در نظر داشتند به مدت سه سال ژنوم حداقل یک‌هزار نفر انسان را از قومیت‌های مختلف به طور ناشناس بررسی کنند. در سال ۲۰۱۰ مرحله آزمایشی این پروژه به پایان رسید و نتایج آن در مجله نیچر منتشر شد. در اکتبر ۲۰۱۲ نیز نتایج تنوع توالی ۱۰۹۲ ژنوم در همین مجله به چاپ رسید.
۷. Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI)
۸. confocal microscopy
۹. Cryogenic Electron Tomography (Cryo-ET)
۱۰. Fluorescent Semiconductor Nanocrystals (quantum dots/ qdots)
۱۱. multispectral imaging
۱۲. High-Throughput
۱۳. mass spectrometry
۱۴. Systems Biology
۱۵. genome assembly
۱۶. Hidden Markov models
۱۷. Bayesian networks
۱۸. The International Genetically Engineered Machine
۱۹. Kaposi's sarcoma

منابع

۱. بخشی پور، ه. (مترجم)؛ کاربرد ریزجلبک‌ها در تولید سوخت‌های زیستی، رشد آموزش زیست‌شناسی، شماره ۸۹، زمستان ۱۳۹۱، صص ۴۳-۴۷.
۲. روزبه، م.؛ در خط مقدم جبهه زیست‌شناسی؛ رشد آموزش زیست‌شناسی، شماره ۵۸، بهار ۱۳۸۴.

۳. کاس (ترجمه محمد رضا خوش بین خوش نظر)؛ می‌خواهم مولکول‌ها به سازم برقصند؛ رشد آموزش زیست‌شناسی شماره ۹۱، تابستان ۱۳۹۲؛ صص: ۱۱-۱۵.
۴. کرام‌الدینی، م.؛ آرمانشهری که زیست‌شناسان خواهند ساخت؛ رشد آموزش زیست‌شناسی، شماره ۸۵، زمستان ۱۳۹۰، صص ۳-۲.
۵. کرام‌الدینی، م. (مترجم)؛ پاسداری از حیات وحش؛ رشد آموزش زیست‌شناسی؛ شماره ۸۷، تابستان ۹۱، صص ۱۰-۱۳.
۶. مایر، ارنست (ترجمه محمد کرام‌الدینی)؛ در جست‌وجوی جایگاه زیست‌شناسی؛ رشد آموزش زیست‌شناسی؛ شماره ۵۷، زمستان ۸۳؛ ص ۶.
7. Altshuler, D., Daly, M. J., & Lander, E. S. (2008). Genetic mapping in human disease. *Science*, 322 (5903), 881-888.
8. Backhed, F., Ley, R. E., Sonnenburg, J. L., Peterson, D. A., & Gordon, J. I. (2005). Host-bacterial mutualism in the human intestine. *Science*, 3 07(5717), 1915-1920.
9. Census Bureau, U.S. Department of Commerce (2008). International Data Base 2008 Update. Retrieved 8/21/2009, from <http://www.census.gov/ipc/www/idb/worldpopgraph.php>
10. change 2 001 : the scientific basis : contribution of Working Group I to the third assessment report
11. Chivian, E., & Bernstein, A. (2008). Sustaining life: how human health depends on biodiversity.
12. DOE Joint Genome Institute (2009). Who We Are. Retrieved 7/15/2009, from <http://www.jgi.doe>.
13. Fehr, W. R. (2007). Breeding for Modified Fatty Acid Composition in Soybean. *Crop Science*, 47 (Supplement 3), S-72-87.
14. Gao, X. H., Cui, Y. Y., Levenson, R. M., Chung, L. W. K., & Nie, S. M. (2004). In vivo cancer targeting and imaging with semiconductor quantum dots. *Nature Biotechnology*, 22 (8), 969-976.
15. gov/whoware/whoware.html.
16. Hagen, J. B. (1992). An entangled bank: The origins of ecosystem ecology. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
17. Hejnal, A., Obst, M., Stamatakis, A., Ott, M., Rouse, G. W., Edgecombe, G. D., Martinez, P., Baguña, J., Bailly, X., Jondelius, U., Wiens, M., Müller, W. E. G., Seaver, E., Wheeler, W. C., Martindale, M. Q., Giribet, G. & Dunn, C. W. (2009) Assessing the Root of Bilateral Animals with Scalable Phylogenomic Methods. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2009 Sep 16 [Epub ahead of print].
18. Houghton, J. T., & Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group I. (2001). Climate
19. IEA (International Energy Agency) (2008). World Energy Outlook 2 008. Paris, France: Author. Institute of Medicine (U.S.). (2008). From molecules to minds: challenges for the 21 st century: workshop summary. Washington, DC: The National Academies Press.
20. Leis, A., Rockel, B., Andrees, L., & Baumeister, W. (2009). Visualizing cells at the nanoscale. *Trends in Biochemical Sciences*, 34 (2), 60-70.
21. Millennium Ecosystem Assessment (Program) (2005). Ecosystems and human well-being: Synthesis. Washington, DC: Island Press.
22. of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK; New York: Cambridge
23. Oxford, UK; New York: Oxford University Press.
24. Pacific Northwest National Laboratory (2009). Bio-based Product Research. Retrieved 6/18/2009, from <http://www.pnl.gov/biobased/>.
25. University Press.
26. Woese, C. R., & Fox, G. E. (1977). Phylogenetic structure of prokaryotic domain – primary kingdoms. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 74 (11), 5088-5090.

انتقال پروتئین‌ها از سیتوزول به میتوکندری

نظام جلیلیان

دبیر زیست‌شناسی خرمشهر

کلیدواژه‌ها: ماتریکس، توالی نشانه، Tom، Tim.

مقدمه

اعتقاد بر این است که میتوکندری‌ها از یک پروتوباکتری اجدادی منشأ گرفته‌اند. در طول تکامل، بسیاری از ژن‌های باکتری اجدادی یا از بین رفته‌اند، یا به هسته منتقل شده‌اند. بنابراین DNA باقی‌مانده در میتوکندری فقط تعداد کمی از کل پروتئین‌های میتوکندریایی را رمزدهی می‌کند؛ مثلاً ژنوم میتوکندریایی گیاهان بین ۳ تا ۶۷ نوع پروتئین را رمزدهی می‌کند، در آرکیدوپسیس نزدیک به ۱۰۰۰ نوع پروتئین مختلف در سیتوزول ساخته و سپس به بخش‌های مختلف میتوکندری منتقل می‌شوند. همگی این پروتئین‌ها توسط ژنوم هسته‌ای رمزدهی می‌شوند. DNA میتوکندریایی انسان که از ۱۶۵۶۹ جفت باز تشکیل شده است از کل پروتئین‌های موجود در میتوکندری فقط ۱۳ پروتئین را رمزدهی می‌کند؛ بقیه پروتئین‌های موجود در میتوکندری که نزدیک به ۹۰۰ نوع مختلفاً توسط ژنوم هسته‌ای رمزدهی می‌شوند. چگونگی انتقال این پروتئین‌ها از سیتوزول به میتوکندری به خوبی مورد مطالعه قرار گرفته است به طوری که طی ۲۵ سال اخیر بالغ بر ۲۰۰۰ مقاله در این زمینه به چاپ رسیده است.

یک پروتئین محلول در ماتریکس در صورتی می‌تواند از سیتوزول به ماتریکس منتقل شود که دارای دو ویژگی باشد: نخست، به صورت باز شده و تا نخورده باشد، یعنی ساختار سه بعدی و فضایی خود را کسب نکرده باشد. به این منظور بلافاصله پس از ساخته شدن پروتئین‌های میتوکندریایی در سیتوزول و درست قبل از تشکیل ساختار سه بعدی، پروتئین‌های^۱ چپرونی مثل Hsc70 سیتوزولی به این پروتئین‌های متصل می‌شوند و با صرف ATP آنها را باز نگه می‌دارند. بدین ترتیب ویژگی اول برای ورود پروتئین‌های میتوکندریایی از سیتوزول به ماتریکس فراهم می‌شود.

دوم، در انتهای آمینی خود دارای توالی خاصی موسوم به پپتید نشانه یا توالی نشانه برای قرارگیری در ماتریکس باشد. توالی‌های نشانه موجود در پروتئین‌های مختلف اگرچه از نظر توالی آمینواسیدی یکسان نیستند اما شباهت‌های زیادی به هم دارند.

ویژگی توالی‌های نشانه‌ای

را از بین ببرند انتقال پروتئین به ماتریکس را دچار اختلال می‌کنند. بنابراین خاصیت آمفی پاتیک توالی‌های نشانه برای عملکرد آنها ضروری است. این ساختار آمفی پاتیک توسط گیرنده‌هایی در غشای خارجی میتوکندری شناسایی و بدین ترتیب عمل انتقال پروتئین از سیتوزول به میتوکندری شروع می‌شود.

انتقال پروتئین‌های محلول در ماتریکس از نقاط خاصی که دو غشای خارجی و داخلی میتوکندری به هم چسبیده‌اند و نقاط تماس^۴ نام دارند انجام می‌گیرد (شکل ۱).

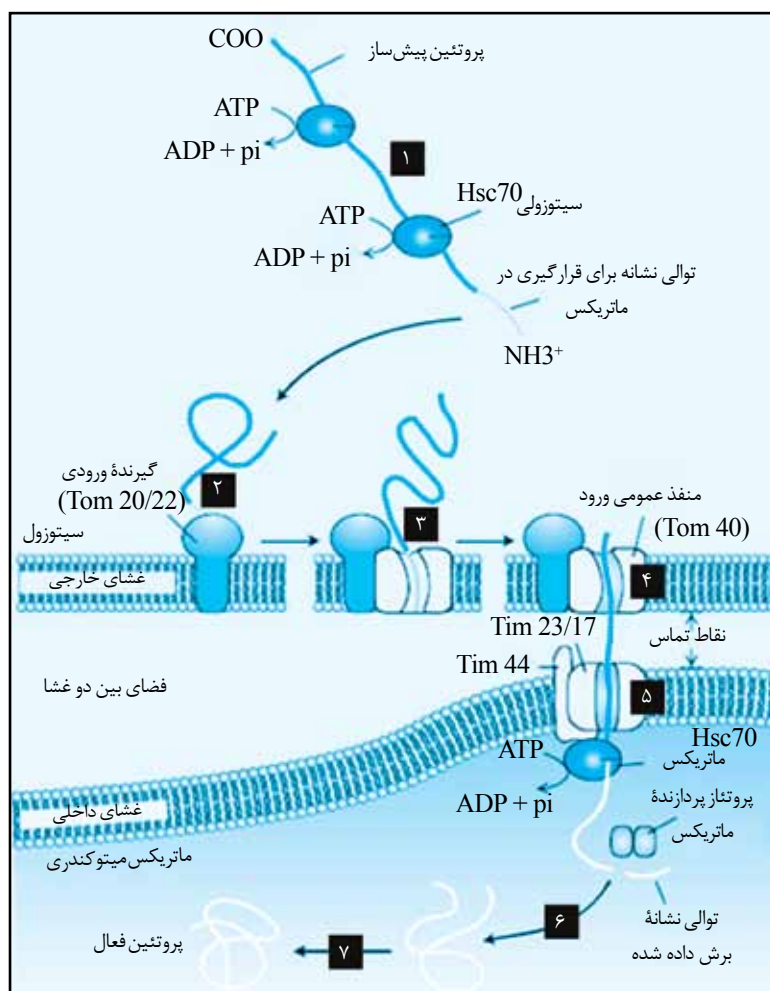
عبور پروتئین از غشاهای میتوکندری

در عبور پروتئین از غشای خارجی و داخلی میتوکندری مجموعه‌های پروتئینی چند زیرواحدی نقش دارند. آن دسته از پروتئین‌های موجود در غشای خارجی میتوکندری که در گرفتن و عبور پروتئین از آن غشا نقش دارند به اختصار Tom^۵ و آن‌هایی که در غشای داخلی قرار دارند Tim^۶ نامیده می‌شوند. در جانداران مختلف، تفاوت‌هایی در نوع و تعداد زیرواحدهای تشکیل دهنده این مجموعه‌های انتقال دهنده وجود دارد.

مجموعه پروتئینی Tom از چندین زیرواحد تشکیل شده است.

بررسی توالی‌های نشانه در ۳۸۵ پروتئین میتوکندریایی آرکیدوپسیس نشان داده است که بیش از ۸۰ درصد از این توالی‌ها طولی بین ۲۰ تا ۴۰ آمینواسید دارند و در ساختار آن‌ها ۳۳ تا ۳۵ درصد آمینواسید آبگریز (لوسین، آلانین، فنیل آلانین، ایزولوسین، والین)، ۲۲ تا ۲۳ درصد آمینواسید هیدروکسیلیه شده (سرین و ترئونین) و ۱۴ تا ۱۵ درصد آمینواسید دارای بار مثبت (آرژنین و لیزین) وجود دارد. البته دو آمینواسید پرولین و گلیسین نیز ۱۱ درصد را به خود اختصاص می‌دهند. میزان آمینواسیدهای دارای بار منفی (آسپارات و گلوتامات) در این توالی‌ها بسیار ناچیز است. در مجموع می‌توان گفت که توالی‌های نشانه برای ماتریکس، غنی از آمینواسیدهای آبگریز، هیدروکسیلیه شده و دارای بار مثبت هستند و این توالی‌ها در گیاهان نسبت به منابع غیر گیاهی، ۷ تا ۹ آمینواسید طولانی‌تر و ۵ برابر سرین بیشتری دارند.

توالی‌های نشانه تمایل به تشکیل مارپیچ دوگانه دوست (آمفی پاتیک)^۲ دارند. در این مارپیچ آمفی پاتیک، آمینواسیدهای دارای بار مثبت در یک طرف آن و آمینواسیدهای آبگریز در طرف دیگر قرار می‌گیرند. جهش‌هایی که این خاصیت آمفی پاتیک توالی‌های نشانه



شکل ۱. انتقال پروتئین محلول در ماتریکس از سیتوزول به میتوکندری.

همان‌طور که در شکل ۱ می‌بینید، انتقال پروتئین از سیتوزول به ماتریکس واکنشی انرژی‌خواه است و مولکول‌های ATP در دو محل یعنی سیتوزول و ماتریکس و توسط پروتئین Hsc70 هیدرولیز و مصرف می‌شوند. البته برای انتقال پروتئین به ماتریکس، وجود منبع انرژی دیگری نیز کاملاً ضروری است. این منبع انرژی، شیب الکتروشیمیایی H^+ یا نیروی محرکه پروتون^۸ است که در اثر فعالیت

زنجیره انتقال الکترون در دو سوی غشای داخلی ایجاد شده و از آن برای تولید ATP استفاده می‌شود. در اثر فعالیت زنجیره انتقال الکترون، یون‌های هیدروژن از ماتریکس به فضای بین دو غشا

تلمبه می‌شوند. این پدیده موجب اختلاف غلظت یون‌های هیدروژن و اختلاف pH در دو سوی غشای داخلی میتوکندری می‌شود به‌طوری که سطح درونی غشا دارای بار منفی و سطح بیرونی آن دارای بار مثبت می‌شود. اختلاف غلظت یون‌های هیدروژن اختلاف پتانسیلی به

زیرواحدهای Tom20 و Tom22 نقش گیرنده را ایفا و پروتئین انتقالی را شناسایی می‌کنند. سپس پروتئین شناسایی شده به درون کانال واقع در غشای خارجی که از زیرواحد Tom40 تشکیل شده است هدایت می‌شود، البته زیرواحدهای دیگری نیز در تشکیل این کانال و انتقال پروتئین از گیرنده‌ها به آن نقش دارند. این کانال به عنوان یک کانال عمومی عمل می‌کند، زیرا همه پروتئین‌های میتوکندریایی از طریق این کانال وارد می‌شوند. تخمین زده شده است که نزدیک به ۱۰۰۰ عدد از این کانال‌ها در غشای خارجی وجود داشته باشد. در حین عبور پروتئین انتقالی از این کانال‌ها، Hsc70 سیتوزولی که مانع از تا خوردن آن می‌شد، از پروتئین جدا می‌شود.

پروتئین انتقالی پس از عبور از غشای خارجی وارد کانال واقع در غشای داخلی می‌شود. همان‌طور که اشاره شد عبور پروتئین‌ها از غشای داخلی توسط مجموعه پروتئینی Tim انجام می‌گیرد. کانال‌های واقع در غشای داخلی از زیرواحدهای Tim23 و Tim17 تشکیل شده‌اند. در ادامه، مجموعه‌ای پروتئینی که تقریباً در همه گونه‌ها ساختاری مشابه و حفظ شده دارد، سبب کشیده شدن پروتئین انتقالی به درون ماتریکس می‌شود. در آرآبیدوپسیس نوع میتوکندریایی پروتئین Hsc70 که به این مجموعه تعلق دارد، به

پروتئین انتقالی متصل می‌شود و همانند یک موتور و با صرف ATP، پروتئین انتقالی موجود در کانال غشای داخلی را به درون ماتریکس می‌کشد. Hsc70 میتوکندریایی خود توسط زیرواحدهای Tim44، Pam16 و Pam18 به سطح درونی غشای داخلی لنگر شده است. برخی از این زیرواحدها در شکل نشان داده نشده‌اند).

پس از آنکه پروتئین انتقالی وارد ماتریکس شد، توالی نشانه

واقع در انتهای آمینی آن نیز توسط نوعی پروتئاز بریده و جدا می‌شود و از پروتئین Hsc70 میتوکندریایی نیز جدا می‌شود. در نهایت، پروتئین انتقالی تا خورده و ساختار سه بعدی خود را می‌یابد.

در برخی پروتئین‌ها، تا خوردن و کسب ساختار فضایی مناسب به خودی خود و بدون صرف انرژی انجام می‌گیرد؛ اما در تعدادی دیگر از پروتئین‌های انتقالی، تا خوردن با صرف ATP و با کمک Hsc60 که جزء پروتئین‌های چپرونین^۹ است انجام می‌پذیرد.

• انتقال پروتئین‌های محلول در ماتریکس از نقاط خاصی که دو غشای خارجی و داخلی میتوکندری به هم چسبیده‌اند و نقاط تماس نام دارند انجام می‌گیرد

اندازه 200mv در دو سوی غشا ایجاد می کند. با توجه به نازک بودن ضخامت غشای میتوکندری، این اختلاف پتانسیل برابر با 400000 v/cm خواهد بود.

در آزمایشی میتوکندری ها را با موادی مثل سیانید یا دی نیتروفل^۹ که اختلاف غلظت هیدروژن در دو سوی غشای داخلی را از بین می برند تیمار کردند، مشاهدات نشان داد که پروتئین های انتقالی با وجود آنکه به گیرنده های واقع در غشای خارجی متصل می شوند، حتی در حضور ATP هم به درون ماتریکس منتقل نشدند. این مطالعه نشان می دهد که وجود، شیب الکتروشیمیایی یا همان نیروی محرکه پروتون نه تنها برای تولید ATP، بلکه برای انتقال پروتئین ها از سیتوزول به ماتریکس نیز کاملاً ضروری است هر چند که سازوکار مولکولی آن هنوز روشن نشده است. البته بر طبق یک فرضیه، پتانسیل الکتریکی منفی که در سطح درونی غشای داخلی وجود دارد موجب کشیده شدن توالی نشانه غنی از آمینو اسید با بار مثبت (آرژنین و لیزین) به سمت داخل ماتریکس می شود و بدین ترتیب به عبور پروتئین از غشای داخلی کمک می کند.

انتقال پروتئین های غشای داخلی از سیتوزول به میتوکندری

بسیاری از پروتئین هایی که در غشای داخلی قرار دارند در سیتوزول ساخته شده و به میتوکندری منتقل می شوند. برای انتقال این پروتئین ها از سیتوزول به غشای داخلی سه مسیر مختلف وجود دارد که در ادامه آن ها را بررسی می کنیم:

مسیر اول

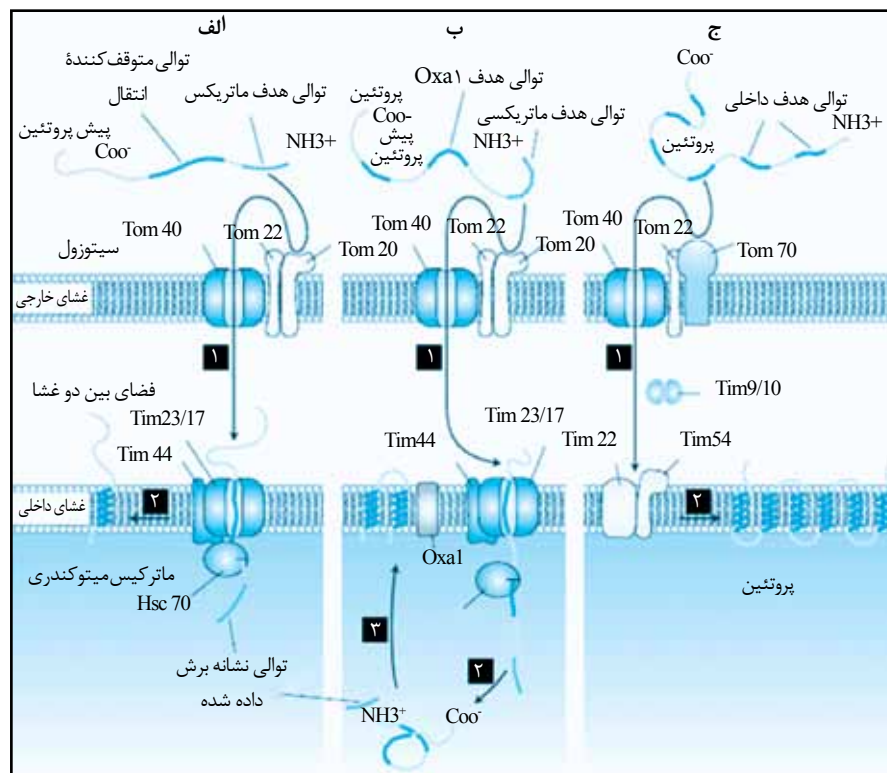
یکی از زیر واحدهای سیتوکروم اکسیداز که Cox Va نام دارد از این طریق از سیتوزول به غشای داخلی منتقل می شود. اینچنین پروتئین های دارای دو توالی نشانه در انتهای آمینی خود هستند. اولین توالی نشانه برای انتقال پروتئین به ماتریکس و دیگری برای قرارگیری پروتئین در غشای داخلی مورد استفاده قرار می گیرد. در آغاز، اولین توالی نشانه توسط گیرنده های Tom20/22 که در غشای خارجی قرار دارند شناسایی می شود. در ادامه، پروتئین انتقالی از کانال عمومی غشای خارجی (Tim40) عبور

کرده و وارد کانال واقع در غشای داخلی (Tim23/17) می شود. با ورود انتهای آمینی پروتئین انتقالی به ماتریکس، نوعی پروتئاز اولین توالی نشانه را قطع می کند بنابراین دومین توالی نشانه که در واقع یک توالی توقف انتقال است فعال می شوند. این توالی نمی گذارد پروتئین انتقالی به طور کامل وارد ماتریکس شود؛ بنابراین به صورت جانبی از کانال Tim23/17 وارد غشای داخلی میتوکندری می شود (شکل ۲. الف).

مسیر دوم

زیر واحد شماره ۹ آنزیم ATP سنتاز از طریق این مسیر در غشای داخلی میتوکندری قرار می گیرد. عبور این چنین پروتئین هایی از غشای خارجی و داخلی میتوکندری مشابه انتقال پروتئین از طریق مسیر اول است، با این تفاوت که در این مسیر، پروتئین انتقالی به طور کامل وارد ماتریکس می شود. در انتهای آمینی چنین پروتئین هایی نیز یک توالی نشانه برای ورود به ماتریکس وجود دارد این توالی نشانه بلافاصله در ماتریکس قطع می شود و توالی های دیگری که برای قرارگیری پروتئین انتقالی در غشای داخلی لازم هستند وارد عمل می شوند. این توالی ها توسط یک کمپلکس پروتئینی موجود در غشای داخلی که Oxa1 نامیده می شود شناسایی می شود. کمپلکس پروتئینی Oxa1 پروتئین انتقالی را در درون غشای داخلی جای می دهد (شکل ۲. ب).

این کمپلکس در قرار دادن برخی دیگر از پروتئین های غشای



شکل ۲. سه مسیر برای انتقال و قرارگیری پروتئین های غشای داخلی از سیتوزول به میتوکندری

داخلی که به وسیلهٔ ریبوزوم های خود میتوکندری ساخته می شوند نیز دخیل است. از جملهٔ این پروتئین ها می توان به زیر واحد ۲ از آنزیم سیتوکروم اکسیداز اشاره کرد.

مسیر سوم

پروتئین هایی که از طریق این مسیر به میتوکندری منتقل می شوند برخلاف پروتئین های انتقالی از طریق دو مسیر قبلی، در انتهای آمینی خود توالی های نشانه برای ماتریکس ندارند. این پروتئین ها در عوض چندین توالی درونی در ساختار خود دارند که توسط گیرنده های متفاوت دیگری (Tom22/70) که در غشای خارجی قرار گرفته اند شناسایی می شوند. عبور پروتئین از غشای خارجی توسط همان منفذ عمومی (Tom40) انجام می پذیرد اما برای

عبور از غشای داخلی از مجموعهٔ پروتئینی دیگری (Tim22/54) که به صورت یک کانال در غشای داخلی قرار گرفته اند استفاده می شود. دو پروتئین (Tim9/10) که در فضای بین دو غشا قرار دارند با اتصال به نواحی آبریز پروتئین

انتقالی، مانع از به هم چسبیدن و مجتمع شدن پروتئین انتقالی در فضای آبی بین دو غشا می شوند و در نتیجه انتقال آن پروتئین از کانال واقع در غشای خارجی را به کانال غشای داخلی تسهیل می کنند. در نهایت، پروتئین انتقالی که دارای چندین ناحیهٔ آبریز است توسط کانال واقع در غشای داخلی (Tim22/54) در درون غشای داخلی میتوکندری جای می گیرد.

حامل ناهمسوبر ADP/ATP^{۱۱} از طریق این مسیر از سیتوزول به میتوکندری منتقل می شود و در غشای داخلی میتوکندری جای می گیرد.

انتقال پروتئین های فضای بین دوغشا از سیتوزول به میتوکندری

برای انتقال آن دسته از پروتئین های میتوکندریایی که نهایت در فضای بین دوغشا قرار می گیرند دو مسیر مختلف وجود دارد؛ پروتئین هایی چون سیتوکروم b2 از اولین

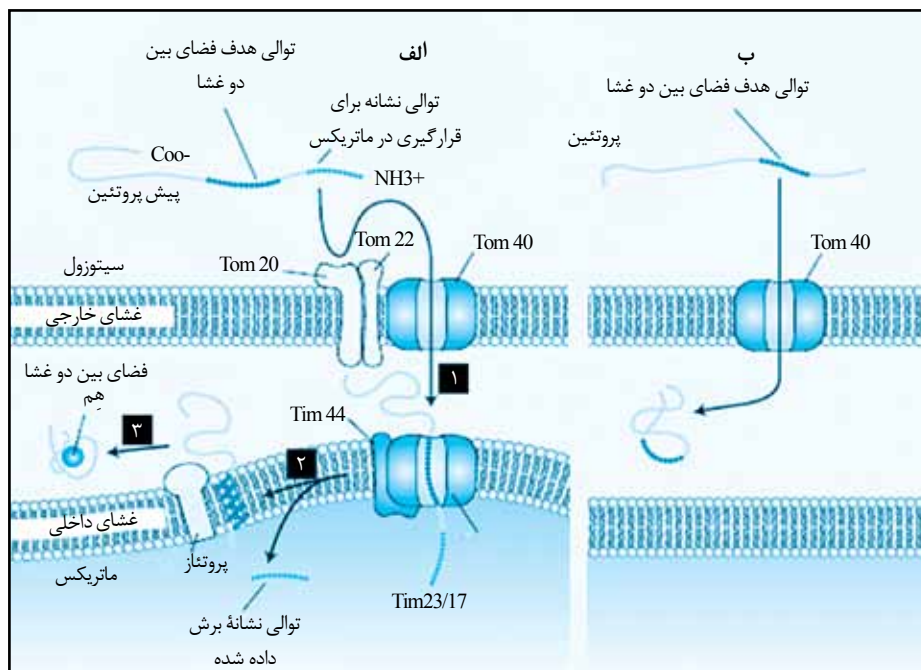
مسیر که مسیر اصلی نیز هست وارد می شوند، این پروتئین ها دارای دو توالی نشانه در انتهای آمینی خود هستند. اولین توالی نشانه برای انتقال پروتئین به ماتریکس و دیگری برای انتقال پروتئین به فضای بین دو غشا مورد استفاده قرار می گیرد. در این مسیر، اولین توالی نشانه توسط گیرنده های Tom20/22 که در غشای خارجی قرار دارند شناسایی می شود. سپس پروتئین انتقالی از کانال عمومی غشای خارجی (Tim40) عبور می کند و وارد کانال واقع در غشای داخلی (Tim23/17) می شود. با ورود انتهای آمینی پروتئین انتقالی به ماتریکس، نوعی پروتئاز اولین توالی نشانه را قطع کرده و بدین ترتیب دومین توالی نشانه فعال می شود. این توالی آبریز نمی گذارد پروتئین انتقالی به طور کامل وارد ماتریکس شود. بنابراین پروتئین انتقالی به صورت جانبی از کانال Tim23/17 وارد غشای داخلی میتوکندری می شود. پس از ورود پروتئین

• پس از آنکه پروتئین انتقالی وارد ماتریکس شد، توالی نشانه واقع در انتهای آمینی آن نیز توسط نوعی پروتئاز بریده و جدا می شود و از پروتئین Hsc70 میتوکندریایی نیز جدا می شود.

شکل ۳. الف می بینیم این مسیر انتقالی به درون غشای داخلی، یک پروتئاز درون غشایی دومین توالی نشانه را قطع می کند و پروتئین انتقالی به فضای بین دو غشا رها می شود. همان طوری که در

شکل ۳. الف می بینیم این مسیر بسیار شبیه به مسیر اول برای انتقال پروتئین های غشای داخلی به میتوکندری است؛ فقط مرحلهٔ انتهایی که طی آن دومین توالی نشانه قطع می شود با آن مسیر متفاوت است.

پروتئین هایی همچون سیتوکروم C هم لیا از طریق مسیر دوم از سیتوزول به فضای بین دوغشا منتقل می شوند. چنین پروتئین هایی



شکل ۳: دو مسیر برای انتقال پروتئین های فضای بین دو غشا از سیتوزول به میتوکندری.

در انتهای آمینی خود توالی نشانه برای ماتریکس ندارند و مستقیماً توسط منفذ عمومی موجود در غشای خارجی (Tom40) وارد فضای بین دو غشا می‌شوند. عبور پروتئین از این منفذ با هیدرولیز ATP و یا GTP همراه نیست. تا کنون سازوکاری که سبب عبور جهت‌دار چنین پروتئین‌هایی از سیتوزول به فضای بین دوغشا می‌شود، مشخص نشده است. یک احتمال این است که چنین پروتئین‌هایی به صورت غیرفعال از غشای خارجی عبور کرده و وارد فضای بین دوغشا می‌شوند و در آنجا با اتصال به پروتئین‌های دیگری به دام می‌افتد و به محل مناسب هدایت می‌شود.

قرارگیری پروتئین‌ها در غشای خارجی میتوکندری

تعدادی از پروتئین‌های غشای خارجی میتوکندری، کانالی پروتئینی در غشا تشکیل می‌دهند که در اطراف مجرای آن رشته‌های

پلی پپتیدی آبگریز و ناهمسوی بتا قرار گرفته است. این پروتئین‌ها که از آن جمله می‌توان کانال عمومی Tom40 و پُربین‌ها^{۱۴} (P70) را نام برد در انتهای آمینی خود دو توالی نشانه دارند؛ یکی از آن توالی‌ها، توالی نشانه برای انتقال به ماتریکس و دیگری توالی توقف

انتقال و قرارگیری پروتئین در غشای خارجی است. این پروتئین‌ها برای قرارگیری در غشای خارجی، ابتدا با منفذ عمومی موجود در غشای خارجی (Tom40) میان‌کنش می‌دهند و سپس به کمپلکس پروتئینی SAM^{۱۴} که خود حداقل از سه پروتئین غشایی ساخته شده است منتقل می‌شوند. احتمالاً کمپلکس پروتئینی SAM، پروتئین‌ها را در غشای خارجی جای می‌دهد هر چند سازوکار آن هنوز روشن نشده است.

تکامل مجموعه‌های ناقل پروتئین در میتوکندری

بر طبق نظریهٔ درون‌همزیستی میتوکندری‌ها از باکتری‌ها منشأ گرفته‌اند بنابراین اگر سیستم‌های انتقال پروتئین را در باکتری‌ها و میتوکندری‌ها با هم مقایسه کنیم به نکات جالبی خواهیم رسید. این مقایسه نشان می‌دهد که برای برخی از زیرواحدهای دخیل در انتقال پروتئین‌های میتوکندری، اجزاء معادلی در باکتری‌ها وجود ندارد. چنین اجزایی در جریان تکامل جانداران و به منظور افزایش کارایی انتقال پروتئین، پدیدار شده‌اند. اما روشن است که برخی دیگر از زیرواحدها مثلاً Tom40، Tim17، Tim22، Tim23، Oxa1 و Sam50 دارای منشأ باکتریایی هستند.

Sam50 یکی از زیرواحدهای کمپلکس SAM است کمپلکس SAM در جای دادن پروتئین‌ها در غشای خارجی میتوکندری نقش دارد. دو پروتئین کوچک از خانواده Tim که در فضای بین دو غشا قرار دارند در انتقال پروتئین غشایی از کانال عمومی Tom40 به مجموعه پروتئینی SAM نقش دارند.

در تمام باکتری‌ها، پروتئین Omp85 نیز در جای دادن پروتئین در غشای خارجی باکتری‌ها نقش دارد و دو پروتئین کوچک Skp و SurA در این فعالیت نقش دارند. شواهد نشان می‌دهند که زیرواحد Sam50 میتوکندری‌ها از پروتئین Omp85 باکتری‌ها تکامل پیدا کرده است.

بررسی‌های ژنتیک نشان می‌دهند که سه زیر واحد Tom7، Tom22 و Tom40 در غالب یوکاریوت‌ها - از گیاه و جانور گرفته تا قارچ و دیاتومه - وجود دارند. بنابراین این سه زیرواحد، قدیمی‌ترین اجزای تشکیل‌دهندهٔ کمپلکس Tom هستند. پس این سه زیرواحد در یوکاریوت اجدادی اولیه نیز وجود داشته و قبل از جدا شدن قارچ‌ها و جانوران از آغازیان و گیاهان ایجاد شده‌اند. ولی دیگر زیرواحدهای تشکیل‌دهندهٔ TOM در ادامه روند تکامل و به‌منظور افزایش کارایی انتقال پروتئین، به آن اضافه شده‌اند. به‌عنوان مثال زیرواحدهای Tom20 و Tom70

فقط در قارچ‌ها و جانوران یافت شده است پس این دو زیرواحد در یوکاریوت اجدادی اولیه وجود نداشته و در ادامه روند تکامل در این جانداران پدید آمده است. برای پپتیدازهای میتوکندریایی که در قطع توالی‌های نشانه نقش دارند نیز معادل‌هایی در باکتری‌ها یافت شده است.

• مقایسه نشان می‌دهد که برای برخی از زیرواحدهای دخیل در انتقال پروتئین‌های میتوکندری، اجزاء معادلی در باکتری‌ها وجود ندارد. چنین اجزایی در جریان تکامل جانداران و به منظور افزایش کارایی انتقال پروتئین، پدیدار شده‌اند.

پی‌نوشت‌ها

1. chaperone protein
2. matrix-targeting sequences
3. amphipathic helix
4. Contact site
5. translocon of the outer membrane
6. translocon of the inner membrane
7. chaperonin
8. proton motive force
9. dinitrophenol
10. stop-transfer sequence
11. ADP/ATP antiporter
12. Cytochrome c heme lyase
13. porin
14. sorting and assembly machinery

منابع

1. Lodish, Harvey and et al. **Molecular cell biology**. Sixth Edition. W.H. Freeman and Company. 2008.
2. Scheffler, Immo E. **Mitochondria**. John Wiley & sone. 2008.
3. **Mitochondrial Biology: New Perspectives**. Novartis Foundation 2007 Published by John Wiley & Sons Ltd,
4. **Molecular Biology and Biotechnology of Plant Organelles, Chloroplasts and Mitochondria**. Edited by Jenry Daniell and Christine Chase. Published by Springer, 2004.
5. **Plant Mitochondria**. Edited by David C. Logan. 2007 by Blackwell Publishing Ltd.

دیواره اسکلتی و چگونگی سازمان یافتگی آن در گیاهان

دکتر فریبا رضائی ویشکی

دبیر زیست‌شناسی آموزش و پرورش منطقه ۸ تهران
و مدرس دانشگاه

مقدمه

دیواره سلولی به سلول گیاهی شکل و استحکام می‌دهد، دارای ساختاری لایه لایه است و ترکیب شیمیایی آن از دو بخش کریستالی و غیر کریستالی تشکیل شده است. بخش کریستالی دیواره همان بخش سلولزی و بخش غیر کریستالی آن شامل ترکیبات پکتیکی، همی سلولز و پروتئین است. میزان و نوع ترکیبات دیواره در لایه‌های مختلف متفاوت است. دیواره سلول گیاهی سازمان‌یافتگی خاصی دارد که ویژگی‌های ممتاز آن را سبب می‌شود.

کلیدواژه‌ها: ترکیبات پکتیکی، پروتئین، دیواره اسکلتی، سلولز، همی سلولز.

اجزای دیواره: سلولز

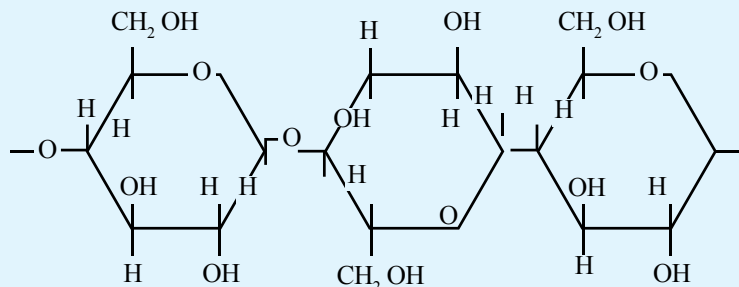
سلولز، ماکرومولکولی پلی ساکاردیدی با فرمول $(C_6H_{10}O_5)_n$ و متشکل از n ، بتا گلوکز است. ساختارهای بتا گلوکزی با اتصال یک به چهار و با چرخش 180° درجه نسبت به یکدیگر پیوند برقرار می‌کنند. بدین صورت که کربن شماره ۱ از یک بتا گلوکز با کربن شماره ۴ از بتا گلوکز دیگر با خروج یک مولکول آب و ایجاد یک پل اکسیژنی، پیوند اوزیدی برقرار می‌کنند (شکل ۱).

میکروکریستال سلولزی ایجاد می‌کنند. حدود ۲۰ تا ۱۰۰ ریز بلور سلولزی با اتصال پیوندهای هیدروژنی بین مولکولی و ردیف شدن در کنار هم، رشته‌های ابتدایی^۲ یا پروتوفیلامان سلولزی ایجاد می‌کنند. حدود ۲۰ تا ۱۰۰ پروتوفیلامان با سازمان‌یافتگی خاص در کنار هم سبب ایجاد میسل سلولزی می‌شوند و با برقراری پیوندهای هیدروژنی بین مولکولی بین n میسل سلولزی، میکروفیبریل سلولزی ساخته می‌شود.

جایگاه و چگونگی ساخت سلولز

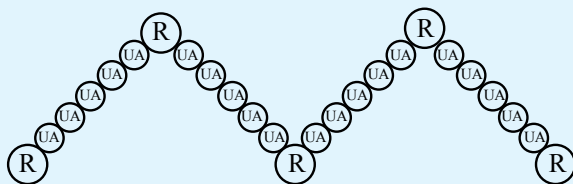
بتا گلوکزها پس از ساخته شدن در کلروپلاست سلول گیاهی، از آن خارج و به سیتوپلاسم منتقل می‌شوند. در سیتوپلاسم، بتا گلوکز به کمک UTP^3 ، فسفریله می‌شود و UDP^4 گلوکز یا گلوکز فعال، تولید می‌شود که به غشای پلاسمایی منتقل و به کمک کمپلکس سلولز سنتتازی غشا در ساخت سلولز شرکت می‌کند.

بررسی‌ها نشان داده است که کمپلکس ویژه‌ای به نام کمپلکس سنتتازی در غشای سلول گیاهی وجود دارد که جایگاه فعال این کمپلکس آنزیمی، انتهای C_4 بتا گلوکز را شناسایی و بتا گلوکزهای بعدی را از انتهای C_4 به آن متصل می‌کند. از آنجا که مولکول بتا گلوکز قطبی است، اتصال این مولکول‌ها به هم نیز، سلولزی قطبی با دو انتهای C_1 و C_4 ایجاد می‌کند. مولکول‌های سلولز هنگامی از



ساختار سلولزی در این مرحله به ضخامت رسیده است که با میکروسکوپ الکترونی قابل رؤیت است. در نهایت n میکروفیبریل

در دیدگاه‌های کنونی، پس از تشکیل سلولز، ۱۰ تا ۱۵ رشته سلولزی، با پیوندهای هیدروژنی بین مولکولی، ریز بلور^۱ یا



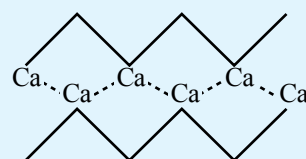
شکل ۳. ساختار غیر کریستالی ترکیبات پکتیکی در دیواره (UA: یورونیک اسید؛ R: قند رامینوز)

شود. این امر سبب کاهش ترکیب یورونیک اسیدها با کلسیم می‌شود و قابلیت ارتجاع دیواره هنگام رشد سلول گیاهی و نرم شدن میوه‌ها هنگام رسیدن را توجیه می‌کند.

اجزای دیواره: همی سلولز

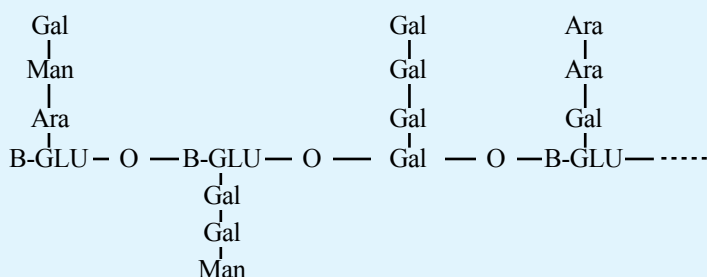
همی سلولزها ترکیبات پلی ساکاریدی متشکل از قندهای مختلف از جمله گلوکان‌ها، گالاکتان‌ها، مانان‌ها، گزیلان‌ها و غیره و نیز مقدار کمی یورونیک اسید هستند. این ترکیبات دیواره، غیر کریستالی‌اند و بخشی از ماده زمینه دیواره اسکلتی را می‌سازند. هر مولکول همی سلولز یک محور میانی دارد که همتای نسبی سلولز است، اما بر خلاف سلولز، انشعابات جانبی از قندهای مختلف دارد (شکل ۵). همی سلولزها از رشد عرضی ماکرو فیبریل‌های سلولزی دیواره نیز جلوگیری می‌کنند و در نتیجه امکان تشکیل ترکیبات درشت‌تر از ماکرو فیبریل سلولزی وجود ندارد. برای ساخت همی سلولز، ابتدا ساخت محور میانی آن صورت می‌گیرد و سپس به کمک ترانسفرازها، قندها در انشعابات جانبی در امتداد هم ردیف می‌شوند. همی سلولزها در دیواره اسکلتی نقش‌های مهمی به عهده دارند. این ترکیبات

عامل COOH در این ترکیبات می‌تواند به COO^- و H^+ تبدیل شود. COO^- با خاصیت آنیونی تمایل زیادی به ترکیب با املاح قلیایی (کاتیونی) مثل املاح کلسیم دارد. در نتیجه این تمایل، پکتات کلسیم ساخته می‌شود که در ساختار تیغه میانی به عنوان سیمان بین سلولی عمل می‌کند. از طرف دیگر در مکان‌هایی که COO^- وجود دارد، ترکیب با املاح کلسیمی سبب اتصال زنجیره‌های پکتیکی به یکدیگر و ایجاد مجموعه‌ای مشابه شانه تخم مرغ می‌شود که دارای قدرت جذب و نگهداری آب فراوان است که در پدیده ژله‌ای شدن دیواره نقش دارد (شکل ۴).



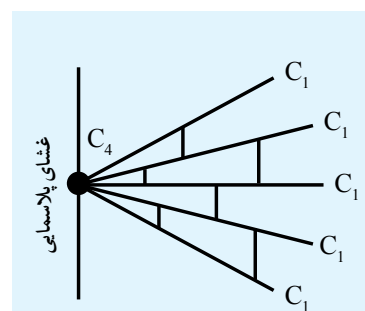
شکل ۴. اتصال زنجیره‌های پکتیکی به یکدیگر با املاح کلسیمی

COO^- از طرف دیگر می‌تواند با جذب CH_3^+ ، سبب متیله شدن ترکیبات پکتیکی



شکل ۵. ساختار غیر کریستالی همی سلولز

کمپلکس سنتتازی غشا را می‌شوند که به حد ریز بلور یا میکرو کریستال سلولزی رسیده باشند. همان گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، رشته‌های سلولزی به صورت موازی و همسو قرار می‌گیرند. این وضعیت امکان کنترل کشش ناشی از تورژسانس و رشد سلول را فراهم می‌کند. بررسی‌ها نشان داده در صورتی که رشته‌های سلولزی در دیواره به صورت موازی و ناهمسو قرار می‌گرفتند، استحکام و پایداری بسیار زیادی پیدا می‌کردند که در آن صورت، امکان رشد سلول وجود نداشت.



شکل ۲. کمپلکس سنتتازی غشا و نحوه ساخت سلولز

اجزای دیواره: ترکیبات پکتیکی

ترکیبات پکتیکی دیواره، حاصل پلیمریزاسیون n مولکول یورونیک اسید^۵ است. ترکیبات پلی ساکاریدی یورونیک اسید در دو گروه گلوکورونیک اسید و گالاکتورونیک اسید تقسیم بندی می‌شود. نحوه سازمان‌یابی یورونیک اسیدها و تشکیل ترکیبات پکتیکی بدین صورت است که گلوکز به کمک آنزیم ایزومراز به گالاکتوز تبدیل می‌شود. سپس هم گلوکز و هم گالاکتوز تحت تأثیر دهیدروژناز قرار گرفته و در این صورت عامل COOH جانشین CH_2OH گلوکز و گالاکتوز می‌شود و به ترتیب گلوکورونیک اسید و گالاکتورونیک اسید ساخته می‌شود. این ترکیبات به کمک آنزیم اپی مرز و به کمک UTP، فسفریله و UDP گلوکورونیک اسید و UDP گالاکتورونیک اسید (یورونیک اسیدهای فعال) ایجاد می‌شود که ضمن فعالیت آنزیم پلی‌مرز به ترکیبات پکتیکی با ساختاری که به آن اشاره شد، تبدیل می‌شوند (شکل ۳).

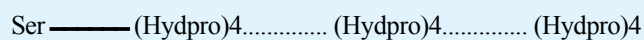
به دفاع سلول گیاهی در مقابل عوامل بیماری زاء کمک می کنند. هنگامی که عامل بیماری زایی مانند قارچ فوزاریوم^۷ به گیاه حمله می کند، آنزیم های قارچ سبب تخریب دیواره می شوند و بخش کوچکی از همی سلولز دیواره رها می شود. این بخش کوچک همی سلولزی، از غشا عبور می کند و وارد سیتوپلاسم می شود؛ سپس با عبور از منافذ هسته ای و ورود به آن، سبب القای برخی از ژن ها می شود. حاصل رونویسی و ترجمه این ژن القا شده، ایجاد آنتی کورهای پروتئینی است که سبب نابودی قارچ می شوند. از طرف دیگر، افزایش قطعات کوچک همی سلولزی در هنگام زخم یا جراحت در گیاه، سبب افزایش بیوسنتز و تسریع در بهبودی نیز می شود. این ترکیبات بر حسب نوع و میزان تشکیل با اثر بر ژن های مختلف، در پدیده تمایز سلولی نیز دخالت می کنند.

اجزای دیواره: پروتئین ها

گروهی از پروتئین های دیواره به صورت ترکیبات گلیکوپروتئینی، به نام اکستنسین^۸، معرفی می شوند که غنی از هیدروکسی پرولین هستند. این پروتئین ها در قابلیت کشش دیواره نقش دارند. توالی سنجی این پروتئین ها نشان داده است که شروع پروتئین با یک مولکول سرین و سپس به ترتیب ۴ تکرار هیدروکسی پرولین، یک بخش بینابینی است (شکل ۶). هیدروکسی پرولین و حتی سرین می توانند دارای انشعابات قندی نیز باشند.

بخش بینابینی دارای ویژگی های خاص گونه است و از یک گونه به گونه دیگر

کمک وزیکول های گلژی ساخته می شود، از پکتات کلسیم تشکیل شده است که نوعی

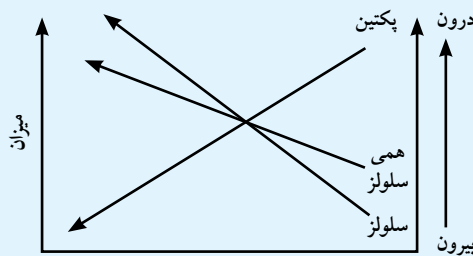


بخش بینابینی

شکل ۶. ساختار پروتئین اکستنسین دیواره (HydPro: هیدروکسی پرولین؛ Ser: سرین)

سیمان بین سلولی است و ساختاری همگن و غیر کریستالی دارد. دیواره نخستین به سمت سطح داخلی تیغه میانی ساخته می شود، متشکل از یک یا دو لایه و گاهی بیشتر است.

متفاوت است. در دیواره اسکلتی، پروتئین دیگری به نام اکسپنسین^۹ نیز وجود دارد که بر خلاف اکستنسین فرمول مشخصی ندارد، از سلولی به سلول دیگر متفاوت است و در



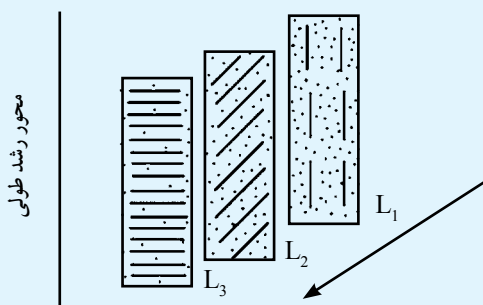
شکل ۷. تغییر ترکیبات پلی ساکارییدی دیواره از لایه های بیرونی به سمت لایه های درونی

در این دیواره ترکیبات پکتیکی به همراه سلولز، همی سلولز و کمی پروتئین وجود دارد. هرچه از تیغه میانی به سمت لایه های درونی تر می رویم، میزان ترکیبات پلی ساکارییدی دیواره تغییر می کند و از ترکیبات پکتیکی کاسته می شود و میزان همی سلولز

قابلیت ارتجاع دیواره نقش دارد. در دیواره پروتئین های آنزیمی نیز وجود دارد.

فرا ساختار دیواره

دیواره سلولی در گیاهان دارای ساختاری لایه لایه است. تیغه میانی که به



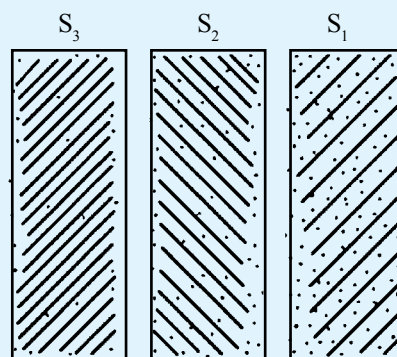
شکل ۸. آرایش میکرومافبریل های سلولزی در دیواره نخستین

و سلولز افزایش می یابد (شکل ۷). این روند در دیواره پسین نیز ادامه می یابد، به طوری که همزمان با افزایش میزان همی سلولز و به ویژه سلولز، میزان ترکیبات پکتیکی در لایه پسین تقریباً صفر می شود.

مطابق نظریه لایه های متعدد^{۱۰} (شکل ۸) در هر لایه از دیواره نخستین، ابتدا میکرومافبریل های سلولزی عمود بر محور رشد طولی سلول است. به تدریج و با ادامه رشد سلول و فشار تورژسانس، میکرومافبریل های سلولزی به صورت مورب نسبت به محور رشد طولی سلول قرار می گیرند و در نهایت با ادامه این

لاک پشت‌های دریایی ایران

کلیدواژه‌ها: خانواده پشته چرمی، کلونئیده، لاک پشت سبز، منقار عقابی.



شکل ۹. آرایش میکرومکرو فیبریل‌های سلولزی در دیواره پسین

پی‌نوشت‌ها

(Endnotes)

1. Microcrystal
2. protofilaman
3. Uridin three phosphat
4. Uridin di phosphat
5. Uronic acid
6. Patogen
7. Fusarium fungi
8. Extensine
9. Expensine
- ^x- Ultrastructure
- ^{xi}-Multinet growth layer

منابع

1. Dieter Reiter, W., (2002). Biosynthesis and properties of the plant cell wall. Cell biology journal. 5: 536-542.
2. Cosgrove, D.J., (2005). Growth of the plant cell wall. Molecular cell biology journal. 6: 850-861.
3. Majd, A., (2008). University notes on plant cytology. Islamic Azad university. Tehran.
4. Pauly, M., and Keegstra, K., (2008). Cell-wall carbohydrates and their modification as a resource for biofuels. The Plant Journal . 54: 559-568
5. Hosmer Caffall, K. and Mohnen, D., (2009). The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides. Carbohydrate Research journal. 34: 1879-1900.

روند، میکرومکرو فیبریل‌های سلولزی به صورت موازی با محور رشد طولی سلول قرار می‌گیرند (در این مرحله ساختار میکرومکرو فیبریل‌های سلولزی تحت تأثیر فشار تورژسانس دیگر تغییر نخواهند کرد). از طرف دیگر مطابق شکل ۸ و همان گونه که جهت پیکان نشان می‌دهد، از سمت لایه‌های بیرونی‌تر به سمت درون تراکم میکرومکرو فیبریل‌های سلولزی افزایش یافته و از تراکم ماده زمینه‌ای کاسته می‌شود.

در دیواره پسین، مطابق آنچه در شکل ۹ دیده می‌شود، در هر لایه میکرومکرو فیبریل‌های سلولزی به موازات هم قرار دارند و نسبت به میکرومکرو فیبریل‌های لایه مجاور خود با چرخش ۴۳/۵ تا ۶۰ درجه قرار می‌گیرند. همان گونه که جهت پیکان نشان می‌دهد، از سمت لایه‌های بیرونی‌تر به سمت درون تراکم میکرومکرو فیبریل‌های سلولزی افزایش می‌یابد و از تراکم ماده زمینه‌ای کاسته می‌شود.

با شروع تشکیل دیواره پسین، تراکم میکرومکرو فیبریل‌های سلولزی در دیواره به حدی می‌رسد که فشار تورژسانس توان تغییر آرایش میکرومکرو فیبریل‌های سلولزی دیواره را ندارد و کارایی خود را در رشد سلول از دست می‌دهد. در این شرایط رشد طولی سلول متوقف می‌شود.

الهام آبتین

کارشناس اداره کل حفاظت محیط زیست استان سیستان و بلوچستان

اصغر مبارکی

رئیس گروه خزندگان و دوزیستان دفتر تنوع زیستی و حیات وحش، سازمان حفاظت محیط زیست

اشاره

لاک پشت‌های دریایی از اجزای حیات وحش ایران هستند. مهم‌ترین لاک پشت‌های دریایی ایران لاک پشت عقابی و لاک پشت سبز هستند که در شمال خلیج فارس و دریای عمان زندگی می‌کنند. در این نوشته به بررسی لاک پشت‌های دریایی، از جمله لاک پشت عقابی و سبز پرداخته شده است.

مقدمه

راسته لاک پشت‌ها^۱ همراه با کروکودیل‌ها، مارها و مارمولک‌ها و راسته تک‌جنسی تواتارا^۲، رده خزندگان^۳ را تشکیل می‌دهند. اعضای این راسته از ۲۰۰ میلیون سال قبل وجود داشته‌اند، قبل از سایر خزندگان پا به عرصه حیات نهاده‌اند، در این مدت با زیستگاه‌های گوناگون و محیط‌های متفاوت سازش یافته‌اند و شکل و فرم بدنی ثابت و مشخص خود را به دست آورده‌اند. این راسته متشکل از ۱۲ خانواده است که لاک پشت‌های دریایی در دو خانواده Cheloniidae و Dermochelyidae را نیز شامل می‌شود. لاک پشت‌های دریایی کنونی از اوائل اتوسن تا پلیوستوسن، بین ۶۰ تا ۱۰ میلیون سال قبل شکل یافته‌اند و همراه با مارهای دریایی و ایگواناهای دریایی^۴ تنها خزندگانی هستند که به زندگی در آب دریا سازگاری یافته‌اند. لاک پشت‌های دریایی در همه اقیانوس‌های جهان پراکنده‌گی دارند و برخی گونه‌ها حتی در مناطق قطبی یا حاره‌ای یافت می‌شوند. گونه لاک پشت منقار عقابی مورد تاییدترین گونه حاره‌ای در این میان به‌شمار می‌رود، در حالی که لاک پشت پشته چرمی وارد آب‌های سرد و قطبی نیز می‌شود. به جز گونه آزاد کمپی و پشت پهن، بقیه گونه‌ها دارای پراکنش جهانی‌اند و دو گونه ذکر شده به ترتیب تنها منحصر به خلیج مکزیک و آب‌های شرق ایالات متحده و استرالیا هستند.

جدول معرفی گونه‌های موجود لاک پشت‌های دریایی

نام فارسی	نام انگلیسی	خانواده	نام علمی گونه	ردیف
لاک پشت سبز	Green Turtle	Cehoniidae	<i>Chelonia mydas</i>	۱
لاک پشت عقابی	Hawksbill Turtle	Cehoniidae	<i>Eretmochelys imbricata</i>	۲
لاک پشت سرخ	Loggerhead Turtle	Cehoniidae	<i>Caretta caretta</i>	۳
لاک پشت زیتونی	Olive Ridley Turtle	Cehoniidae	<i>Lepidochelys olivacea</i>	۴
لاک پشت آزاد کمپی	Kempi Ridley Turtle	Cehoniidae	<i>Lepidochelys Kempii</i>	۵
لاک پشت پشت پهن	Flat Back Turtle	Cehoniidae	<i>Natator depressus</i>	۶
لاک پشت پشته چرمی	Leatherback Turtle	Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i>	۷

لاک پشت‌های دریایی از نظر ریخت‌شناسی تغییرات بسیار زیادی را متحمل شده‌اند و سازگاری‌های فراوانی با محیط زندگی و زیستگاه خود پیدا کرده‌اند. همه گونه‌ها دارای شباهت‌هایی ظاهری مانند اعضای حرکتی شبیه باله یا پارو هستند. غدد اشکی در حد قابل توجهی بزرگ شده‌اند تا بتوانند نمک اضافی را از مایع بدن که بر اثر خوردن آب دریا به وجود می‌آید، دفع کنند. لاک پشت‌های دریایی همچنین از جهت مختلف و به درجات متفاوت دارای مقاومت اندک در برابر جریان‌های آب هستند و

شکل لاک با سر و باله‌ها به نحوی است که کمترین مقاومت را در برابر حرکت در آب ایجاد می‌کند. در حال حاضر ۷ گونه از لاک پشت‌های دریایی به وضوح شناسایی شده‌اند (جدول شماره یک).

چرخه زندگی لاک پشت‌های دریایی

همه گونه‌های لاک پشت‌های دریایی دارای چرخه زندگی مشابه و ثابتی هستند. نوزادان لاک پشت‌ها معمولاً در ساعات آخر بعدازظهر یا اوایل روز که دمای هوا و سطح خاک کاهش می‌یابد، از زیر ماسه‌ها خارج

می‌شوند و شروع به حرکت به سمت دریا می‌کنند. در این مدت کوتاه که مسافت بین لانه تا دریا را که بیش از چندین متر نیست می‌پیمایند، طعمه شکارچیان زیادی نظیر انواع پستانداران، خرچنگ‌ها و پرندگان می‌شوند. در آب نیز طعمه خوبی برای بسیاری از ماهی‌های بزرگ شکارچی هستند. نوزادان بسیار فعال‌اند و به ندرت از حرکت بازمی‌ایستند و حتی وقتی که وارد آب نیز می‌شوند به‌طور مداوم در جهت مخالف ساحل شنا می‌کنند. نوزادان و لاک پشت‌های کمی بزرگ‌تر وابسته به توده‌های بزرگ علف‌های دریایی شناور در

دریای آزاد یافت شده‌اند. آن‌ها در این محل‌ها ظاهراً می‌توانند غذا و پناهگاه پیدا کنند. این مرحله که به مرحله «شناوری»^۵ مشهور است تصور می‌شود که ۱-۲ ماه به طول انجامد؛ اما به نظر می‌رسد که نیاز به سال‌های طولانی حتی چندین دهه داشته باشد. متأسفانه گزارش‌ها و مطالعات اندکی از لاک‌پشت‌های جوان تا موقعی که اندازه‌ی لاک آن‌ها به ۳۵ سانتی‌متر رسیده و در مناطقی که تحت اشغال لاک‌پشت‌های بالغ است یافت می‌شوند، وجود دارد. این لاک‌پشت‌های جوان مناطقی را برای اقامت خود تعیین و در آن‌ها تغذیه و رشد می‌کنند. رشد تا رسیدن به بلوغ جنسی نیاز به چندین دهه زمان دارد و بسته به گونه و نوع و کیفیت غذا ممکن است ۳۰ تا ۵۰ سال نیز به طول انجامد. بعد از بلوغ جنسی هر دو جنس نر و ماده به مناطق زادآوری مهاجرت می‌کنند که این محل ممکن است در نزدیکی، یا در ارتباط با مناطق لانه‌سازی باشند. بعد از انجام جفت‌گیری در این مناطق لاک‌پشت‌های ماده به سمت مناطق لانه‌سازی حرکت می‌کنند. دوره یا فصل لانه‌سازی شامل لانه‌سازی و تخم‌گذاری‌های مکرر حتی گاه تا ۶-۷ مرحله بسته به نوع گونه، شرایط تغذیه‌ای و زیستگاهی و در فواصل ۱۰ تا ۱۲ و یا ۱۴ روز یا بیشتر است. به محض اتمام فصل تخم‌گذاری، لاک‌پشت ماده مجدداً به مناطق تغذیه‌ای خود که حتی ممکن است صدها و هزاران کیلومتر فاصله داشته باشد، مراجعت می‌کند و تا ۲ و گاه ۳ یا ۴ سال دیگر تولیدمثل و تخم‌گذاری نخواهد کرد. شکل ۱ نمایی از چرخه زندگی لاک‌پشت‌های دریایی را نشان می‌دهد.

مهاجرت در لاک‌پشت‌های دریایی

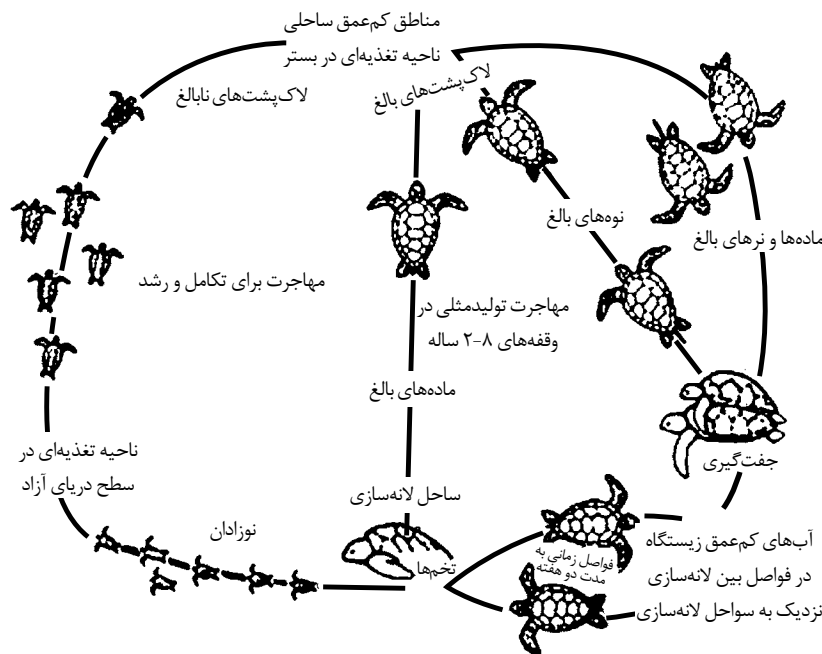
به نظر می‌رسد که همه گونه‌های لاک‌پشت‌های دریایی دارای عادات مهاجرتی در مراحل مختلف زندگی خود باشند. مهاجرت تولیدمثلی بین مناطق تغذیه‌ای و سواحل لانه‌سازی بهترین مورد ثبت شده در این خصوص است، زیرا با علامت‌گذاری ماده‌های تخم‌گذار می‌توان به راحتی آن‌ها را ردیابی کرد. در

این مرحله مسافت‌هایی به طول چندین هزار کیلومتر نیز ممکن است توسط لاک‌پشت‌ها پیموده شود. جابه‌جایی فصلی لاک‌پشت‌ها برای یافتن غذا را نیز می‌توان جزء مهاجرت آن‌ها به‌شمار آورد. لاک‌پشت‌های نابالغ بین مناطق رشد و نمو متوالی که ممکن است صدها و یا حتی هزاران کیلومتر فاصله داشته باشند مسافرت می‌کنند. مراحل اولیه زندگی لاک‌پشت‌ها در دریا تحت عنوان «سال‌های گمشده» تعریف شده است که از آن اطلاعات بسیار اندک و ناچیزی در دست است. بعد از طی این مدت که بسته به نوع گونه و جمعیت‌ها متفاوت است، لاک‌پشت‌ها در سنین جوانی و در اندازه‌های بزرگ‌تر و تقریباً یکسان در مناطق رشد و نمو قابل رؤیت‌اند. در طول این مدت آن‌ها به شدت وابسته به بسترهای ثابت، یا متحرک علف‌های دریایی و جریان‌های دریایی هستند.

ساختار بدن

لاک جایی است که رسوبات انبوه استخوانی دیده می‌شود. در همه گونه‌ها به جز گونه پشت چرمی لاک از سپرها (اسکیوت) که تکه‌های کراتینی هستند و استخوان را می‌پوشانند، ساخته شده‌اند. کاراپاس یا لاک بالایی هنگامی که لاک‌پشت هنوز داخل تخم است تشکیل می‌شود. هم‌چنان

که جنین رشدونمو می‌یابد، دنده‌ها بزرگ و سپس به ستون فقرات متصل می‌شوند. دنده‌ها سپس با رشد اتصالاتی به همدیگر وصل می‌شوند و ساختاری سخت شبیه سپر به وجود می‌آورند. پلاسترون یا لاک شکمی (پایینی) نیز داخل تخم ایجاد می‌شود. به نظر می‌رسد که استخوان‌های پلاسترونی منحصر به لاک‌پشت‌ها باشند و برخی تغییرات در ساختار معمولی نظیر آنچه که در دنده‌ها هست و تبدیل به کاراپاس می‌شود، دیده نمی‌شود. برخلاف سایر لاک‌پشت‌های دریایی که دارای پوسته سخت هستند، لاک گونه پشت چرمی فاقد سپرهای کراتینی شده است، بلکه در عوض دارای یک پوست چرمی است که در قسمت بالایی مخلوطی است از صفحات استخوانی نازک که توسط غضروف به هم متصل هستند. در زیر لاک یا پوسته چرمی یک لایه ضخیم از چربی روغنی و بافت‌های رشته رشته قرار دارد. چندین تیغه یا نوار برجسته استخوانی نیز در طول قسمت پشتی لاک‌پشت که ناحیه گردن شروع به قسمت دم ختم می‌شوند، وجود دارد به نظر می‌رسد در شنا کردن به لاک‌پشت کمک می‌کنند که شاید به همین علت لاک‌پشت پشت چرمی سریع‌ترین لاک‌پشت دریایی شناگر است.



شکل ۱. نمای کلی چرخه زندگی لاک‌پشت‌های دریایی

مجموعه لاک پشت دریایی از استخوان‌های ضخیمی تشکیل شده است و مجاری نرم و سست در ناحیه گيجگاهی لاک پشت‌ها وجود ندارد. مغز لاک پشت‌های دریایی در مقایسه با اندازه بدن به نسبت کوچک است اما سازگاری‌های قابل توجهی برای بقا در محیط‌های دارای اکسیژن کم در زمان‌های طولانی دارند. لاک پشت‌های دریایی برخلاف برخی گونه‌های خشکی‌زی و آب شیرین، قادر به کشیدن یا جمع کردن سر و اندام‌های خود به داخل لاک نیستند.

لاک پشت‌های دریایی به جای دندان پوزه یا منقاری شاخی از جنس کراتین دارند. شکل پوزه یا منقار در بین گونه‌ها متفاوت است و به نظر می‌رسد که واکنشی نسبت به رژیم غذایی آن‌ها باشد. منقار لاک پشت‌های منقار عقابی مانند منقار شاهین نوک تیز است که نوعی سازگاری برای کندن یا جدا کردن تکه‌های کوچک اسفنج‌هاست. منقار لاک پشت‌های سبز منقار مانند چاقو دنداندار است که برای بریدن علف‌های دریایی مناسب است. پوزه لاک پشت‌های سرخ و زیتونی و کمپی بزرگ‌تر و کلفت‌تر است که به این لاک پشت‌ها اجازه می‌دهد جانورانی را که پوسته سخت دارند، مانند صدف‌ها و خرچنگ‌ها را بخورند. پوزه گونه پشت چرمی دارای قسمت‌های نوک تیز هم در آرواره بالایی و هم پایینی است؛ طوری که می‌توانند عروس‌های دریایی را تکه تکه کنند.

در بسیاری از گونه‌های دیگر اندام‌های داخلی لاک پشت‌ها شبیه به سایر مهره‌داران است: از جمله قلب چهار حفره‌ای، دو شش، کبد چندبخشی، معده و دستگاه گوارشی، سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها و استخوان‌های معمولی و ماهیچه‌های پاها. لیکن اندام‌های حرکتی (دست‌ها و پاها) در حد قابل توجه و معنی‌داری با آنچه در لاک پشت‌های آب شیرین دیده می‌شود تفاوت دارند. اندام‌های حرکتی لاک پشت‌های دریایی در حد بسیار بالایی به شکل باله تخصصی شده‌اند که به آن‌ها اجازه می‌دهد بسیار سریع‌تر از گونه‌های آب شیرین خود شنا کنند. لیکن این باله‌ها نسبت به حمله شکار چنان آسیب‌پذیرند و دیدن یا پیدا کردن لاک‌پشتی با باله زخمی

و یا نداشتن باله غیرعادی نیست. باله‌های جلویی ساختاری بلند و پهن بال‌مانندی را تشکیل می‌دهند و باله‌های عقبی شبیه یک دست بزرگ با دستکش است. باله‌های جلویی به شنا کمک می‌کنند و باله‌های عقبی به مانند سکانی برای راهبری و هدایت عمل می‌کنند.

اهمیت لاک پشت‌های دریایی

لاک پشت‌های دریایی گونه‌هایی کلیدی در زیستگاهی که زندگی می‌کنند به شمار می‌آیند و وجود آن‌ها به بقا و پایداری تنوع زیستی دریایی کمک می‌کند. وجود لاک پشت‌های دریایی در حفظ تعادل گونه‌های رقیب، که در صورت نبود آن‌ها ممکن است همدیگر را حذف کنند، کمک می‌کند. حفاظت از لاک پشت‌های دریایی به اکوسیستم‌های دریایی فوائد زیادی می‌رساند؛ زیرا بقای لاک پشت‌ها و سلامت بسیاری از اکوسیستم‌ها و زیست‌مندان مربوطه به شدت به هم وابسته است. هر کدام از گونه‌ها نیز حسب ویژگی‌های ظاهری دارای عملکردهای تخصصی نیز در زیست بوم خود

Dermochelyidae طبقه‌بندی می‌شوند.

خانواده پشت چرمی Dermochelyidae

این خانواده تنها دارای یک جنس و یک گونه با نام لاک پشت پشت چرمی *Dermochelys coriacea* است و به عنوان بزرگ‌ترین خزنده روی زمین شناخته می‌شود. تفاوت بسیار بارز و شاخص این گونه با اعضای دیگر خانواده لاک پشت‌های دریایی، شکل لاک است که در آن به جای صفحات شاخی، توسط لایه‌ای چرمی محافظت می‌شود، سازگاری بیشتری با آب‌های مناطق سرد دارد و به لحاظ همین توانایی دارای پراکنش گسترده‌تری است. این گونه، در طول زندگی خود گوشت‌خوار است و افراد بالغ آن تقریباً وابسته به جمعیت‌های عروس‌های دریایی‌اند. از عمده مناطق لانه‌سازی این گونه می‌توان به سواحل غربی اقیانوس هند، جنوب یمن، عمان، مالزی، سریلانکا و مکزیک اشاره کرد. گزارش‌های حضور این گونه در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان بسیار اتفاقی و موردی است.

لاک پشت‌های دریایی از نظر ریخت‌شناسی تغییرات بسیار زیادی را متحمل شده‌اند و سازگاری‌های فراوانی با محیط زندگی و زیستگاه خود پیدا کرده‌اند

خانواده Cheloniidae

اعضای این خانواده در مناطق حاره‌ای و زیر حاره‌ای پراکنش دارند و با مهاجرت‌های دوره‌ای و استثنایی در طول فصل گرما برای تغذیه به آب‌های مناطق معتدل می‌آیند. بعد از فصل لانه‌سازی برخی از آن‌ها با دفن کردن خود در گل‌ولای مناطق ساحلی، یا مهاجرت به مناطق گرم از دمای پایین که ممکن است موجب مرگ آن‌ها شود دوری می‌کنند. طول و وزن آن‌ها به ترتیب از ۷۵ سانتی‌متر و ۵۰ کیلوگرم در گونه *Lepidochelys kempii* (کمپی) که کوچک‌ترین لاک پشت دریایی است، تا طول ۲۱۲ سانتی‌متر و وزن ۴۵۰ کیلوگرم در گونه لاک پشت سرخ *Caretta caretta* متفاوت است. اندام‌های حرکتی جلویی پارویی‌شکل با ۱ یا ۲ ناخن ولی

هستند. به عنوان مثال، گونه منقار عقابی تعادل آبسنگ‌های مرجانی را حفظ می‌کند و گونه سبز بستر علف‌های دریایی را سالم نگه می‌دارد و لاک پشت‌های پشت چرمی جمعیت‌های عروس‌های دریایی را کنترل می‌کنند. لاک پشت‌های دریایی تأمین‌کننده نیاز غذایی بسیاری از گونه‌ها در آب‌های آزادند و نیز حاملان زیستی مواد مغذی هستند. علاوه بر نقش‌های بوم شناختی از نظر اقتصادی و فرهنگی نیز برای انسان و جوامع محلی بسیار مهم هستند.

معرفی خانواده‌های لاک پشت‌های دریایی

لاک پشت‌های دریایی در دو خانواده لاک پشت‌های سبز Cheloniidae و پشت چرمی

اندام‌های عقبی یا پاها پهن و با پنجه‌های نسبتاً قابل تحرک می‌باشند و نقش بسیار مهمی در حفر لانه دارند. علیرغم توانایی بسیار بالای این اندام‌ها در آب، آن‌ها توانایی بلند کردن جانور در خشکی برای راه رفتن را ندارند و در حقیقت لاک‌پشت از این اعضا برای کشیدن خود در روی زمین استفاده می‌کنند. نرها بوسیله دم طولی‌تر و ناخن‌های بلندتر و قوی‌تر از ماده‌ها قابل شناسایی هستند.

مهاجرت به اشکال مختلف انفرادی و یا گروه‌های بزرگ عموماً در آن‌ها دیده می‌شود. ماده‌ها دو تا سه بار و گاه بیشتر، بسته به نوع گونه و تغذیه، با فواصل ۲ هفته‌ای و گاه بیشتر برای لانه‌سازی و تخم‌گذاری به ساحل می‌آیند. گونه‌های غالب از این خانواده در بخش شمالی خلیج فارس و دریای عمان، لاک‌پشت‌های منقار عقابی و سبز می‌باشند که به شکل جمعیت‌های مختلف و متفاوت تولیدمثل‌کننده یا تغذیه‌کننده در فصول مختلف سال در زیستگاه‌های مربوطه یافت می‌شوند.

لاک پشت سبز *Chelonia mydas*
بدن در افراد بالغ پهن و کاسه پستی از دید بالا به شکل بیضی است. سر به نسبت

می‌شود. در افراد جوان فلس‌های روی سر و باله‌ها نازک و با رنگ زرد روشن حاشیه‌دار شده‌اند که توأم با رشد این حالت از بین می‌رود. قسمت زیرین بدن به رنگ سفید روشن یا کدر است. نوزادان تازه از تخم درآمده به رنگ قهوه‌ای تیره یا سیاه‌اند و باله‌های آن‌ها دارای حاشیه سفیدرنگ است (شکل ۲). این گونه به‌طور وسیعی در آب‌های مناطق حاره‌ای و زیر حاره‌ای در نزدیک سواحل قاره‌ها و جزایر و آب‌های مناطق معتدل پراکنش دارد و به همراه لاک‌پشت منقار عقابی حاره‌ای‌ترین گونه لاک‌پشت‌های دریایی هستند. دامنه طبیعی عرض‌های جغرافیایی این گونه بین نقاط هم دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد شمالی و جنوبی است که با تغییرات فصلی عرض‌های جغرافیایی تغییر می‌کند. لاک‌پشت سبز حیوانی شناگر و تنه‌ای است که از محل‌های لانه‌سازی تا مناطق تغذیه‌ای مهاجرت می‌کند. فاصله این دو منطقه برخی اوقات بالغ بر هزاران کیلومتر می‌شود. تقریباً همه مهاجرت‌ها در طول ساحل است. عمده‌ترین مناطق لانه‌سازی شامل مناطقی است که دمای آب بیش از ۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد. به‌خاطر پراکنش وسیع این گونه، هنگام

نوزادان لاک‌پشت‌ها معمولاً در ساعات آخر بعد از ظهر یا اوایل روز که دمای هوا و سطح خاک کاهش می‌یابد، از زیر ماسه‌ها خارج می‌شوند و شروع به حرکت به سمت دریا می‌کنند

فصل لانه‌سازی در مناطق دور و نزدیک فرق می‌کند و حتی برخی زمان‌های مختلف را نیز برای یک منطقه ذکر کرده‌اند. فاصله بین مهاجرت‌های موفقیت‌آمیز برای لانه‌سازی بستگی به جمعیت، کیفیت مناطق تغذیه‌ای و فاصله دارد. معمولاً وقفه‌های تولید مثلی ۲ ساله بین آن‌ها دیده می‌شود، اما ممکن است تولیدمثل در یک چرخه ۳ یا ۴ ساله نیز انجام شود. لانه‌سازی متوالی در یک فصل به فواصل ۲ هفته‌ای انجام می‌گیرد. بیشتر لاک‌پشت‌های سبز ۵-۲ مرحله تخم می‌گذارند. این گونه ممکن است به وزن ۲۳۰ کیلوگرم نیز برسد. متوسط تعداد تخم آن نیز

کوچک است و در فاصله بین چشم‌ها دو فلس جلو پیشانی بزرگ وجود دارد. آرواره‌های پایینی مضرس و دندان‌دارند که با رژیم غذایی گیاهخواری آن مطابقت دارند. با افزایش سن این بریدگی‌ها کمتر می‌شود. سپرهای روی کاسه پستی نازک، صاف و در صورت جدا شدن قابل انعطاف‌اند و شامل ۴ جفت سپر کناری، ۵ سپر مرکزی و معمولاً ۱۲ جفت سپر حاشیه‌ای است. روی هر یک از باله‌های جلویی و پاها یک ناخن وجود دارد. رنگ سطح بالایی بدن در کل از حالت زرد روشن تا کدر و ساده تا ترکیبی از لکه‌های شعاعی قهوه‌ای و زرد با نقاط سیاه‌رنگ دیده

۱۳۰-۱۱۰ ثبت شده است. متوسط اندازه تخم ۳ در آن ۴۶-۴۰ میلی‌متر است. بر اساس جدیدترین مطالعات که با استفاده از متوسط اندازه لاک‌پشت‌های ماده تخم‌گذار صورت پذیرفته است، سن بلوغ این گونه را بین ۳۰-۲۵ سال تخمین می‌زنند. لاک‌پشت سبز تنها گونه لاک‌پشت‌های دریایی است که در سنین بلوغ منحصراً رژیم غذایی گیاهخواری دارد. در سنین اولیه به لحاظ فراهم آوردن رشد بیشتر به نظر می‌رسد که رژیم غذایی گوشتخواری داشته باشد. علف‌های دریایی *Thalassia*, *Syringodium*, *Zostera* و *Halophila* و جلبک‌های *Gelidium*, *Vidalia* و *Gracillaria* از جمله منابع غذایی آن به‌شمار می‌روند.

لاک پشت منقار عقابی *Eretmochelys imbricata*

کاسه پستی (کارپاس) در افراد بالغ بیضوی و یا دندان‌دار با سپرهای روی هم و هم‌پوشان و سر متوسط و باریک که به پوزه نوک تیز ختم می‌شود و دارای ۲ جفت فلس جلو پیشانی و ۳ یا ۴ فلس پشت حدقه چشم است. آرواره‌ها در بخش برنده خود مضرس نیستند اما در نوک کشیده و تیزند. پوزه باریک و کشیده و سپرهای محکم و ضخیم لاک نوعی تطابق برای مقابله با امواج و به‌دست آوردن غذا از بین بسترهای صخره‌ای و مرجانی دریاست. سپرها یا اسکیت‌ها در سن قبل بلوغ به‌طور مشخص هم‌پوشان‌اند، ولی در سنین بالاتر این هم‌پوشانی دیده نمی‌شود و شامل ۴ سپر مرکزی، ۴ جفت سپر کناری، ۱۱ جفت سپر حاشیه‌ای و یک جفت اسکیت پیش مرکزی و مخرجی می‌شود. هر کدام از پاهای جلویی و عقبی در قسمت بیرونی خود دارای ۲ ناخن هستند. همانند سایر گونه‌ها، نرها دارای ناخن‌های بلندتر و قوی‌تر و دم بلندتری نسبت به ماده‌ها هستند. نوزادان هنگام خروج از تخم دارای سه تیغه روی کاراپاس هستند که در طول رشد از بین می‌رود. این گونه رنگی‌ترین گونه لاک‌پشت‌های دریایی است و الگوهای موجود دامنه وسیعی از رنگ و تنوع آن را نشان می‌دهد. نوزادان از لحاظ رنگ معمولاً

بیشتر به هم شبیه‌اند و اغلب قهوه‌ای‌رنگ و یا سیاه‌رنگ‌اند.

لاک‌پشت منقار عقابی حاره‌ای‌ترین گونهٔ لاک‌پشت‌های دریایی است. این گونه در مناطق مرکزی اقیانوس اطلس و مناطق بین این اقیانوس و اقیانوس هند پراکنش دارد. لاک‌پشت‌های منقار عقابی در مناطقی که تپه‌های دریایی و جزایر وجود دارند بیشتر قابل رؤیت‌اند. آن‌ها همچنین در مناطقی مثل لاگون‌های ساحلی و خلیج‌ها که دسته‌های علف‌های دریایی و جلبک‌ها وجود دارند دیده می‌شوند. لانه‌سازی این گونه محدود به عرض‌های جغرافیایی ۲۵ درجه شمالی و ۳۵ درجه جنوبی است که عمدتاً مناطق حاره‌ای را بیشتر شامل می‌گردد.

لاک‌پشت منقار عقابی در آب‌های صاف و روشن ساحلی جزایر و قاره‌ها زندگی می‌کند. آن‌ها عادت به مهاجرت دارند که باعث به‌وجود آمدن اختلاف بین تراکم جمعیت در مناطق و فصول معینی می‌شود؛ ضمن اینکه مهاجرت هم در فواصل بلند و هم کوتاه در بین جمعیت‌ها دیده می‌شود. در طول مدت فصل زادآوری معمول‌ترین آن جابه‌جایی کوتاه بین سواحل لانه‌سازی و نزدیک‌ترین مناطق تغذیه‌ای است. این گونه نیز مانند سایر گونه‌ها از مناطق ثابت و مشخصی برای لانه‌سازی استفاده می‌کند. لاک‌پشت منقار عقابی دارای چرخهٔ ۲-۳ ساله (به‌طور متوسط ۲/۶ سال) لانه‌سازی است و این عمل معمولاً در طول شب انجام می‌گیرد، اما لانه‌سازی در ساعات روز نیز در این گونه معمول و به ثبت رسیده است. بررسی به‌عمل آمده از تعداد تخم‌ها در هر مرحله نشانگر این است که لاک‌پشت عقابی بالاترین میزان متوسط باروری فردی را در بین لاک‌پشت‌های دریایی داراست. احتمالاً تکامل این ویژگی بر اثر شدت و میزان بالای شکار شدن بوده است، چون مرگ‌ومیر و تلفات در لانه لاک‌پشت عقابی به‌خاطر موقعیت‌های خطرناک و نامناسب لانه‌ها که معمولاً بین بوته‌ها و دورتر از مناطق شناوری و عمیق دریا است، زیاد است. بنابراین افزایش مرگ‌ومیر باید به‌وسیلهٔ باروری زیاد جبران شود. تعداد تخم‌ها در مراحل مختلف فصل تخم‌گذاری متفاوت است، اما به‌طور متوسط

می‌توان به تعداد ۹۰-۷۰ تخم در منطقه خلیج فارس اشاره کرد. قطر تخم‌ها در این گونه ۳۲ تا ۳۶ میلی‌متر است. طول مدت تکامل تخم‌ها در محل‌های مختلف لانه‌سازی و نیز در طول فصل متفاوت است و ممکن است از ۴۷ تا ۷۵ روز بسته به محل و زمان متفاوت باشد. طول و وزن نوزادان نیز در دامنهٔ بین ۳۸-۴۶ میلی‌متر و ۱۷-۱۸ گرم قرار می‌گیرد. این نوزادان معمولاً در ساعات اولیهٔ شب و هنگامی که دمای شن‌ها زیر ۲۸ درجه سانتی‌گراد است از لانه خارج می‌شوند.

این گونه نیز مانند سایر گونه‌های لاک‌پشت‌های دریایی در طول چرخهٔ زندگی خود مورد شکار انواع مختلف شکارچیان قرار می‌گیرد. از شکارچیان نوزادان این گونه می‌توان به خرچنگ‌ها، وارانوس‌ها، موش، روباه، شغال، سگ‌های ولگرد و انواع پرندگان مثل حواصیل و کلاغ اشاره کرد. در آب نیز نوزادان توسط پرندگان دریایی و ماهی‌های گوشت‌خوار شکار می‌شوند.

وضعیت حفاظتی گونه‌های لاک‌پشت‌های دریایی

با توجه به عوامل مختلف تهدیدکننده

آلودگی‌ها، برخورد یا تصادف با قایق‌ها و پروانهٔ آن‌ها و گرفتار و در نهایت خفه شدن در تورهای صیادی اشاره کرد.

با مد نظر قرار دادن وضعیت موجود و روند رو به کاهش بیشتر جمعیت‌های گونه‌های مختلف لاک‌پشت‌های دریایی، پرواضح است که آن‌ها به‌شدت نیازمند اقدامات عاجل حفاظتی ما هستند تا بتوانند به بقا و ایفای نقش خود در اکوسیستم‌هایی که در آن زندگی می‌کنند ادامه دهند. در این میان شناسایی زیستگاه‌های بحرانی و حساس، شناسایی دقیق عوامل تهدیدکننده و تعیین میزان تأثیر و سطح آنها، جمع‌آوری داده‌های زیست‌شناختی، انجام فعالیت‌های آموزشی ترویجی، تعریف و اجرای برنامه‌های حفاظتی ویژه برای هر کدام از گونه‌ها و مناطق فراخور شرایط خاص آن منطقه، همکاری‌های ملی و بین‌المللی و شناسایی جمعیت‌های موجود می‌تواند بسیار مهم، کارساز و تعیین‌کننده باشد. در این راستا آنچه بدیهی است، نقش مردم وجوامع محلی و نیز جوامع صیادی بسیار مهم و تأثیرگذار خواهد بود.

باله‌ها نسبت به حملهٔ شکارچیان آسیب‌پذیرند و دیدن یا پیدا کردن لاک‌پشتی با باله زخمی و یا نداشتن باله غیرعادی نیست

لاک‌پشت‌های دریایی به اشکال مختلف و نیز سطح و شدت تأثیرات این عوامل همهٔ گونه‌های موجود آن‌ها توسط اتحادیهٔ جهانی حفاظت (IUCN) جزو گونه‌های در معرض خطر تهدید انقراض طبقه‌بندی شده‌اند که نشانگر وضعیت جهانی همهٔ گونه‌هاست. مهم‌ترین عوامل تهدیدکنندهٔ این گونه‌ها عوامل طبیعی نظیر موج و طوفان‌های دریایی و نیز انواع شکارچیان طبیعی شامل پستانداران، پرندگان، خرچنگ‌ها، ماهی‌ها و کوسه‌ها و همین‌طور عوامل انسانی هستند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به برداشت مستقیم لاک‌پشت‌های بالغ و یا جوان، برداشت تخم‌ها، تخریب زیستگاه‌ها به اشکال مختلف، انواع

پی‌نوشت‌ها

1. Chelonia یا Testudines
2. Tuatara
3. Class : Reptilia
4. Iguana
5. Pelagic phase

منابع

1. FAO, 1990. Species Catalogue, Vol 11, Sea Turtles of the World.
2. Eckert, K. K. Bjorndal, M. Donnelly (Edit) 1999. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles IUCN/ SSC/ MTSG. No. 4.
۳. مبارکی، اصغر. ۱۳۷۸، لاک‌پشت‌های دریایی، مجلهٔ محیط زیست، شمارهٔ ۲۶ بهار ۱۳۷۸
۴. مبارکی اصغر. ۱۳۸۷، لاک‌پشت‌های دریایی: مسافران دریایی در معرض خطر انقراض، نشریه موج سبز

این مرد می خواهد مغز بسازد

گفت‌وگو

گفت‌وگوکننده: دیوید کوشنر^۱
ترجمه: محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

کلیدواژه‌ها: پروژه بلوبرین، ستون نئوکورتکسی، پروژه بلوبرین، درون نگاشته.

درباره هنری مارکرام

هنری مارکرام ۵۰ ساله، متولد آفریقای جنوبی دارای دکترای علوم اعصاب، در کمپ تحقیقاتی خود که به فاصله حدود نیم کیلومتری از دفتر کارش در انستیتو فدرال پلی تکنیک لوزان سویس قرار دارد، در پی انجام کاری است که تا حدودی باورنکردنی به نظر می‌رسد. در نیم قرن اخیر، پس از سلسله کشف‌های بی نظیر ذرات بنیادی، تحولی دیگر در حیطه علوم رخ نداده است که بخواهیم از آن به عنوان دگرگونی در علم یاد کنیم؛ ولی اگر پروژه مارکرام به نتیجه بارزی بیانجامد، بدون شک پس از ده‌ها سال شاهد یک دگرگونی اساسی در یکی از عرصه‌های علمی خواهیم بود. علوم اعصاب که به تبعیت از علم پزشکی سال‌هاست با پذیرفتن پارادایم‌هایی نتوانسته است پیشرفت قاطعی داشته باشد و بیشتر دستاویز روان‌شناسان برای بررسی‌های صوری و اصطلاحاً پدیده‌شناختی شده است، با به انجام رسیدن پروژه مارکرام، که البته راه دور و درازی در پیش دارد، دچار تحولی بنیادین در رویکردهای خود خواهد شد. به انجام رسیدن پروژه مارکرام به یک اصل موضوع نانوشته نیز پایان خواهد بخشید که شبیه‌سازی کار مغز ناممکن است و آن‌طور که در افواه پیچیده است، برای انجام چنین امری به شهری به ابعاد نیویورک نیاز داریم. اکنون شهر نیویورک با استفاده از رایانه‌های بلوجین IBM به چهار ماشین به ابعاد چهار یخچال معمولی تبدیل شده است که هر کدام برای شبیه‌سازی صرفاً ۱۰۰۰ نورون، ۱۶/۰۰۰ پردازشگر دارند که در مجموع اطلاعات را با سرعت ۵۶ تریلیون بر ثانیه پردازش می‌کنند. مارکرام در پی آن است که با برهم‌کنش این نورون‌ها با یکدیگر عملکرد مغز را شبیه‌سازی کند. در گام نخست او خود را روی بخش نئوکورتکس رت‌ها متمرکز کرده و نتایج اولیه بسیار امیدوارکننده‌ای به‌دست آورده است. از همین‌رو در این شماره به مصاحبه‌ای که اخیراً با مارکرام صورت گرفته است می‌پردازیم.

● اغلب مردم - حتی برخی از دانشمندان - همچنان به نحوه کار مغز هم‌چون یک راز می‌نگرند. با این حال شما معتقدید نه تنها چگونگی کار آن را درک می‌کنید، بلکه می‌توانید آن را در عمل بسازید. شما متوجه چه چیزی هستید که دیگران نیستند؟

○ همه می‌گویند که مغز یک ماشین استثنایی است. مغز قادر است نموده‌های فراوانی را متجلی کند که برخی از آن‌ها بسیار مشهود و برخی دیگر کمتر مشهود است؛ ولی من فکر می‌کنم سرانجام توضیح‌هایی بسیار اساسی برای بسیاری چیزها مانند احساسات، آگاهی، خودآگاهی، توجه، ادراک، و شناخت وجود خواهد داشت. ما با چند «مسئله اصلی» مواجهیم که به گمان من فقط به این دلیل مسئله هستند که ما به دو پارادایم قدیمی چسبیده‌ایم.

● آن دو پارادایم منسوخ شده که باید از آن‌ها بگذریم، چیست‌اند؟

اولی مربوط به چگونگی عرضه اطلاعات به وسیله مغز است که من به آن پارادایم کنش - پتانسیل می‌گویم. این پارادایم مبتنی بر اسپایک^۲ است. نورون‌ها اسپایک‌هایی ایجاد می‌کنند که می‌توانیم آن‌ها را به صورت دیجیتال - یعنی به صورت صفر و یک - در نظر بگیریم. اسپایک‌های مجزا، اطلاعات کافی برای نمایاندن ادراک ندارند. تصور رایج از ادراک مبتنی بر تحلیل این صفرها و یک‌ها و تجزیه یا مهندسی معکوس نمایشی است که از این صفرها و یک‌ها به‌دست می‌آید. ولی من فکر می‌کنم این صفرها و یک‌ها - اطلاعات تولید یا گسیل شده توسط نورون‌های منفرد - صرفاً بازتابی از ادراک هستند نه خود ادراک. خیلی‌ها این نورون‌های منفرد را مطالعه کرده‌اند. آن‌چه

ما در پروژه بلوبرین^۴ در پی آن هستیم مانند انقلاب کوپرنیکی است. زیرا می‌خواهیم همه چیز را عوض کنیم و بگویم نمایش عصبی در اسپایک‌ها نهفته نیست، بلکه در جایی در فراسوی آن، یعنی پیش از آنکه به جسم سلولی برسد جای دارد. وقتی این مسیر تازه نضج بگیرد، به گمان من درهای زیادی را برای آنچه ادراک خوانده می‌شود، می‌گشاید - و از ادراک به شناخت و از شناخت به حافظه و سپس عمل‌های ذهنی متعالی‌تری همچون آگاهی و احساسات می‌رسیم.

● خطای بزرگ دیگری که ما را از پیشرفت بازداشته، چیست؟

○ به‌رغم همه شواهد موجود، ما ۵۰ سال است که داریم به حافظه به‌عنوان جایی نگاه می‌کنیم که در آنجا تغییراتی در مغز ثبت می‌شود. وقتی چیزی را به‌خاطر می‌سپاریم،

سراغ سیناپس ها و نورون ها رفته ایم و آن ها را تغییر داده ایم و سپس این تغییرات را حفظ کرده ایم. این اصطلاحاً درون نگاشته^۵ خوانده می شود. صدها دانشمند در پی این رد بوده اند. ولی واقعاً اثر حافظه در مغز کجاست؟ تاکنون بر این گمان بوده اند که حافظه مثل یک خراش یا یک خط اثر است. این یکی از اساسی ترین خطاها در علوم اعصاب است و دلیل اینکه چرا می گویم این خطاست، ساده است. همه شواهد حاکی از آن هستند که نورون ها از نو تنظیم نمی شوند. سیناپس ها هم همین طور؛ بلکه همواره در تغییرند و در هر یک میلی ثانیه تغییر می کنند. مغز کنونی شما با مغز شما هنگامی که ۱۰ ساله بودید بسیار تفاوت دارد و با این حال ممکن است شما خاطره های عمیقی از ۱۰ سالگی خود به یاد آورید. آنچه علوم اعصاب باید پاسخ دهد این است که چطور ممکن است شما چیزهایی از زمان های دور را به خاطر آورید، در حالی اکنون مغز شما واقعاً با آن دوران متفاوت است؟ ما فیزیكدانان بسیار زیادی داشته ایم که به علوم اعصاب پا گذاشته اند و گفته اند که «این باید نوعی از حافظه توزیع یافته آماری باشد و بنابراین حتی اگر در جایی درج شده باشد، همچنان ردهایی از آن را خواهیم داشت». از دیدگاه ما، این تفکر که ثبت حافظه در مغز به همان ترتیبی است که در رایانه ذخیره می شود، اساساً نادرست است. بنابراین ما در دو پارادایم گیر کرده ایم که به گمان من رهایی از آن ها، خیلی از چیزها درباره رمز و راز مغز را تغییر خواهد داد.

● چگونه شبیه سازی می تواند اسرار مغز را برملا کند؟ آیا شما نباید پیش از آنکه بتوانید مغز را شبیه سازی کنید، به درکی از آن نایل شوید؟

○ برای آنکه بفهمید چگونه یک پروتئین در سرتاسر مغز رفتار می کند، باید آن را در کل مغز قرار دهید. شما باید آن را به بازی بگیرید. پارامترهایش را تغییر دهید، آن را بردارید، بگذارید، جهش در آن ایجاد کنید. ما باید بتوانیم هزاران، صدها هزار و بلکه میلیون ها پارامتر را واری می کنیم. مدلی برای انجام این کار است؛ ولی نه آن

نوع مدلی که تاکنون استفاده شده اند. من راجع به مدلی واقعی صحبت می کنم که انقباضی زیست شناختی دارند. بزرگ ترین سوء تفاهم در مورد پروژه بلوبرین این است که مردم فکر می کنند ما در حال انجام یک پروژه مدلی سازی هستیم. در واقع بلوبرین با واری داده ها و سنجش آن ها، تزریق اطلاعات به چارچوبی که در آن بتوانیم حتی علوم همبسته را به کار گیریم و ایجاد ابزارهایی خودکار برای امتزاج این داده ها در فرایندهای زیست شناختی، بیشتر پروژه ای درباره مهندسی معکوس است.

● چطور می خواهید چنین پروژه عظیم و بنیادی ای را به انجام برسانید؟

○ پیش از این، برای شبیه سازی فقط یک نورون به یک پروژه سه ساله دکتری نیاز بود و به یک رایانه بسیار پر قدرت نیاز داشتیم تا این شبیه سازی را انجام دهد. البته امروزه رایانه ها کمی پر قدرترند و من می توانم ۱۰۰ نورون

را شبیه سازی کنم. البته شبیه سازی ۱۰۰ نورون واقعاً اهمیت ویژه ای ندارد. دلیل آن هم ساده است: چون نورون در محیطی زندگی می کند که هزاران درون داده به آن می رسد. بنابراین ما واقعاً نیاز به ارتباط یک نورون با ۱۰/۰۰۰ نورون داریم. این ارتباط باید در آنچه که ما ریزمدار^۶ می خوانیم، انجام شود. مغز پستانداران از مدارهایی شامل ۵ نورون ساخته شده است. برای شبیه سازی مدارهای نورونی مغز پستانداران به تعداد بسیار بیشتری نورون و دست کم ۱۰/۰۰۰ رایانه نیاز داریم. در پروژه ما ۱۶/۰۰۰ پردازشگر در فضایی به اندازه ۴ یخچال تنگ هم قرار گرفته اند. این تعداد زیاد پردازشگر برای ما خیلی مهم است، زیرا هر کدام ۱۰۰۰ نورون را مهیا می سازند. خود پردازشگرها لازم نیست خیلی قدرتمند باشند. فقط لازم است حافظه ای کافی برای ذخیره نورون ها داشته باشند.

● شما مغز انسان یا میمون را مدل سازی نمی کنید، بلکه خود را روی موردی خیلی خاص متمرکز کرده اید، ستون نوکورتکسی^۷ در یک رت دو هفته ای؛ چرا این مجموعه نورون های خاص را در نظر گرفته اید؟

○ بلوبرین پروژه ای زیست مدارانه است، به این معنی که ما در آن اجزاء فرایندها و اصول زیست شناختی را به صورت مدلی های ریاضی در می آوریم و سپس شبیه سازی ها را اجرا می کنیم تا ببینیم آن ها چگونه زیست شناسی را بازنمایی می کنند. ما در تلاشیم زیست شناسی را با بیشترین دقت ممکن در رایانه باز تولید کنیم. من نمی توانم تعداد زیادی گربه یا پستاندارانی از این دست را بکشم. تحقیق ما نیاز به تشریح تعداد

پزشکان حتی درباره داروهایی که برای بیماری های پارکینسون، افسردگی، اسیکزوفرنی، حواس پرتی، اوتیسم، جنون ادواری و آلزایمر می دهند نیز چیزی نمی دانند. آن ها هیچ نظری در این باره ندارند که آن دارو چه تأثیری بر این پردازشگر می گذارند. این تکان دهنده است. منظورم این است که ما در چنان دوران بدوی ای از پزشکی زندگی می کنیم که باور کردنی نیست.

زیادی مغز و مقایسه موارد شبیه سازی شده با آن ها دارد. بنابراین مجبور شدم رت را انتخاب کنم. پرسش بعدی این بود که باید روی کدام ناحیه مغز متمرکز شویم. به رغم اینکه نوکورتکس پیشرفته ترین ناحیه مغز است، با این حال سامان مندر از بقیه ناحیه های مغز هم هست و بنابراین کار با این ناحیه واقعاً راحت تر است. اگر داخل ساقه مغز یا سایر ناحیه های زیرقشری بروید، ظاهر نورون ها ویژگی مشخصی ندارند. آن ها به انواع و اقسام شکل ها هستند. یک جانور دو هفته ای واقعاً ایده آل است، زیرا در این مرحله، برش های مغز به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت کاملاً سالم باقی می ماند. مدار نورونی در آن سن ۷۵ تا ۸۰ درصد حالت نهایی است که در سن بلوغ خواهد داشت و الگویی برای مدار نورونی مغز است. وقتی این الگو را داشته باشیم، به دنبال تفاوت ها می گردیم و سپس می توانیم فرایند

تکامل را مدل سازی کنیم. ما اکنون می توانیم ستون های جوان تر و نیز ستون های مسن تر را مدل سازی کنیم. وقتی به اختلاف های اصلی بین این قطعه ها پی ببریم آنگاه خواهیم توانست شروع به شبیه سازی و مدل دهی تحول نیز کنیم.

● آزمایش شما چهار سال است که به طول انجامیده، تا اینجا کار چه چیزی درباره فرایندهای عصبی مغز آموخته اید؟

○ یک چیز بسیار جالبی که ظاهر شده است، ریتم فعالیت های الکتریکی موسوم به نوسان های گاماست. ما سعی نکردیم آن را بسازیم، بلکه خودش در مرحله شبیه سازی زیست شناختی ظاهر شد. بر طبق یک نظریه

برای آنکه من ذهن شما را بخوانم، لازم است که به نقش های مغز شما نگاه کنم و باید بتوانم آن را به چیزی خواندنی تبدیل کنم. باید بتوانم این فعالیت را ترجمه کنم. این یک کد عصبی است و من باید بتوانم بارمزشایی این کد، آن را بفهمم و بخوانم. وقتی در رمزگشایی این اطلاعات عصبی واردتر شویم، به گمانم مشکل حادی نخواهیم داشت.

مشهور، نوسان های گاما مبنای خود آگاهی هستند. بر اساس این نظریه وقتی مغز به نوسان بسامدهای بالا (۴۰ تا ۸۰ هرتز) می رود، ادراک شکل می گیرد که همان احساس خود آگاهی است. با این حال، من فکر نمی کنم که بلوبرین در این مرحله به آگاهی رسیده باشد. ولی این مهم است که ما اصلاً سعی نکردیم این پدیده را در مغز مدل دهی کنیم. آنچه باید به آن توجه کرد این واقعیت است که ما داریم بلوبرین را به درستی می سازیم و از همین روست که چنین پدیده هایی ظاهر می شوند. کل مدار به این وضعیت تشدید می رسد که وضعیتی حیرت انگیز است. اکنون می توانیم به تشریح مدار برداریم و دریابیم کدام نورون ها، کدام مسیرها، کدام گیرنده ها و غیره اهمیت اساسی دارند. هر چه بیشتر به زیست شناسی نزدیک شده ایم، مدار شروع به نمایش پدیده های زیست شناختی واقعی

بیشتر و بیشتری، با دقت، ظرافت و جزئیات بیشتری کرده است. این بسیار دلگرم کننده است، زیرا مدل می توانست به هر مسیر دیگری برود و یا ممکن بود اصلاً کار نکنند. وقتی شما به تدریج پارامترهای بیشتری را به آن اضافه می کنید ممکن است به مسیرهایی برود که شما نمی خواستید یا توقع آن را نداشتید.

● آیا از بلوبرین می توان برای کمک به مشکلات علم پزشکی، برای بررسی ماهیت بیماری های عصب شناختی استفاده کرد؟

○ بلوبرین واقعاً تنها راه بررسی این مشکلات است. وقتی سراغ نئوکورتکس می رویم و با آن کار می کنیم درمی یابیم که امروزه حتی یک بیماری عصب شناختی وجود ندارد که کسی بداند چه چیزی در این مدار بد عمل می کند، کدام مسیر، کدام سیناپس، کدام نورون، کدام گیرنده بد عمل می کند. پزشکان حتی درباره

داروهایی که برای بیماری های پارکینسون، افسردگی، اسکیزوفرنی، حواس پرتی، اوتیسم، جنون ادواری و آلزایمر می دهند نیز چیزی نمی دانند. آن ها هیچ نظری در این باره ندارند که آن دارو چه تأثیری بر این پردازشگر می گذارند. این تکان دهنده است. منظورم این است که ما در چنان دوران بدوی ای از پزشکی زندگی می کنیم که باور کردنی نیست.

● کار شما چگونه می تواند این خلأ را پر کند؟

○ اگر مدلی داشته باشیم که بتوانیم همه پارامترهای اصلی را به آن وارد کنیم، آنگاه می توانیم در پی فرضیه ای برای یک بیماری باشیم. اگر کمی با این مدل ور برویم، می توانیم دریابیم چه نوع آسیب هایی در آن رخ می دهند. آنگاه واقعاً با دقت بسیار زیادی خواهیم توانست دریابیم که چه چیزهایی

به خطا رفته اند. اگر بخش خاصی از مدار بد عمل کند، به علائم بیماری مشخصی می انجامد. واقعاً می توانیم فرضیه های موجود برای بیماری های مختلف را شبیه سازی و آزمایش کنیم. اگر بدانیم کدام مسیرها بد عمل کرده اند، آنگاه می توانیم بگردیم و پیدا کنیم که آن اختلال در مدار به چه معنی است و چه نوع اطلاعاتی قابل پردازش نیست. این کار با شبیه سازی اثر داروها بر مدار باعث پیش برد صنعت داروسازی می شود. کشف داروها، صرفاً با بررسی اینکه آیا آن دارو می تواند اثر کند یا خیر و اثرهای جانبی آن چیست، بی نهایت گران تمام می شود. شبیه سازی ها می توانند هزینه کشف داروها را تا ۷۰ یا ۸۰ درصد کاهش دهند. آنچه که ما کشف دارو مبتنی بر شبیه سازی می خوانیم در آینده به راه خواهد افتاد.

● چه زمانی ممکن است مغزهای شبیه سازی شده به کشف داروهای جدیدی برای درمان مغزهای واقعی بیانجامد؟

○ ما تاکنون در مرحله اولیه بوده ایم. به زودی خواهیم توانست در مقیاسی محدود شروع کنیم. فکر کنم در دو سه سال آینده به وقوع بپیوندد. وقتی مدل توانمندتر شود، گستره آن به حوزه های بیشتر و بیشتری نسبت به عصب شناسی روان پزشکی خواهد رسید.

● نقطه عطف بعدی پروژه بلوبرین چیست؟ مخصوصاً کی خواهید توانست مغز کامل انسان، نه فقط بخشی از مغز رت را شبیه سازی کنید؟

○ مرحله بعدی، توسعه ای عظیم به سمت مدل های کامل مغز و نیز به سمت مدل های پرجزئیات در سطح مولکولی است. از لحاظ فنی، با استفاده رایانه ها و تکنیک هایی که به حصول داده ها می انجامند، ساخت یک مدل از مغز انسان تا ۱۰ سال آینده ممکن خواهد بود. از لحاظ عملی، تنها محدودیت، تأمین سرمایه است. ولی ما این کار را به تدریج انجام می دهیم. قدم بعدی ما در سه سال آینده باید ساختن یک مدل کامل از مغز رت و یک مدل با جزئیات کامل در سطح مولکولی از

برهم کنش‌های ۲۰۰ میلیون نورون در مغز رت باشد. این سکویی برای پرش بعدی به سمت مدل‌سازی مغز گربه، پستانداران مرتبه بالاتر و سرانجام انسان خواهد بود که تقریباً به موازات هم انجام خواهند شد. یکی از مهم‌ترین چیزهایی که در این پروژه به آن رسیده‌ایم این است که لازم نیست ۱۰۰ درصد چگونگی کار زیست‌شناسی را بشناسیم. زیرا وقتی شما ۵ یا ۱۰ درصد اطلاعات را وارد کنید تقریباً بقیه چیزها خودشان را تحمیل می‌کنند که به این معنی است که شما واقعاً می‌توانید از بقیه ماجرا آگاه شوید بی‌آنکه بدانید در قبل چه بوده است و بنابراین کار در انتها سریع‌تر پیش می‌رود. افزودن قیده‌های بیشتر، همچون شتابی برای ماشین‌ها عمل می‌کند. حدس من این است که ما پیش از آنکه ساخت این مدل تمام شود به طراحی و نحوه عملکرد مغز پی خواهیم برد.

● آیا واقعاً مسئله مالی مهم‌ترین مشکل در راه ساختن یک شبیه‌سازی کامل از مغز انسان است؟ این پروژه چقدر هزینه برمی‌دارد؟

○ خیلی زیاد، بیشتر از پروژه ژنوم انسان، خیلی بیشتر. به ابررایانه‌های زیادی نیاز داریم و نیز به محققان بسیاری نیاز است. زیرا فقط ما نیستیم، این کنسرسیومی است که باید به‌طور فزاینده‌ای رشد پیدا کند. فقط قیمت رایانه‌ها به صدها میلیون دلار سر می‌زند و حتی ممکن است یک میلیارد دلار شود. سپس شما به داده‌هایی نیاز دارید که ترکیب و ساختار مغز را توصیف کند - از جمله تعداد پروتئین‌های مغز، نوع آن‌ها، چگونگی برهم‌کنش آن‌ها و چگالی سلول‌ها. این اطلاعات نباید فقط از آزمایشگاه‌های علمی آمده باشند، بلکه بیشتر لازم است از صنعت آمده باشند. ما به داده‌هایی در مقیاس صنعتی نیاز داریم و این واقعاً هزینه هنگفتی را می‌طلبد.

● بعد چی؟ آیا وقتی مدل مغز انسان را ساختیم خواهیم توانست آنچه را که در ذهن انسان می‌گذرد تجربه کنیم و از نو بسازیم؟

○ این واقعاً خیلی پیچیده نیست. برای آنکه من ذهن شما را بخوانم، لازم است که به نقش‌های مغز شما نگاه کنم و باید بتوانم آن را به چیزی خواندنی تبدیل کنم. باید بتوانم این فعالیت را ترجمه کنم. این یک کد عصبی است و من باید بتوانم با رمزگشایی این کد، آن را بفهمم و بخوانم. وقتی در رمزگشایی این اطلاعات عصبی واردتر شویم، به گمانم مشکل حادی نخواهیم داشت. برای آنکه بتوانیم اطلاعات را بیرون بکشیم بیشتر محدودیت فنی داریم. آیا می‌توانیم آن‌ها را بیرون بکشیم؟ آیا می‌توانیم نمونه‌گیری‌هایی کافی داشته باشیم؟ آیا می‌توانیم حالت آن فعالیت را نشان دهیم؟ فناوری انجام این کارها پیشرفت فراوانی داشته‌اند. ما خیلی به کدهای عصبی نزدیک شده‌ایم. نشانه‌ها حاکی از پیشرفتی فراوان در دو سال آتی است.

● آیا در آن لحظه خواهیم توانست خودآگاهی را شبیه‌سازی کنیم؟ یا حتی پرسش تکان‌دهنده‌تری:

آیا این شبیه‌سازی واقعاً در آن لحظه خودآگاه می‌شود؟

○ این واقعاً دشوار است که بگویم چه مقدار جزئیات لازم است تا خودآگاهی پدیدار شود. به باور من، خودآگاهی یک پدیده تکوینی است؛ چیزی شبیه به انتقال از حالت مایع به حالت گاز. یک خاصیت درونی است. یک فاز تازه است. مانند ماشینی است که باید با سرعت بالایی حرکت کند و ناگهان به پرواز درآید. این چیزی است که ممکن است در این پروژه پیدا کنیم. اینکه چه مقدار جزئیات لازم است تا ماشین واقعاً خیز بردارد و خودآگاه شود.

● برخی معتقدند که شما دارید در کار خدا دخالت می‌کنید. آیا هیچ وقت چنین حسی داشته‌اید؟

○ به‌عنوان دانشمند، ما باید از واقعیت نهراسیم. ما باید مغز خود را بشناسیم. طبیعی

است که مردم فکر کنند مغز چیز خاص و مقدسی است که نباید با آن ور رفت، زیرا ممکن است جایی باشد که اسرار روح در آنجا نهفته باشد. ولی صادقانه بگویم، به گمان من، اگر ما می‌دانستیم مغز چگونه کار می‌کند، می‌توانستیم منازعات را برطرف کنیم، زیرا مردم درمی‌یافتند که این ستیزها و ناسازگاری‌ها چقدر بی‌اهمیت‌اند. این رفتارها از کجا ناشی شده‌اند؟ پاسخ آن را می‌توان فهمید و قابل ردیابی است. ما نباید به‌خاطر چیزهایی بمیریم که ممکن است صرفاً ناشی از برانگیزش بخش معینی از مغز باشند. به گمان من شناخت مغز یک نهیب بیدارباش بسیار بزرگ خواهد بود و می‌تواند نقشی اساسی برای بشریت بازی کند. به اعتقاد من، ما بسیار کوچک‌تر از آن هستیم که بخواهیم

به گمان من شناخت مغز یک نهیب بیدارباش بسیار بزرگ خواهد بود و می‌تواند نقشی اساسی برای بشریت بازی کند. به اعتقاد من، ما بسیار کوچک‌تر از آن هستیم که بخواهیم در کار خدا دخالت کنیم. خدا همه عالم را آفریده است. ما فقط در پی شناخت آنیم و می‌خواهیم مدل کوچکی بسازیم.

در کار خدا دخالت کنیم. خدا همه عالم را آفریده است. ما فقط در پی شناخت آنیم و می‌خواهیم مدل کوچکی بسازیم.

پی‌نوشت‌ها

1. David Kushner
2. Henry Markram
۳. spike-based paradigm اسپایک‌ها ولتاژهایی کوتاه‌مدت (با پهنای ۲/۰ تا ۲۰ میلی‌ثانیه) هستند که منحصرًا توسط نورون‌ها تولید می‌شوند.
4. Blue Brain
۵. درون‌نگاشته (Engram) اثر قطعی و دائمی است که بر اثر تحریک پروتوپلاسم در سلول‌ها ایجاد می‌شود. در روان‌شناسی به هر گونه اثری که بر روان باقی‌مانده باشد می‌گویند و آن را رد عصبی می‌خوانند.
6. Microcircuit
۷. Neocortical column بخشی از مغز است که اجازه می‌دهد بیندیشیم، صحبت کنیم و به خاطر آوریم (مترجم).

- منبع
1. Discover, Published on – line: Feb 5, 2010

گیاهانی که کاغذ می شوند!

قهوه‌فروان

الهه علوی

کلیدواژه‌ها: کاغذ، درخت، گیاه، لیگنین.

خاستگاه کلمه کاغذ در زبان انگلیسی (Paper)، نام گیاه **پاپیروس** است که مصریان از آن برای ساختن اولین شکل کاغذ استفاده می کردند. مصریان برش‌های نازک ساقه گل دهنده پاپیروس را به روش دستی در زاویه ۹۰ درجه قرار می دادند و برای ساختن صفحه نوشتافزاری، آنها را روی هم می فشردند. چینی‌های باستان کاغذ را به روشی متفاوت می ساختند. آنها الیاف گیاهی مانند گیاه شاهدانه را می خیساندند و آن قدر ضربه می زدند تا خمیری شکل شود. سپس این خمیر را در یک آبکش می فشردند تا همه آب آن برود و به شکل یک صفحه خشک شود. از همان آغاز، یعنی از حدود ۵۵۰۰ سال قبل تاکنون، تولید کاغذ یک صنعت جهانی، با اهمیت بنیادی بوده است. فرایند کاغذسازی، فرایند نسبتاً ساده‌ای است. ماده گیاهی با ماشین خرد می شود تا خمیری به دست آید که محتوای آن فیبرهاست. اکنون می دانیم که فیبرها از بافت آوندی به دست می آیند. فیبرها وقتی از خمیر جدا می شوند، به طور خودبه خودی یک صفحه را تشکیل می دهند. اگر منبع فیبرها چوب باشد، باید با مواد شیمیایی لیگنین را از خمیر کاغذ حذف کرد. اگر فقط مقدار کمی از لیگنین حذف شود، کاغذ قهوه‌ای خواهد بود؛ مانند کاغذ پاکت‌های خرید، ولی اگر مقدار بیشتری لیگنین حذف شود، کاغذ سفید است، اما خیلی بادوام نیست و بعد از چند دهه، مثلاً در کتابخانه‌ها، متلاشی می شود. کاغذ هنگامی دوام بیشتری دارد که از پنبه یا کتان ساخته شده باشد، زیرا فیبرهای این گیاهان به طور طبیعی، لیگنین ندارند.

مهم‌ترین گیاهانی که برای تهیه کاغذ استفاده می شوند، عبارت‌اند از:

درختان اوکالیپتوس. کشور برزیل در سال‌های اخیر وسعت عظیمی از ناحیه آمازون را برای رویاندن دانه رست‌های اوکالیپتوس تاگ‌سازی شده اختصاص داده است؛ خصوصاً انواعی را که می توان آن‌ها را بعد از حدود هفت سال برداشت کرد. **درختان سخت چوب مناطق معتدل.** مانند غان، راش، شاه‌بلوط، صنوبر و خصوصاً سپیدار. **درختان نرم چوب.** در آمریکا انواعی از درختان کاج، برای داشتن تراکم بالاتر چوب و قابلیت برداشت پنج سال زودتر از معمول، تولید شده‌اند. **افریقای جنوبی، شیلی، نیوزیلند و استرالیا** نیز هزاران هکتار زمین را برای رویاندن کاج به منظور تهیه فراورده خمیر کاغذ، اختصاص داده‌اند. **بامبو.** چند کشور آسیایی، خصوصاً هند، مقدار عظیمی خمیر بامبو برای ساختن کاغذ تولید می کنند. از آن جایی که بامبو بدون تخریب ریشه‌هایش برداشت می شود و چرخه رویش آن مناسب است، انتظار می رود این گیاه، که درواقع یک گیاه علفی است، با وجود فرایندگران قیمت حذف ناخالصی‌ها، منبع مهمی برای خمیر کاغذ در آینده باشد.

کاغذهای پارچه‌ای ساخته شده از پنبه و کتان

در صنایع پوشاک و نساجی از خرده‌های کتان و پنبه برای تولید کاغذ پارچه‌ای استفاده می کنند. انعطاف‌پذیری و دوام این نوع کاغذ آن را برای تولید اسناد قانونی، کاغذ اوراق بهادار و نوشتافزارهای درجه یک، مطلوب کرده است. مدت‌زمانی است که معلوم شده است کاغذ عمدتاً شامل سلولز دیواره سلولی گیاهان است؛ بنابراین منطقی است که تصور کنیم می توان کاغذ را از پلی‌مرهای مصنوعی ساخت (مثلاً پیرشم مصنوعی). به علاوه پلی‌مرهای مصنوعی، کاغذی تولید می کنند که کیفیت عالی‌تری نسبت به کاغذهای ساخته شده از منابع طبیعی دارند، اما قیمت آن‌ها سرسام‌آور است. به هر حال جنبه دیگر، آسیب بوم شناخت حاصل از تولید کاغذ از درختان است. در کاشت درختان، برای تولید کاغذ، سویه‌های یکسانی از درختان را در اکوسیستم‌های طبیعی می کارند و هنگامی که درختان را کاملاً قطع می کنند، زمین برهنه باقی می ماند. همچنین پس‌مانده‌های خرده‌های کاغذ که مواد شیمیایی خورنده دارند، به نحو قابل ملاحظه‌ای بر آلودگی رودها و نهرها می افزایند.

استفاده از کاغذ برای بسته‌بندی و ساختن انواع فراورده‌ها به طور چشمگیری در قرن گذشته افزایش یافته است. مصرف کاغذ در کشورهای متفاوت فرق می کند، مثلاً هر نفر در ایالات متحده حدود ۳۱۸ کیلوگرم انواع فراورده‌های کاغذی در سال استفاده می کند در حالی که در هند هر نفر سالانه فقط ۲/۳ کیلوگرم کاغذ مصرف می کند. سرانه مصرف کاغذ در ایران برای هر نفر ۱۸ کیلوگرم گزارش شده است. بنابراین باید در بازیافت کاغذ ابتکار عمل به خرج دهیم. هنگامی که کاغذهای روزنامه‌ها، کاغذهای اداری و فتوکپی درون آب خیسانده شوند، فیبرها از آنها رها و برای ساختن کاغذ جدید قابل استفاده می شوند. تخمین زده می شود که بازیافت روزنامه‌های یکشنبه (روز تعطیل) در آمریکا به تنهایی، مانع از قطع حدود ۵۰۰/۰۰۰ درخت در هر هفته می شود!

جمعیت میکروبی سطح پوست

پریسا یارمحمدی سامانی
دبیر زیست شناسی

کلیدواژه‌ها: اپیدم، درم، فلور میکروبی.

سراسر سطح بدن جریان دارد. اگر میکروب‌ها به سطح پوست برسند، در معرض سلول‌های کراتینی شده‌ی مرده با پوشش سطحی غنی از چربی‌ها قرار می‌گیرند. این پوشش از استرها، استرول‌ها، آلکان‌ها، سرامیدها و پلی ساکاریدها تشکیل شده است که در بین این سلول‌ها قرار دارند و سبب کاهش چسبندگی و تکثیر می‌شوند. با توجه به اینکه مواد غذایی به مقدار کمی در دسترس اند و مقدار زیادی کراتین وجود دارد، در نتیجه تولیدمثل میکروبی به میزان زیادی کاهش می‌یابد. به‌هرحال، مناطقی از بدن، که پوستی با رطوبت زیاد و pH خنثی یا کمی قلیایی دارند تجمع گروه‌های خاصی از باکتری‌ها در این مناطق بیشتر است (۲).

پس پوست، هم به عنوان سدی در برابر عفونت است و هم برای گروه مختلفی از میکروب‌ها، زیستگاه پیچیده‌ای را ایجاد می‌کند (۳). در واقع پوست از تأثیر مواد شیمیایی آسیب‌رسان و نیز اثر فیزیکی محیط زیست جلوگیری می‌کند و در برابر ایجاد عفونت توسط عوامل بیماری‌زا مانند انگل‌ها، قارچ‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها از جاندار محافظت می‌کند (۱).

پوست طبیعی انسان محل سکونت تعداد و انواع زیادی از باکتری‌هاست که به‌عنوان همزیست، روی سطح آن زندگی می‌کنند (۴). در حقیقت کنام‌های متعددی درون اکوسیستم پوست وجود دارد. در مناطق مختلف پوست، میکروب‌های مختلفی زندگی می‌کنند

پوست وسیع‌ترین اندام بدن انسان است (۱) و از بافت‌های مختلف یعنی بافت‌های پوششی، عصبی، عضلانی و پیوندی تشکیل شده است. مساحت کل پوست انسان حدود ۱/۷۵ متر مربع و وزن آن حدود ۵ کیلوگرم است. پوست از یک اپیدرم خارجی و درم داخلی تشکیل شده است.

خارجی‌ترین لایهٔ اپیدرمی ۰/۵-۳ میلی‌متر ضخامت دارد. این لایه در چسبندگی و تکثیر میکروب‌های پوست سالم نقش مهمی دارد. اپیدرم دارای حدود ۹۰ درصد کراتینوسیت مرده است. سلول‌های دیگر موجود در اپیدرم شامل ملانوسیت‌ها - که در کاهش دادن آسیب‌های پوستی اهمیت دارند و اشعهٔ ماورای بنفش نور را نیز جذب می‌کنند - سلول‌های لانگرهانس (سلول‌های پاسخ ایمنی) و سلول‌های مرکل (سلول‌هایی که برای تجمع سیگنال‌های حسی تطبیق داده شده‌اند). هستند. درم، لایهٔ زیر اپیدرم است، در این محل پوست پیچیده‌تری می‌شود و فیبرهای کلاژن و الاستین تشکیل‌دهندهٔ بافت همبند، فولیکول‌های مو، غده‌های چربی، غده‌های تولیدکنندهٔ عرق، بافت چربی و اعصاب یافت می‌شود.

اساساً پوست که اولین خط دفاعی در برابر میکروب‌هاست، دارای رطوبت کم، پپتیدهای ضد میکروبی، pH کمی اسیدی (۵/۵)، املاح زیاد، لیپیدها و اسیدهای چرب، ایمونوگلوبولین‌ها و لیزوزیم‌هاست. علاوه بر این، عوامل بیماری‌زای موجود در هوا به‌طور کلی توانایی کمی برای قرارگیری و اتصال روی پوست دارند، زیرا هوا به‌طور پیوسته در

اساساً پوست که اولین خط دفاعی در برابر میکروب‌هاست، دارای رطوبت کم، پپتیدهای ضد میکروبی، pH کمی اسیدی (۵/۵)، املاح زیاد، لیپیدها و اسیدهای چرب، ایمونوگلوبولین‌ها و لیزوزیم‌هاست. علاوه بر این، عوامل بیماری‌زای موجود در هوا به‌طور کلی توانایی کمی برای قرارگیری و اتصال روی پوست دارند، زیرا هوا به‌طور پیوسته در

که کنام‌های متفاوتی دارند. به‌علاوه در محل‌های خاصی از پوست، ممکن است میکروب‌های خاصی زندگی کنند. در لایهٔ شاخی شده، محور و فولیکول مو، غده‌های چربی، غده‌های برون‌ریز ممکن است فلور میکروبی وجود داشته باشد. پوست برای میکروب‌هایی که به‌طور انتخابی تشکیل کلنی داده‌اند مواد غذایی را به‌صورت چربی و پروتئین (کراتین) فراهم می‌کند. پس ممکن است انواع میکروب‌هایی که می‌توانند روی پوست طبیعی زنده بمانند در این محیط خشک و کمی اسیدی، محدود شوند. میکروب برای تشکیل کلنی باید با میکروب‌های دیگر فلور طبیعی برای به‌دست آوردن مولکول‌های آلی و فضا رقابت کند (۵).

گاهی باکتری‌هایی که به‌طور طبیعی روی پوست یافت نمی‌شوند، ممکن است روی اپیدرم ساکن شوند و به سرعت منجر به

بیماری شوند. به غیر از موجودات زندهٔ بیماری‌زا، گسترهٔ وسیعی از باکتری‌های خاک نیز به‌طور اتفاقی می‌توانند روی پوست تولیدمثل کنند (۴).

تعداد زیادی از باکتری‌های کشت داده شده از پوست سالم شامل گونه‌های استافیلوکوکوس^۱، میکروکوکوس^۲، کورینه‌باکتریا^۳، پروپیونی باکتریا^۴ و اکینتوباکتر^۵ هستند. میکروب‌هایی مانند استافیلوکوکوس اورئوس^۶، استرپتوکوکوس پیوژنز^۷ و سودوموناس آئروژینوزا^۸ ممکن است در شرایط غیر

طبیعی تشکیل کلنی دهند (۵).

فلور اصلی پوست شامل فلور ساکن^۹ و فلور گذرا^{۱۰} است. علاوه بر آن فلور عفونی

نیز شامل گونه‌های استافیلوکوکوس اورئوس است که غالباً از آبسه و غیره جدا شده‌اند (۶).

موجوداتی را که روی پوست رشد می‌کنند و تعداد و ترکیب به نسبت پایداری دارند فلور ساکن می‌نامند (۷). گونه‌های کمی در این گروه قرار می‌گیرند (۴). تصور می‌شود که این موجودات به پوست متصل شده‌اند و سختی‌شان ممکن است به‌علت این اتصال باشد و همچنین معتقدند که تعداد این میکروب‌ها از طریق محیط خارجی زیاد نمی‌شود. این موجودات

به‌عنوان کلنی‌های کوچک همزیست روی سطح لایهٔ شاخی شده و درون لایه‌های خارجی‌تر اپی‌درم

زندگی می‌کنند (۷). به‌عنوان مثال فلور ساکن از سوبیه‌هایی مانند استافیلوکوکوس‌های کوآگولاز منفی^{۱۱} و دیفترئوئیدها^{۱۲} تشکیل شده‌اند (۶).

گروه دوم موجوداتی هستند که به‌طور موقت روی سطح پوست قرار دارند و آن‌ها را فلور گذرا می‌نامند. دانشمندان معتقدند که این موجودات از منابع خارجی منشأ می‌گیرند و روی پوست و در معرض محیط قرار می‌گیرند (۶). در واقع می‌توان گفت میکروب‌هایی که روی پوست قرار دارند اما کلنی تشکیل نمی‌دهند را فلور گذرای پوست می‌نامند که به این صورت از فلورای ساکن متمایز می‌شوند (۸).

در واقع فلور

پوست شامل هر دو

نوع باکتری هوازی

و بی‌هوازی است.

باکتری‌های هوازی به‌طور

عمده جنس‌های

استافیلوکوکوس و

کورینه باکتریوم‌اند و باکتری‌های بی‌هوازی شامل پروپیونی باکتریوم آکنس است (۹). البته دیفترئوئیدها نیز به همراه استافیلوکوکوس‌های کوآگولاز منفی و میکروکوکوس‌ها باکتری‌های هوازی غالب و ساکنین اختیاری فلور طبیعی پوست هستند (۱۰).

تعداد زیادی از میکروب‌ها، بی‌ضرر هستند و بعضی اوقات عملکردهای حیاتی را که در انسان تکامل نیافته‌اند انجام می‌دهند. میکروب‌های همزیست، گسترهٔ وسیعی از فرورفتگی پوست را اشغال و پوست را در برابر

تهاجم تعداد زیادی

از موجودات مضر یا

بیماری‌زا محافظت

می‌کنند (۱۱). در

حقیقت ارتباط بین

فلور ساکن پوست و

سلامتی پوست در این واقعیت نهفته است که فلور ساکن سیستمی اکولوژیک را برای حفظ پوست از حمله بیماری‌زاها فراهم می‌کند (۱).

بعضی از میکروب‌ها لیپاز ترشح می‌کنند و از تری گلیسیریدهای ترشح شده اسیدهای چرب آزاد ایجاد می‌کنند که این اسیدهای چرب ممکن است ویژگی ضد میکروبی داشته باشند و می‌توانند میکروب‌های احتمالی روی سطح پوست را محدود کنند (۵). به‌عنوان مثال استافیلوکوکوس اپیدرمیس^{۱۴}، پروپیونی باکتریوم آکنس و کورینه باکتریوم با

ترشح لیپاز و استراز،

تری گلیسیریدها را

به اسیدهای چرب

آزاد می‌شکنند و با

کاهش pH سطح

• در واقع فلور پوست شامل هر دو نوع باکتری هوازی و بی‌هوازی است. باکتری‌های هوازی به‌طور عمده جنس‌های استافیلوکوکوس و کورینه باکتریوم‌اند و باکتری‌های بی‌هوازی شامل پروپیونی باکتریوم آکنس است

• بسیاری از عوامل خارجی نیز می‌توانند اکوسیستم پوست را تغییر دهند که به دنبال آن جمعیت‌های میکروبی نیز تغییر می‌کنند. دما، رطوبت، شوری و در معرض نور قرار گرفتن جزء فاکتورهای محیطی هستند

• فلور پوست با افزایش سن تغییر می‌کند که بخش عمده‌ای از این تغییرات می‌تواند به علت تغییر ترشحات غده‌های پوستی و تغییرات فیزیولوژیک دیگر در پوست باشد

1. Elsner P. 2006. Antimicrobials and the skin physiology and pathological flora. *Curr. Probl. Dermatol*, 33:35–41.
2. Baumann L., Weisberg E. and Percival S. L. 2009. Chapter 4. Skin Aging and Microbiology. Percival S. L. *Microbiology and Aging*. Humana Press. 57-94.
3. Scharschmidt T. C., List K., Grice E. A., Szabo R., Renaud G., Lee C-C R., Wolfsberg T. G., Bugge T. H., Segre J. A. 2009. Matriptase-deficient mice exhibit ichthyotic skin with a selective Shift in Skin Microbiota. *J Invest Dermatol*, 129(10): 2435–2442.
4. Moosavi Z. B. and Lotfi G. 2009. The evaluation of bacterial colonization on skin lesions of hospitalized patients in dermatology department of Ahvaz . *Jundishapur Journal of Microbiology*, 2(4): 148-151.
5. Fredricks D. N. 2001. Microbial ecology of human skin in health and disease. *J. Investig. Dermatol. Symp. Proc.*, 6(3): 167-169.
6. Eksi F., Bayram A., Mehli M., Akgun S. and Balci I. 2010. Microbial flora on the hands of healthcare workers. *African Journal of Microbiology Research*, 4(22): 2343-2349.
7. Rhee R. R. and James W. D. 1988. Microbial ecology of the skin. *Annu. Rev. Microbiol.*, 42: 441-64.
8. Lillie H. A. and Lowbury L. J. 1978. Transient skin flora. *Journal Clinical of Pathology*, 919-922.
9. Tancrède C. 1992. Role of human microflora in health and disease. *Eur J Clin. Microbiol Infect Dis.*, 11(11): 1012–1015.
10. Aly R. and Maibach H. I. 1977. Aerobic microbial flora of intertriginous skin. *Applied and Environmental Microbiology*, 33: 97-100.
11. Grice E. A. and Segre J. A. 2011. The skin microbiome. *Nature Reviews. Microbiology*. 9(4): 244-53.
12. Evans C. A. 1975. Persistent individual differences in the bacterial flora of the skin of the forehead: Numbers of propionibacteria. *J Invest Dermatol*. 64: 42–46
13. Capone K. A., Dowd S. E., Stamatas G. N. and Nikolovski J. 2011. Diversity of the Human Skin Microbiome Early in Life. *Journal of Investigative Dermatology* . 131, 2026–2032.
14. Marples R. R. (1982) Sex, Constancy and Skin Bacteria. *Arch Dermatol Res*. 272: 317-320.

در اکوسیستم‌های پایدار، میکروب‌ها تمایل دارند که حالت تعادل را حفظ کنند و در برابر ایجاد تغییراتی در ساختار جامعه مقاومت کنند. این فرایند ممکن است بدون جلوگیری آن‌ها از اکوسیستم پوستی، از میزبان در برابر میکروب‌های بیماری‌زا محافظت کند (۵). ویژگی‌های کمی جمعیت‌های میکروبی پوست به‌طور واضح متفاوت است (۱۲). پوست با ایجاد تغییراتی مانند کاهش از دست دادن آب، pH و فعالیت غده‌های چربی و افزایش در محتوای آب می‌تواند محیطی را برای تشکیل کلنی بعضی از گونه‌های باکتریایی فراهم کند و از انتقال آن‌ها به دیگران جلوگیری کند (۱۳). البته بسیاری از عوامل خارجی نیز می‌توانند اکوسیستم پوست را تغییر دهند که به دنبال آن جمعیت‌های میکروبی نیز تغییر می‌کنند. دما، رطوبت، شوری و در معرض نور قرار گرفتن جزء فاکتورهای محیطی هستند (۵). به‌عنوان مثال، افزایش دما و رطوبت می‌تواند میزان تشکیل کلنی باکتری را افزایش دهد (۲). سن، جنسیت، وضعیت ایمنی، وضعیت بستری شدن در بیمارستان، بهداشت، استفاده از داروها (آنتی بیوتیک‌ها، استروئیدها)، استفاده از صابون‌ها و لوازم آرایشی جزء فاکتورهای میزبان هستند (۵). به‌عنوان مثال فلور پوست با افزایش سن تغییر می‌کند که بخش عمده‌ای از این تغییرات می‌تواند به علت تغییر ترشحات غده‌های پوستی و تغییرات فیزیولوژیک دیگر در پوست باشد (۱۲) و نیز باکتری‌های موجود روی سطح پوست گروه‌های سنی مختلف، متفاوت است. پروپیونی باکتری‌ها، باکتری بی‌هوازی است که روی سطح پوست نوجوانان و بزرگسالان جوان تر وجود دارد که ممکن است به علت افزایش تولید چربی باشد (۱). جنس میزبان نیز تراکم و تنوع میکروب‌های پوست را تعیین می‌کند، اما هنوز مشخص نیست که کدام ویژگی پوست افراد ماده، از رشد میکروب‌ها جلوگیری می‌کند که احتمالاً مهم‌ترین ویژگی تعیین کننده تعداد باکتری‌ها، آب است و واضح است که مردان بیشتر از زنان عرق می‌کنند. اما این موضوع ممکن است تنها یکی از عوامل مهم باشد. مطالعات دیگر علت را افزایش تولید چربی می‌دانند (۱۴). در مناطق خاصی از بدن مانند کشاله ران و نواحی بین انگشتان پا، تراکم باکتری‌ها زیاد است. در مناطق چرب پوست بدن انسان مانند پیشانی، مقدار باکتری‌های میکروکوکا ۱۵ و کورنی فورم^{۱۶} کم است اما مقدار باکتری پروپیونی باکتریوم به مقدار قابل توجهی زیاد است (۲).

پس هم تراکم و هم ترکیب فلور میکروبی طبیعی سطح پوست، در مناطق مختلف بدن متفاوت است و می توان گفت تعداد و انواع گونه های میکروبی که روی پوست طبیعی زندگی می کنند، انعکاس دهنده محیط میکروبی آن محل هستند (۱۴).



تأثیر اشیای یادگیری بر یادگیری زیست‌شناسی



ملیحه ناصری

اشاره

این نوشته، خلاصه‌ای از یک پژوهشی دانشگاهی است^۱ که در قالب پایان‌نامه، برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته علوم تربیتی با گرایش برنامه‌ریزی درسی در دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه بیرجند انجام و در تابستان ۱۳۹۱ از آن دفاع شده است.

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر اشیای یادگیری بر انگیزه پیشرفت و پیشرفت تحصیلی در درس زیست‌شناسی انجام گرفته است. روش پژوهش نیمه‌تجربی است. جامعه پژوهش را دانش‌آموزان دختر سال سوم متوسطه شهرستان بیرجند تشکیل می‌دهند. از بین جامعه تحقیق دو گروه آزمایشی و گواه (کلاس) ۲۰ نفری به‌عنوان گروه نمونه و به شیوه نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. گروه آزمایشی با استفاده از اشیای یادگیری و گروه گواه با روش سنتی آموزش دیدند. انگیزه پیشرفت با استفاده از پرسش‌نامه انگیزه پیشرفت هرمنس، قبل از شروع تحقیق به‌عنوان پیش‌آزمون و در پایان تحقیق به‌عنوان پس‌آزمون مورد سنجش قرار گرفت. در گزارش هرمنس ضریب پایایی به روش بازآزمایی برابر ۸۲ درصد و به روش آلفای کرونباخ ۸۴ درصد اعلام شده است. پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان از طریق آزمون‌های معلم ساخته (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) مورد سنجش قرار گرفت و پایایی آن به کمک آلفای کرونباخ ۸۰ درصد برآورد شد. داده‌ها از طریق آمار استنباطی (آزمون تی تفاضل) تجزیه و تحلیل شد. نتایج تحقیق نشان داد که تأثیر آموزش با استفاده از اشیای یادگیری بر انگیزه پیشرفت و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان بیشتر از روش‌های سنتی است.

کلیدواژه‌ها: اشیای یادگیری، انگیزه پیشرفت، پیشرفت تحصیلی، درس زیست‌شناسی.

مقدمه

استفاده از ابزارهای آموزشی و وجود آنها مبین این واقعیت است که دیگر عصر «معلم به‌عنوان یگانه نیروی صاحب اقتدار آموزش» به‌سر آمده است. کلاس‌های آموزش سنتی دیگر اثربخشی چندانی ندارند، زیرا وابسته به زمان و مکان خاص‌اند و نمی‌توانند بافت واقعی و مناسب را برای یادگیری فراهم آورند. فناوری‌های نوین منابعی غنی فراهم می‌آورند که فرصتی برای رشد یادگیرندگان‌اند.

گام اول - جلب توجه: برای جلب توجه یادگیرنده، انواع مختلف رویدادها به‌کار گرفته می‌شوند.
گام دوم - آگاه کردن یادگیرنده از هدف: یادگیرنده باید از بازده یادگیری که از او انتظار می‌رود، آگاه باشد.
گام سوم - تحریک یادآوری پیش‌نیازهای مربوطه: در این مرحله از یادگیرنده خواسته می‌شود چیزهایی را که قبلاً آموخته است، به یاد آورد.
گام چهارم - ارائه محرک: این گام با ارائه محرک اساسی به فراگیران انجام می‌گیرد.

• معلم فردی خلاق و دارای وبلاگی که در بعضی جاها دانش‌آموزان را به وبلاگ خود ارجاع داد و حتی نمره‌های دانش‌آموزان را نیز در وبلاگ گذاشت تا دانش‌آموزان را به استفاده هر چه بیشتر از فاوا ترغیب کند

روش اجرا

این پژوهش در درس زیست‌شناسی اجرا شد. کتاب زیست‌شناسی سوم دبیرستان ۲۵۸ مبتنی بر دیدگاه گانه شامل ۹ گام است که به ترتیب عبارت‌اند از:

گام پنجم - تدارک راهنمایی یادگیری: در این گام معلم فرآیند درونی شدن - رمز



گردانی معنایی- را در فراگیران تسهیل می کند و محرک های ارایه شده را تا آنجا که ممکن است معنی دار می سازد.

گام ششم- فراخوان عملکرد: در این گام از فراگیران انتظار می رود که رویدادهای ترکیبی درونی یادگیری را عملاً به وقوع رسانند.

گام هفتم- تدارک بازخورد: در این گام به دنبال عملکردی که فراگیر در گام قبلی نشان می دهد، درباره درجه درستی عملکرد به فراگیر اطلاعات داده می شود.

گام هشتم- ارزیابی عملکرد:

عملکردی که فراگیر از خود بروز می دهد تأییدی است بر اینکه یادگیری اتفاق افتاده است.

گام نهم- افزایش یادداری و انتقال: در این گام برای اینکه مفاهیم تعریف شده، قواعد، و قواعد سطح بالا به خوبی در حافظه سپرده شوند، تدارکاتی برای مرور

منظم مطالب در زمان هایی فاصله دار در خلال هفته ها و ماه ها مهیا می شود و انتظار می رود، این تدارکات، مهارت های آموخته شده را به شرایط جدید یادگیری انتقال دهد. (رضوی، ۱۳۸۶).

با توجه به انواع اشیای یادگیری که در ادبیات و پیشینه پژوهش گفته شد، اشیای

یادگیری طراحی شده جزء ترکیبی باز و ترکیبی بسته وایلی قرار می گیرند. در این پژوهش، معلم برای هر جلسه، با توجه به مباحث درسی، اشیای یادگیری را طراحی و قبل از ورود دانش آموزان به کارگاه رایانه وسایل و امکانات آموزشی را قبل از ساعت کلاسی آماده تا زیاد

از وقت کلاسی گرفته نشود. اشیای یادگیری طراحی شده توسط معلم برای دانش آموزان

جذاب بود و توجه آنها را جلب کرد. معلم فردی خلاق و دارای وبلاگی بود که در بعضی جاها دانش آموزان را به وبلاگ خود ارجاع داد؛ حتی نمره های دانش آموزان را نیز در وبلاگ گذاشت تا آن ها را به استفاده هر چه بیشتر از (فاوا) ترغیب کند. برای گردآوری داده ها پرسش نامه انگیزه پیشرفت و آزمون زیست شناسی به عنوان پیش آزمون و پس آزمون بین دو گروه آزمایشی و گواه اجرا شد. این عمل آموزشی ۱۰ جلسه ۱/۵ ساعته طول کشید و در هر جلسه معلم از روش های

• نتایج به دست آمده از فرضیه تأثیر اشیای یادگیری بر انگیزه پیشرفت نشان داد، میانگین تفاضل نمره های پیش آزمون از پس آزمون در پرسشنامه انگیزه پیشرفت هرمنس در گروه آزمایشی به طور معناداری بیشتر از گروه گواه است

فعال تدریس با استفاده از اشیای یادگیری به تدریس می پرداخت. تدریس معلم، در سه گام، شامل فعالیت های زیر بود:

گام اول، فعالیت های قبل از تدریس: در هر جلسه معلم در ابتدا نیم ساعت از وقت کلاسی را به پرسش از مباحث قبلی اختصاص می داد تا بداند آیا دانش آموزان

• معلم فردی خلاق و دارای وبلاگی که در بعضی جاها دانش آموزان را به وبلاگ خود ارجاع داد و حتی نمره های دانش آموزان را نیز در وبلاگ گذاشت تا دانش آموزان را به استفاده هر چه بیشتر از فاوا ترغیب کند

مطالب قبلی گفته شده را کامل یاد گرفته اند یا نه. در صورت تسلط نداشتن دانش آموزان

به توضیحات اضافی همراه شئی یادگیری می پرداخت و برای غنی سازی هر چه بهتر یاد گرفته های دانش آموزان آنان را به سایت رشد و وبلاگ خود راهنمایی کرد.

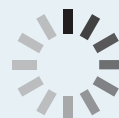
گام دوم فعالیت های ضمن تدریس: معلم شئی یادگیری طراحی شده توسط خود را با پروژکتور روی تخته دیجیتال می انداخت و در بین تدریس به سؤالات دانش آموزان نیز جواب می داد. ساختار اشیای یادگیری طراحی شده توسط معلم در سه بخش، هر کدام از طریق یک یا صفحات مختلف، اجرا می شد. در بخش اول یک مقدمه بود؛ جایی که به

یادگیرنده موضوع جدید را معرفی می کرد، در بخش دوم قسمت اصلی شئی یادگیری بود؛ جایی که یادگیرنده باید درکی از موضوع جدید را به دست می آورد و در قسمت آخر یادگیرنده درک خود را از موضوع بیان می کرد. در کل حاوی صفحه عنوان، صفحه محتوا،

صفحه مثال، صفحه بیان جزئیات و صفحه تمرین بود و در بعضی مواقع نیز از پویانمایی برای ایجاد انگیزه دانش آموزان استفاده می کرد. در بین بحث نیز شئی یادگیری را متوقف می کرد، توضیحات بیشتری ارائه می داد و با فعالیت های خاصی سعی در درگیر کردن بیشتر دانش آموزان با مطالب درسی می کرد تا عده بیشتری در مباحث درسی مشارکت کنند و خودش بیشتر نقش راهنما را به عهده داشت.

گام سوم، تحکیم سازمان شناخت (فعالیت های بعد از تدریس): برای جمع بندی و خلاصه بحث، معلم، به کمک دانش آموزان،

درس را بار دیگر مرور کرد. به دانش آموزان فرصت سؤال برای رفع اشکالات احتمالی داده



شد. کاربرد درس در زندگی با دانش‌آموزان به بحث گذاشته شد. لازم به ذکر است که در اوایل هر دو دانش‌آموز پشت یک رایانه می‌نشستند و بحث درسی را از رایانه خود دنبال کردند، ولی به علت پاره‌ای مشکلات فنی این روال ادامه نیافت.

در آخر کلاس نیز معلم تکالیفی برای جلسه آینده دانش‌آموزان تعیین کرد. بعد با همکاری دانش‌آموزان رایانه و پروژکتور را خاموش کرد. بعد از پایان آزمایش بار دیگر پرسش‌نامه انگیزه پیشرفت و آزمون زیست‌شناسی بین دو گروه آزمایشی و گواه به‌عنوان پس‌آزمون اجرا شد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های پژوهش، از طریق پرسش‌نامه انگیزه پیشرفت هرمنس، که توسط آزمودنی‌های گروه گواه و آزمایشی، قبل و بعد از اجرای متغیر مستقل، تکمیل شد به‌دست آمده است. در این پژوهش، از شاخص‌های گرایش مرکزی و پراکندگی (میانگین و انحراف استاندارد) و نیز از روش آزمون آماری تی تفاضل، برای بررسی فرضیه‌های پژوهش - مبتنی بر اینکه استفاده از اشیای یادگیری در درس زیست‌شناسی بر انگیزه پیشرفت و پیشرفت تحصیلی اثر مثبت دارد - استفاده شد.

خلاصه نتایج آزمون فرضیه پژوهش

فرضیه اصلی پژوهش چنین است: استفاده از اشیای یادگیری در درس زیست‌شناسی بر انگیزه پیشرفت و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان تأثیر مثبت دارد. نتایج به‌دست آمده از فرضیه تأثیر اشیای یادگیری بر انگیزه پیشرفت نشان داد که میانگین تفاضل نمره‌های پیش‌آزمون از پس‌آزمون در پرسش‌نامه انگیزه پیشرفت هرمنس، در گروه آزمایشی، به‌طور معناداری بیشتر از گروه گواه است. همچنین نتایج به‌دست آمده از فرضیه تأثیر اشیای یادگیری بر پیشرفت تحصیلی

نشان داد که میانگین تفاضل نمرات در گروه آزمایشی به‌طور معناداری بیشتر از گروه گواه است.

همچنین نتایج به‌دست آمده از اثر روش به‌کار گرفته شده روی معدل دانش‌آموزان قوی و ضعیف در دو گروه گواه و آزمایش در انگیزه پیشرفت و پیشرفت تحصیلی بیانگر آن است که اثر روش به‌کار گرفته شده روی معدل دانش‌آموزان قوی و ضعیف در انگیزه پیشرفت دانش‌آموزان تأثیری نداشته است و نتایج تفاوت معناداری را نشان نداد. اما اثر روش به‌کار گرفته شده روی معدل دانش‌آموزان قوی و ضعیف در پیشرفت تحصیلی تفاوت معناداری را نشان داد، حاکی از اینکه دانش‌آموزان قوی بیشتر از دیگر دانش‌آموزان از روش به‌کار گرفته شده استفاده کرده‌اند.

• به نظر می‌رسد در عصر حاضر به کارگیری فناوری‌های نوین مثل اشیای یادگیری با توجه به مزایا و ویژگی‌هایی که داراست، از فرصت‌هایی باشد که بتواند برای کمک به ارتقاء فکری و ایجاد انگیزه و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان مؤثر واقع شود

نتیجه‌گیری و بحث

فناوری اطلاعات و ارتباطات چارچوب یا ساختاری را به‌وجود می‌آورد که از طریق آن کیفیت آموزش و پرورش ارتقا می‌یابد و دانش‌آموزان و معلمان می‌توانند با استفاده از این فناوری به منابع یادگیری وسیعی دست یابند، انگیزه یادگیری خود را افزایش دهند و شکل‌های مختلف یادگیری را مورد استفاده قرار دهند. بنابراین، با توجه به تحولات وسیع و فراگیر حادث شده در جوامع مدرن، افراد برای پاسخ‌گویی به نیازهای پیچیده خود نیازمند آموزش و پرورش مدرن هستند که این نیز جز با تحول در نظام آموزش و پرورش و تغییر در محیط‌های یادگیری ممکن نخواهد بود. برخی از صاحب‌نظران بر این باورند که تعلیم و تربیت دنیای معاصر بر این محوراساسی استوار است: کتاب، کلاس

درس و برنامه درسی؛ اما این عوامل، تجربه را محدود می‌کنند، زیرا معلم در این فضا دارای اقتدار کامل است، کتاب منبع اصلی دانش محسوب می‌شود و برنامه درسی مقید به مدرسه است. فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، فضای محصور پیش گفته را در معرض سؤال و تردید قرار داده‌اند و مفروضات این فضای محدود درباره ثبات و پایداری کلام، متن خطی و معلم در مقابل ناقل مقتدر، به چالش کشیده شده است که متنوع‌تر و خود انگیخته‌تر از جریان غالب تعلیم و تربیت معاصر است و به نظرات شخصی و انتخابی پذیرفته می‌شود. فضای شبکه‌ای، محیطی مبتنی بر خود فرد ایجاد می‌کند، مفاهیم قطعیت خود را از دست می‌دهند و شاگردان فعالانه در تولید دانش مشارکت می‌ورزند. بدین ترتیب فضایی ایجاد می‌شود که فراگیران، صرفاً معانی را شرح نمی‌دهند، بلکه فعالانه در خلق معانی مشارکت می‌ورزند. در این فضا برساختن معنا به‌جای دریافت دانش رسمی تأکید می‌شود (عطاران، ۱۳۸۳، ص ۳۸).

در عصری با پیچیدگی‌های فناورانه، دانش‌آموزان باید فرصت‌های گوناگونی را برای اینکه حلال مشکلات شوند در اختیار داشته باشند. معلمان چگونه می‌توانند فرصت‌هایی برای دانش‌آموزان فراهم کنند، تا یاد بگیرند، منتقدانه فکر کنند، مشکلات را حل کنند و تفکر و تعمق را با عمل مرتبط سازند؟ فناوری همه جای دنیا را با ارتباطات تار عنکبوتی تودرتو و در هم بافته به هم وصل کرده است و مسئولیت برخورد به این پیچیدگی دیگر بر عهده یک عده خاص نیست، بلکه بر عهده همگان است. باید فرصت‌هایی برای دانش‌آموزان فراهم شوند تا بیاموزند چگونه به‌صورت جزئی از جامعه یادگیرندگان در آیند. ما در خطر غرق شدن در اطلاعات هستیم. دانش‌آموزان باید فرصت‌های گوناگونی داشته باشند تا از این اطلاعات برای هدایت و پیشبرد زندگی‌شان استفاده کنند. چگونه به دانش‌آموزان بیاموزیم که تحقیق کنند،

اطلاعات به دست آمده را دسته‌بندی کنند، نتایج را به دست آورند، سپس نتایج استفاده مؤثر از اطلاعات را گزارش دهند؟ وقتی متخصصان آموزشی فرصت‌های یادگیری را برای دانش‌آموزان طراحی می‌کنند، باید به این سؤال پاسخ دهند که چه جنبه‌هایی از تخصص و مهارت دانش‌آموزان در پایه‌های یادگیری نیاز به پرورش دارد (ذوفن، ۱۳۸۳). امروزه محققان برای یادگیری بهتر مفاهیم درسی، روش‌های گوناگونی را ارائه داده‌اند، که هر یک در پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان نقش دارد. همراه با پیشرفت علم و فناوری نحوه آموزش علوم تغییر کرده است و ما برای عقب نماندن از قافله علم باید علوم جدید را یاد بگیریم. هر چه سطح سواد اطلاعات دانش‌آموز افزایش یابد، سواد علمی او نیز به همان اندازه افزایش خواهد یافت (هاشمی، ۱۳۸۵، ص ۳۶).

ایجاد توانایی‌های تفکر و تعمق و نیز ایجاد انگیزه تنها از طریق به کارگیری روش‌های تدریس فعال امکان‌پذیر است؛ زیرا در روش‌های آموزشی رایج به این علت که مطالب از قبل توسط معلم آماده می‌شود، دانش‌آموزان در یادگیری آن منفعل‌اند و هیچ‌گونه مشارکت و فعالیتی در امر یادگیری ندارند؛ بنابراین مطالب را به سرعت فراموش می‌کنند. اگر چه نظام آموزشی ما در به کارگیری این روش‌ها ممکن است با محدودیت‌هایی مواجه شود اما باید این مسئله را نیز در نظر داشته باشیم که با آموزش به شکل رایج (درس دادن، تکرار کردن، حفظ کردن، امتحان دادن و انجام تعدادی تمرین اجباری) راه به جایی نخواهیم برد. به نظر جان دیویی نیز روش‌های سنتی به انفعال و تأثیرپذیری دانش‌آموزان کمک می‌کنند. وی معتقد است دانش‌آموزان به وسیله فعالیت‌های خود یاد می‌گیرند و ذهن خود را از طریق رفتاری که در آن مشارکت می‌کنند می‌سازند (مکیانی، ۱۳۸۹).

به نظر می‌رسد در عصر حاضر به کارگیری فناوری‌های نوین، مثل اشیای یادگیری، با توجه به مزایا و ویژگی‌هایی که

این فناوری‌ها دارند، از فرصت‌هایی باشد که می‌تواند در ارتقاء فکری و ایجاد انگیزه و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان مؤثر واقع شود. با اذعان به اهمیت این مسئله و با هدف ایجاد انگیزه و پیشرفت تحصیلی در دانش‌آموزان، در این پژوهش به بررسی تأثیر اشیای یادگیری بر انگیزه پیشرفت و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پرداخته شد. نتایج آزمون تفاضل در این فرضیه، اثربخشی این مداخلات را بر انگیزه پیشرفت و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان تأیید کرد و نشان داد که بین گروه آزمایشی و گروه گواه، از لحاظ انگیزه پیشرفت و پیشرفت تحصیلی، پس از مداخلاتی که بر گروه آزمایشی انجام شد، تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج مذکور با نتایج بعضی تحقیقات تقریباً مشابه، که به تأثیر اشیای یادگیری بر انگیزه پیشرفت و

• یافته‌های زیست‌شناسی در طبیعت و یاد در آزمایشگاه و به تجربه به دست آمده‌اند، بنابراین در فرایند یاددهی و یادگیری این علم به شرایط خاص و ابزارهای ویژه‌ای نیاز است، که باید فراهم شود تا فراگیری این شاخه مهم از علم محقق شود

پیشرفت تحصیلی تأکید کرده بودند هم‌راستا بود.

با توجه به نتایج به دست آمده از نظرسنجی پایانی و ژورنال نویسی‌های پژوهشگر، می‌توان به فعال بودن دانش‌آموزان و مشارکت بیشتر آنان در کلاس درس، به عنوان نتایج دیگر این پژوهش اشاره کرد. اکثریت دانش‌آموزان از به کارگیری اشیای یادگیری در تدریس احساس رضایت کردند و روش به کار گرفته را برای پیشرفت تحصیلی خود مفید ارزیابی کردند.

اشیای یادگیری به عنوان ابزارهای نوین، توانایی بالقوه‌ای برای تغییر آموزش و یادگیری دارند و لذا می‌توان انگیزه دانش‌آموزان و کیفیت یاددهی و یادگیری را در نظام‌های آموزشی با کاربرد درست آنها ارتقا داد. بی‌تردید فناوری‌های نوین آموزشی،

مثل اشیای یادگیری، تأثیر بدون انکاری در آموزش و نظام آموزشی امروز دارند، اما اینکه چگونه از این امکانات و فرصت‌های آموزشی بتوان بهره کافی برد، برخلاف مسئله انکارناپذیر بودن نیاز به استفاده از فناوری‌های آموزشی، به بررسی و پژوهش نیاز دارد. همان‌طور که پیش از به کارگیری هر ابزار، علم به کارگیری آن را باید آموخت، نظام آموزشی نیز باید تلاش کند تا پیش از به کارگیری این فناوری‌ها زمینه مساعد بودن ورود آن را در نظام آموزشی فراهم کند.

زیست‌شناسی رشته‌ای از علوم پایه است که در آن درباره ساختار، عمل، رفتار و ویژگی‌های موجودات زنده و عوامل مؤثر بر آن‌ها بحث می‌شود. این رشته خود از شاخه‌های متعددی تشکیل یافته است که هر یک از آن‌ها جانداران را از یکی از جنبه‌ها بررسی و تجزیه و تحلیل می‌کنند. یافته‌های زیست‌شناسی

یا از طبیعت و یا در آزمایشگاه و به کمک تجربه به دست آمده‌اند، بنابراین به شرایط خاص و ابزارهای ویژه‌ای نیاز است که باید فراهم شود تا فراگیری این شاخه مهم از علم محقق شود. آموزش زیست‌شناسی با توجه به ویژگی‌های خاص خود

اگر با اشیای یادگیری همراه شود متحول خواهد شد. نرم‌افزارهایی که در آن‌ها امکان کار در یک دنیای مجازی با جانوران و گیاهان وجود دارد تحولی در آموزش زیست‌شناسی محسوب می‌شود. اشیای یادگیری در آموزش و یادگیری فرایندهای زیستی، که انتزاعی هستند و امکان دیدن آن‌ها وجود ندارد، نقش بسیار مفید و مؤثری دارد. پویانمایی‌هایی که فرایندهایی مانند تنفس سلولی، فتوسنتز، پروتئین‌سازی و... را شبیه‌سازی می‌کنند؛ توانسته‌اند امکان درک ساده و سریع این فرایندهای پیچیده و مشکل را فراهم سازند. اگر به نقش حواس پنجگانه در یادگیری توجه کنیم می‌بینیم بیشترین حجم دانش از طریق دیدن امکان‌پذیر است، در حالی که تقریباً ۹۰ درصد از وقت دانش‌آموزان متوسطه در کلاس صرف گوش دادن می‌شود؛ تازه، دانش‌آموزان

فقط حدود یک پنجم تا یک سوم از آن چه را می شنوند، به خاطر می سپارند. لذا، استفاده از اشیای یادگیری که تجارب آموزشی مؤثری را برای دانش آموزان فراهم می سازند و یادگیرنده محورند، می تواند یکی از ابزارهای نوین در تدریس زیست شناسی به حساب آید و نقش مؤثری در یادگیری دانش آموزان داشته باشد. به کارگیری اشیای یادگیری نیاز به تغییر ساختارها و دیدگاه های موجود و سنتی دارد. باید نگرش سنتی معلمان را تغییر داد و آن ها را نسبت به استفاده از فناوری های نوین ترغیب کرد. مدارس نیز به دلیل هزینه ها و اینکه در استفاده از فناوری های نوین نمی توانند بستر سازی کنند از به کارگیری ابزارهای نوین آموزشی سرباز می زنند. آنچه به عنوان بهترین راهبرد برای گذار از آموزش سنتی به دانش آموزمحوری و فراهم آوردن شرایط مناسب برای بهبود وضعیت به نظر می رسد، فراهم آوردن شرایط زیرساختاری از جمله فرهنگ سازی در میان جامعه و ظرفیت سازی متناسب با نیازها و اهداف نظام آموزشی است، استفاده از تجربیات دیگر کشورهای موفق در این کار نیز می تواند این روند را تسریع کند.

پیشنهادهای

پژوهش حاضر تأثیر مثبت استفاده از اشیای یادگیری را بر انگیزه پیشرفت و پیشرفت تحصیلی نشان داد. لذا بر این اساس می توان به معلمان، برنامه ریزان درسی، مدارس و به طور کلی به نظام آموزشی، توصیه کرد که برای ارتقای انگیزه و پیشرفت تحصیلی دانش آموزان، بایستی برای استفاده از اشیای یادگیری، برنامه ریزی های لازم را انجام دهند و امکان استفاده از آن را فراهم آورند. در این راستا پیشنهاد می شود:

۱. امکانات زیر ساخت برای توسعه اشیای یادگیری در مدارس فراهم شود.
۲. دوره های آموزشی و یا بازآموزی برای معلمان، به منظور بالا بردن کارائی ایشان در استفاده از فناوری های نوین، مثل اشیای یادگیری، برگزار شود.

۳. پژوهشگران دیگری این مطالعه را برای مقاطع و دروس دیگر نیز تکرار کنند.

۴. برای افزایش تعمیم پذیری، پژوهشگران، تحقیقات بعدی را بر روی نمونه های بزرگ تری اجرا کنند.

محدودیت ها

- کمبود و ضعف اطلاعات و سابقه تحقیقات انجام شده در این زمینه در داخل کشور.

- آشنایی اندک دانش آموزان با تجهیزات نوین آموزشی در کلاس درس.

- همکاری کم مسئولان آموزشی با تحقیقات آزمایشی در مدارس.

• پژوهش حاضر تأثیر مثبت استفاده از اشیای یادگیری را بر انگیزه پیشرفت و پیشرفت تحصیلی نشان داد. لذا بر این اساس می توان به معلمان، برنامه ریزان درسی، مدارس و به طور کلی نظام آموزشی توصیه کرد برای ارتقاء انگیزه و پیشرفت تحصیلی دانش آموزان نسبت به استفاده از اشیای یادگیری، برنامه ریزی لازم را انجام داده و امکان استفاده از آن را فراهم آورند

پی نوشت

۱. تأثیر اشیای یادگیری بر انگیزه پیشرفت و پیشرفت تحصیلی دانش آموزان در درس زیست شناسی پایه، سوم متوسطه: استاد راهنما: دکتر محسن آیتی؛ استاد مشاور: دکتر میترا راستگو مقدم؛ نگارنده: ملیحه ناصری؛ تابستان ۱۳۹۱؛ دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی، دانشگاه بیرجند

منابع

۱. تمنایی فر، محمدرضا؛ گندمی، زینب (۱۳۹۰). رابطه انگیزه پیشرفت با پیشرفت تحصیلی در دانشجویان. فصل نامه راهبردهای آموزشی، ۱۵(۱)، ۱۹-۱۵.

۲. دلاور، علی (۱۳۸۶). روش تحقیق در روان شناسی و علوم تربیتی. تهران: نشر ویرایش.

۳. دلف عجرش، هادی (۱۳۸۹). تأثیر آموزش به کمک رایانه بر پیشرفت تحصیلی در درس علوم. نشریه علمی پژوهشی فناوری آموزشی، ۱۵(۱)، ۳۵-۳۹.

۴. ذکری، یوسف (۱۳۸۱). بررسی رابطه

بین پیشرفت تحصیلی با انگیزش پیشرفت و تیپ های شخصیتی در دانش آموزان دبیرستان های مرند. پایان نامه کارشناسی ارشد. روان شناسی تربیتی، واحد علوم تحقیقات.

۵. ذوفن، شهناز (۱۳۸۳). کاربرد فناوری های جدید در آموزش. تهران: انتشارات سمت.

۶. رحمانی، جهان بخش؛ موحدی نیا، ناصر و سلیمی، قربان علی (۱۳۸۵). الگوی مفهومی نقش های آموزشی-تربیتی فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش و پرورش. دانش و پژوهش در علوم تربیتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۱۱(۱)، ۴۹-۶۶.

۷. شعاری نژاد، علی اکبر (۱۳۷۸). نظریه های انگیزش در آموزش و پرورش. تهران: نشر نی.

۸. شعاری نژاد، علی اکبر (۱۳۷۸). یادداشت هایی درباره نظریه های انگیزش در آموزش و پرورش. تهران: نشر نی.

۹. صمدی، مجید (۱۳۸۷). تأثیر روش های آموزش و خود تنظیمی روی پیشرفت تحصیلی. دانش و پژوهش در روان شناسی، ۹(۱)، ۸-۴۰.

۱۰. عطاران، محمد (۱۳۸۳). فناوری اطلاعات بستر اصلاحات در آموزش و پرورش. تهران: مؤسسه توسعه فناوری آموزشی مدارس هوشمند.

۱۱. کمالی، مهدی؛ نوری، ابوالقاسم و غفوری، محمدرضا. (۱۳۸۷). رابطه انگیزه پیشرفت و سرسختی روان شناختی با هیجان خواهی و مسئولیت پذیری. دانش و پژوهش در روان شناسی، ۹(۳۶)، ۱۶۵-۱۸۸.

۱۲. ملکیان، فرامرز؛ نریمان، مریم و صاحب جمعی، ساغر. (۱۳۸۹). نقش راهبردهای شناختی و فراشناختی در انگیزه پیشرفت فراگیران نظام آموزشی مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات. برنامه ریزی درسی، دانش و پژوهش در علوم تربیتی، ۷(۲۵)، ۳۸-۲۱.

۱۳. مکیانی، عباس (۱۳۸۹). خلاقیت و تفکر. تهران: آوای نور.

۱۴. هاشمی، مسعود (۱۳۸۵). نگاهی به انجام فعالیت های آزمایشگاهی درس زیست شناسی. رشد آموزش زیست شناسی، ۱۹(۴۱)، ۳۶-۳۸.

۱۵. هومن، حیدری (۱۳۸۰). تهیه و استاندارد کردن آزمون انگیزه پیشرفت. مجله پژوهش های روان شناختی، ۶(۲۱)، ۳۰-۱۵.

کتاب‌های کمک‌درسی و آموزش مفهومی زیست‌شناسی

غلامرضا مقدسی

دبیر زیست‌شناسی

ghr.moghaddasi@gmail.com

فضل‌خدا را که تواند شمار کرد

با کیست آن که شکر یکی از هزار کرد

سعدی

می‌شود، باید موشکافی کرد که منظور و مقصود چیست؟ چگونه می‌توان کتابی متناسب با این اهداف پیدا کرد؟

پیدا کردن یک کتاب کمک‌درسی مناسب در بین شمار عظیم کتب موجود با تبلیغات رنگارنگ کاری دشوار است. این سوال مهم اکثر دانش‌آموزان است که «کدام کتاب‌های کمک‌درسی برای افزایش قابلیت‌های علمی من مناسب است»؟

پاسخ این جانب که معلم زیست‌شناسی هستم و سال‌هایی از عمرم را صرف آموزش و پژوهش در این رشته کرده‌ام، این است: «بهترین، جامع‌ترین و مناسب‌ترین کتاب‌ها برای مطالعه دانش‌آموزان، برای کنکور و امتحانات نهایی، همان کتاب‌های درسی هستند. البته نه به این علت که کتب درسی زیست‌شناسی دبیرستان جامع و کامل‌اند؛ بلکه به این علت که کتب درسی، منبع اصلی امتحانات نهایی و کنکورند.

دومین علت که اختصاص به کتاب‌های زیست‌شناسی دارد، تفاوت جدی بین آموزش زیست‌شناسی با سایر علوم است. در توضیح این مطلب لازم است بگویم که درس زیست‌شناسی نه کاملاً حفظی است و نه مثل ریاضی کاملاً محاسباتی، بلکه به حفظ اصطلاحات و مفاهیم زیادی نیاز دارد که به نوبه خود همچون جدول ضرب ریاضی و فرمول‌های فیزیک محسوب می‌شوند؛ به‌طوری که بدون آن‌ها نمی‌توان درباره هیچ فرایند یا پدیده زیستی بحث کرد. به عبارت دیگر، همان‌طور که به صرف حفظ فرمول‌ها و تعاریف علوم فیزیکی نمی‌توان مسائل آن‌ها را حل کرد، با حفظ اصطلاحات زیست‌شناسی نیز نمی‌توان به تشریح و تبیین پدیده‌های زیستی پرداخت و روابط بین آن‌ها را پیدا کرد. بنابراین، اصطلاحات و مفاهیم پرشمار زیست‌شناسی ابزار کارند، مثل جدول ضرب برای انجام محاسبات پیچیده ریاضی. برای فهم دقیق و عمیق زیست‌شناسی باید ضمن حفظ اصطلاحات و مفاهیم فراوان این علم، که به گستردگی حیات‌اند، بر آن‌ها تمرکز کرد و ارتباط طولی و عرضی آن‌ها را درک کرد.

درک عمیق مفاهیم در زیست‌شناسی به ابزارهای فراوانی مانند امکانات آزمایشگاهی، تصاویر و پویانماهای مناسب و سایر امکانات جدید و قدیم آموزشی دارد. کتب کمک‌درسی و آموزشی مناسب

بیش از یک دهه از تغییر نظام آموزشی کشور، از ترمی به سالی - واحدی می‌گذرد، فرایندی که با تغییرات بنیادین در محتوا و برنامه آموزشی زیست‌شناسی کشور همراه بود. از مهم‌ترین تغییرات اجرا شده در نظام سالی - واحدی، می‌توان به حذف درس آزمایشگاه زیست‌شناسی (برای سال سوم تجربی) و درس زیست و بهداشت سال دوم (برای دانش‌آموزان همه رشته‌ها) نام برد.

در چند سال اخیر لزوم برنامه‌ریزی و اجرای تحول بنیادین در نظام آموزش و پرورش کشور مطرح شده و به دنبال آن سند برنامه درس ملی تدوین شده است. «برنامه درس ملی» سندی است که نقشه کلان برنامه درسی و چارچوب نظام برنامه‌ریزی درسی کشور

یکی از مهم‌ترین اهدافی که در تدوین برنامه درسی ملی مورد انتظار است، آموزش عمیق مفاهیم و پرهیز از پرداختن به فنون و مهارت‌های انتخاب گزینه درست از میان چند گزینه است که به «تست‌زنی» معروف است.

را به منظور تحقق اهداف آموزش و پرورش نظام جمهوری اسلامی ایران تعیین و تبیین می‌کند. یکی از مهم‌ترین اهدافی که در تدوین برنامه درسی ملی مورد انتظار است، آموزش عمیق مفاهیم و پرهیز از پرداختن به فنون و مهارت‌های انتخاب گزینه درست از میان چند گزینه است که به «تست‌زنی» معروف است. به همین منظور در برنامه درسی جدید مدارس، آزمون‌های تشریحی به تدریج جایگاه ویژه‌ای یافته‌اند و سوابق تحصیلی دانش‌آموزان تأثیر بیشتری در قبولی آن‌ها در کنکور سراسری دانشگاه‌ها دارد. به‌طوری که حتی ادعا می‌شود، در آینده‌ای نه‌چندان دور، آزمون کنکور سراسری به تدریج حذف می‌شود و آزمون‌های نهایی و سوابق تحصیلی دانش‌آموزان، به جای آن‌ها، ملاک قبولی در دانشگاه خواهد بود.

وقتی صحبت از برنامه درسی ملی، تحول بنیادین آموزش و پرورش، حذف کنکور سراسری و آموزش مفهومی علوم در کشور مطرح

استخراج آنتوسیانین از گیاهان

دانش‌آموزان: سمانه زوار، فاطمه مهدلو،
فائزه رستم‌پور، شیما حضوری، زهرا اسدی
پژوهشسرای دانش‌آموزی شهید احمدی‌روشن، بهارستان
دبیران راهنما: زهرا فتاحی - فاطمه جباری

مقدمه

رنگ گل‌ها به علت وجود رنگیزه‌های موجود در آن‌ها متفاوت است. رنگیزه‌های اصلی گلبرگ‌ها آنتوسیانین و کاروتنوئیدها هستند. آنتوسیانین‌ها در واکوئل‌ها و کاروتنوئیدها در کروموپلاست‌ها جای دارند. آنتوسیانین‌ها به رنگ‌های قرمز، ارغوانی، بنفش و آبی دیده می‌شوند. این رنگیزه‌ها که در پرتقال خونی، گیلان، توت فرنگی، تمشک، لوبیای قرمز و نیز موادی مثل چای سبز و چای قرمز یافت می‌شوند. در آب حل می‌شوند و با تغییر pH تغییر رنگ می‌دهند. رنگ زرد و نارنجی بسیاری از گل‌ها و میوه‌ها به دلیل وجود کاروتنوئیدهاست. کاروتنوئیدها در آب حل نمی‌شوند و با تغییر pH تغییر رنگ نمی‌دهند. آنتوسیانین‌ها با تغییر pH تغییر رنگ می‌دهند، به طوری که در محیط اسیدی قرمز و در محیط بازی به رنگ سبز در می‌آیند.

مواد لازم

۱. کلم بنفش
۲. آب
۳. بشر
۴. استوانه مدرج
۵. ظرف پتری
۶. سرکه (به عنوان اسید)
۷. محلول جوش شیرین (به عنوان باز)
۸. قطره چکان
۹. هیتز
۱۰. ترازو

نیز از جمله منابع آموزشی‌اند که دانش‌آموزان را به درک صحیح و عمیق مفاهیم زیستی کمک می‌کنند. با توجه به اینکه اکثر دانش‌آموزان نابغه نیستند، بنابراین نیاز جدی به راهنمایی دبیران و مطالعه کتب دیگر برای درک عمیق دارند. البته معنی این جمله عدم نیاز دانش‌آموزان تیزهوش به مطالعه کتاب نیست. شعار همیشگی این جانب برای دانش‌آموزان این است: «به جای بارها خواندن یک کتاب، کتب متعددی مطالعه کنید». چرا؟ چون هر مؤلف مفاهیم را به زبان خاصی توضیح می‌دهد، بنابراین مطالعه کتب گوناگون مثل

بهترین، جامع‌ترین و مناسب‌ترین کتاب‌ها برای مطالعه دانش‌آموزان، برای کنکور و امتحانات نهایی، کتاب‌های درسی هستند.

عکس برداری از یک گل از زوایای مختلف است که همه جوانب را نشان می‌دهند.

متأسفانه برخلاف واقعیت موجود، برخی از دانش‌آموزان، زیست‌شناسی را درسی کاملاً حفظی می‌دانند و فقط به تکرار و حفظ کردن مطالب می‌پردازند. از طرف دیگر با اجرای تحولات بنیادین در آموزش و پرورش، شیوه‌های آموزش و ارزشیابی نیز متحول می‌شوند؛ یعنی آموزش مفهومی و ارزشیابی مفهومی. در بررسی‌های به عمل آمده از آزمون‌های نهایی سال سوم متوسطه می‌توان به این نکته مهم پی برد که بیش از ۹۵ درصد سؤالات امتحانی در حیطه دانشی هستند که از نظر آموزشی کم‌ارزش‌اند. سیر تحول آزمون‌های نهایی در چند سال اخیر به سمت حیطه دانش بوده است. تکرار این روند در طول بیش از یک دهه باعث القای این تصور غلط شده است که زیست‌شناسی را فقط باید حفظ کرد. بنابراین، چه بسا اگر

شعار همیشگی این جانب برای دانش‌آموزان این است: «به جای بارها خواندن یک کتاب، کتب متعددی مطالعه کنید»

دبیران زیست‌شناسی سؤالات مفهومی طرح کنند با اعتراض اولیا و دانش‌آموزان مواجه می‌شوند که سؤالات خارج از کتاب است. در مقام مقایسه، اگر مثلاً دبیر ریاضی یا فیزیک مسائلی را سر کلاس حل کرده و عین آن‌ها را برای امتحانات ارائه دهد دانش‌آموزان تعجب خواهند کرد، چون حداقل انتظار دارند مسائل جدیدی برای امتحان طرح شود.

در برنامه جدید آموزشی که به دنبال حذف کنکور است، جانشین مناسب را امتحانات هماهنگ با سؤالات مفهومی می‌دانند. پاسخ به سؤالات مفهومی نیاز به آموزش مفهومی دارد که با آزمون‌های چندگزینه‌ای تفاوت دارد.

شرح آزمایش

یک گرم کلم بنفش را با ۵۰ میلی لیتر آب می جوشانیم. در این حالت سلول ها می میرند و غشا خاصیت نفوذپذیری انتخابی خود را از دست می دهد، بنابراین آنتوسیانین ها از داخل سلول خارج و در آب حل می شوند. سپس سه ظرف پتری برمی داریم و در هر کدام ۱۰ قطره از محلول آنتوسیانین می ریزیم. ظرف پتری اول را به عنوان شاهد در نظر می گیریم. در ظرف پتری دوم ۳ قطره سرکه (برای مشاهده اثرهای اسید بر تغییر رنگ آنتوسیانین ها) و در ظرف پتری سوم ۳ قطره محلول جوش شیرین (برای مشاهده اثرهای مواد قلیایی بر تغییر رنگ آنتوسیانین ها) می ریزیم.



مشاهدات

در ظرف پتری اول (شاهد) رنگ آنتوسیانین ها آبی است. در ظرف پتری دوم (حاوی اسید) رنگ آنتوسیانین ها صورتی می شود. در ظرف پتری سوم (حاوی باز) رنگ آنتوسیانین ها سبز می شود.



کاربردها

۱. تهیه رنگ های خوراکی: آنتوسیانین ها در بسیاری از میوه ها مثل گیلاس، آلبالو، زرشک، توت، پوست بادمجان و غیره وجود دارند. می توان پس از استخراج آنتوسیانین ها آن ها را با جوشاندن غلیظ کرد و به عنوان رنگ خوراکی در غذا، ژله، شربت، بستنی، شکلات، شیرینی خانگی و غیره به کار برد.
۲. تغییر رنگ گل ها: می توان در طراحی فضای سبز پارک ها و یا منازل با تغییر اندک pH خاک باغچه (در حدی که به گیاه آسیب نرسد) باعث تغییر رنگ گل ها شد. برای تغییر رنگ گل ها به قرمز یا صورتی باید آن ها را در خاک اسیدی قرار داد و برای تغییر رنگ آن ها به رنگ سبز کافی است آن ها را در خاک قلیایی قرار دهیم.
۳. تهیه کاغذ pH متر: یک صفحه کاغذ A^4 را به قطعاتی با عرض ۱ سانتی متر برش می دهیم. قطعات بریده شده را داخل بشر پر از آنتوسیانین قرار می دهیم. سپس آن ها را از آنتوسیانین خارج و خشک می کنیم. این کاغذها همه pH متر هستند و از آن برای آزمایش اسید و باز استفاده می کنیم.

منابع

1. Jin Hwan Lee, Hyeon-Jin Lee, Myoung-Gun Choung, 2011. Anthocyanin compositions and biological activities from the red petals of Korean edible rose (*Rosa hybrida* cv. Noblered). Food Chemistry; 129: 272-278.
2. Kom Kamonpatana, M. Mónica Giusti, Chureeporn Chitchumroonchokchai, Maria MorenoCruz, Ken M. Riedl, Purnima Kumar, Mark L. Failla, 2012. Susceptibility of anthocyanins to ex vivo degradation in human saliva. Food Chemistry; 135: 738-747.

۳- پروژه های زیست شناسی، آمنة جمشیدی، چاپ اول ۱۳۷۶، انتشارات مدرسه



سنجاب بلوچی

مقدمه

جوندگان که بزرگ‌ترین راسته پستانداران را تشکیل می‌دهند، حدود ۴۰ درصد از پستانداران ایران و جهان را در خود جای داده‌اند و بنابراین، جمعیت بسیار فراوانی دارند. سنجاب بلوچی (نام علمی: *Funambulus pennantii*) که یکی از گونه‌های جانوری منحصر به فرد در بلوچستان ایران به‌شمار می‌رود، به نام‌های سنجاب راه‌راه، هردک و سنجاب نخلی نیز خوانده می‌شود. این جانور جونده‌ای است از خانواده سنجابی‌ان که در مناطقی از بلوچستان ایران، هندوستان، نپال، بنگلادش و پاکستان یافت می‌شود و چهار نوار پهن و تیره در زمینه سفید پشتش دارد که در باور بعضی از مردم محلی جای پنجه فرشتگان است.

کلیدواژه‌ها: سنجاب راه‌راه، خانواده سنجابی‌ان، باهوکلالت، دره سرباز.

ویژگی‌های ریخت‌شناختی

این سنجاب کوچک‌تر از سنجاب ایرانی است؛ طول کلی بدنش به ۳۰ سانتی متر می‌رسد، گوش‌هایش متوسط و دم آن بلند و پشمالو است. در سطح پشتی آن چهار نوار پهن و تیره در زمینه سفید رنگ وجود دارد. شکم جانور نیز سفیدرنگ است و دم آن ترکیبی از موهای سفید و تیره دارد.

طول سر و بدن سنجاب بلوچی بین ۱۳۳ تا ۱۴۴ میلی‌متر و طول دم آن بین ۱۴۵ تا ۱۸۵ میلی‌متر است. اندازه پاهای این جانور بین ۳۲ تا ۳۷ میلی‌متر و گوش‌هایش ۱۳ تا ۱۸ میلی‌متر است.



رده بندی

فرمانرو: جانوران

شاخه: طنابداران

زیر شاخه: مهره‌داران

رده: پستانداران

راسته: جوندگان

تیره: سنجابی‌ان

جنس: *Funambulus*

گونه: *pennantii*

زیستگاه

مردم بومی به این سنجاب علاقه فراوانی دارند و هندرت به آن آسیب می‌زنند. از همین رو سنجاب‌های راه‌راه کاملاً اهلی شده‌اند و به آسانی می‌توان به آن‌ها نزدیک شد. این سنجاب صدای سوت ماندنی شبیه به صدای پرندگان دارد

این سنجاب در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جنوب غربی آسیا به وفور یافت می‌شود. انتهای منطقه پراکندگی این جانور به جنوب شرقی ایران می‌رسد. زیستگاه اصلی این سنجاب در ایران، منتهی الیه جنوب شرقی ایران (بلوچستان) گزارش شده است. سنجاب بلوچی در حوضه جنوبی کوه‌های مکران و معمولاً در نخلستان‌ها و درخت زارها و باغ‌ها زندگی می‌کند. این جانور به‌ندرت و به تعداد خیلی کم در نواحی سنگلاخی دامنه تپه‌ها، در مکانی که جنگل تنکی از درخت کنار باقی



مانده است نیز دیده می‌شود. روشن نیست که چرا این سنجاب در زیستگاه‌های نسبتاً مشابهی که در نواحی غربی‌تر وجود دارد زندگی نمی‌کند.

سنجاب بلوچی روی درختان زندگی می‌کند و در ایران تنها در قسمت‌های جنوب شرقی بلوچستان و در منطقه حفاظت‌شده باهوکلالت، دره سرباز و باغ تیس چابهار دیده می‌شود. آن‌ها معمولاً در کنار یکدیگر و در بالا و میان شاخ و برگ درختان لانه می‌سازند و درون لانه را با علف‌های نرم و برگ درختان می‌پوشانند. خطوط راه را بدن سنجاب بلوچی سبب می‌شوند که این جانور با هیچ پستاندار دیگری اشتباه نشود. سنجاب راه فقط روزها فعال است. تابستان‌ها با روشن شدن هوا از لانه خود که روی درختان نخل است، خارج می‌شود اما در زمستان‌ها تا خورشید کاملاً بالا نیامده است، در لانه می‌ماند.

تغذیه

همان طور که گفته شد سنجاب بلوچی لانه خود را در میان شاخه‌ها می‌سازد و داخل آن را با علف نرم و برگ درختان مفروش می‌کند. این سنجاب از دانه‌ها، میوه‌ها و جوانه‌ها و پوست انواع گیاهان وحشی و زراعی تغذیه می‌کند. همچنین حشرات و تخم پرندگان نیز خوراک این جانور را تشکیل می‌دهند.

این سنجاب با حرکت در بین درختان خرمای نر و ماده به منظور تغذیه از آن‌ها در گرده افشانی این درختان نقش مهمی ایفا می‌کند. مردم بومی به این سنجاب علاقه فراوانی دارند و به‌ندرت به آن آسیب می‌زنند. از همین رو سنجاب‌های راه‌راه کاملاً اهلی شده‌اند و به آسانی می‌توان به آن‌ها نزدیک شد. این سنجاب صدای سوت ماندنی شبیه به صدای پرندگان دارد.

تولید مثل

به علت مناسب بودن هوا و فراوانی غذا، سنجاب بلوچی، در تمام فصول سال در زیستگاه‌های خود قادر به جفت‌گیری است. ماده ممکن است با چند نر جفت‌گیری کند. دوره بارداری حدود شش هفته است که پس از آن دو تا چهار بچه نابینا و بدون مو می‌زاید. احتمالاً دوبار در سال تولید مثل می‌کند. ماده‌ها در شش تا هشت ماهگی بالغ می‌شوند.

منابع

۱. ضیایی، هوشنگ. ۱۳۸۷. راهنمای صحرایی پستانداران ایران، کانون آشنایی با حیات وحش
۲. ایزدیان، منا. عباس‌زاده، بهروز. بررسی برخی از ویژگی‌های مورفولوژیک در سنجاب بلوچی (*Funambulus pennantii*)، فصلنامه محیط زیست جانوری، سال دوم، شماره ۲
۳. یوسفی سیاهکلرودی، سیامک. خدرزاده، صابر، عیدی، مریم، ایزدیان، منا، بررسی ساختار ژنتیکی سنجاب بلوچی (*Funambulus pennantii*) با استفاده از آنالیز ریزماهواره، فصل‌نامه محیط زیست جانوری، سال دوم، شماره ۳
۴. «مشاهده ۲۳ سنجاب بلوچی در سیستان و بلوچستان». روزنامه کیهان، مرکز تحقیقات زیست‌محیطی چابهار
۵. براهویی، نورمحمد، گونه‌هایی از پستانداران منحصر به فرد در سیستان و بلوچستان، گاهنامه زیست‌شناسی گروه زیست استان سیستان و بلوچستان

سنجاب بلوچی روی درختان زندگی می‌کند و در ایران تنها در قسمت‌های جنوب شرقی بلوچستان و در منطقه حفاظت‌شده باهوکلالت، دره سرباز و باغ تیس چابهار دیده می‌شود

اثر الکتریسته بر رشد گیاه لوبیا

شهره سلیمی، دبیر زیست‌شناسی

و کارشناس آزمایشگاه پژوهش سرای دانش‌آموزی محمدبن زکریای رازی ناحیه یک ری
به‌نوش آهنگری، دانش‌آموز عضو انجمن زیست‌شناسی از دبیرستان حجاب ناحیه یک ری

چکیده

در این آزمایش اثر الکتریسیته بر رشد گیاه لوبیا طی هفت دوره در ۶۰ روز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد گیاهی که از الکتریسیته با ولتاژ ۹ استفاده کرده، مراحل رشد و نمو خود را بسیار سریع‌تر از گیاهی که در شرایط عادی قرار داشت طی کرده است. البته لازم به ذکر است که کم‌ترین رشد متعلق به گیاهی بود که با همان ولتاژ ولی در دمای صفر درجه نگهداری شده بود.

کلیدواژه‌ها: الکترو کالچر، اسیلاتور چرخشی، پلاسمولیز، فشار ریشه ای، سلول نگهدارنده، آماس.

مقدمه

الکتریسیته، مغناطیس، نور تکرنگ و صدا می‌توانند رشد گیاهان را تحت تأثیر قرار دهند. به این فناوری «کشت الکتریکی» گفته می‌شود که می‌تواند باعث افزایش سرعت رشد، میزان محصول و کیفیت آن شود. کشت الکتریکی گیاهان را از بیماری‌ها، حشرات و یخبندان حفظ می‌کند. کشاورزان نیز می‌توانند محصول خود را در مدت زمان کمتری با کار و تلاش کمتر و هزینه پایین‌تر تولید کنند. کشت‌های الکتریکی رایج شامل استفاده از آنتن‌ها، الکتریسیته ساکن، جریان مستقیم و متناوب، مغناطیس، فرکانس‌های رادیویی، نور تکرنگ و صدا هستند^[۱].

علم الکتروکالچر بیان می‌کند که اگر گیاهان از الکتریسیته با ولتاژ معین ۶ و ۹ و ۱۲ استفاده کنند، بهتر رشد می‌کنند و در مقابل آفات و حشرات و برفک و انواع بیماری‌ها مقاومت بیشتر نشان می‌دهند^[۲].

از حدود ۵۰ سال پیش، در آمریکا، روسیه، ژاپن، انگلستان و فرانسه پژوهش‌هایی در زمینه بیومگنتیک و اثرهای آن روی اندام‌های زنده آغاز شد. در روسیه گیاهان ویژه‌ای را با آب مغناطیس شده آبیاری و مشاهده کردند که رشد این گیاهان به میزان ۴۰-۲۰ درصد در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش یافته است. علت این افزایش رشد را جلوگیری از مرگ بافت‌ها و تجدید حیات گیاهان تحت تیمار ذکر کرده‌اند^[۳].

پژوهش‌هایی که در سال‌های اخیر در این زمینه انجام شده، نشان داده است که مغناطیس زمین روی جهت رشد بعضی از گیاهان و سرعت رشد برخی دانه‌ها و نهال‌ها اثر می‌گذارد. مثلاً ریشه‌های گندم به‌طور معمول در جهت شمالی و جنوبی به تقریب موازی با صفحه مغناطیسی قرار می‌گیرد و علت افزایش محصول گندم رشد زیاد ریشه‌ها و جذب مواد غذایی بیشتر است. رشد به سمت بلوغ افزایش می‌یابد. به‌طور مثال لوبیا سبز یکنواخت‌تر به بلوغ می‌رسد و محصول بیشتری نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد^[۴].

جاستین فلوپورس کریس، کشاورز فرانسوی، در سال ۱۹۲۵ با استفاده از ۲۵ مایله فلزی آنتن‌مانند دستگاهی ساخت که توانایی تولید حرارت را تا حد ممکن داشته باشد. دستگاه مورد نظر و انرژی مورد نیاز برای انجام این فرآیند را از لحیم کردن مس و روی به‌دست می‌آورد. این کشاورز ادعا کرد که این دستگاه می‌تواند تعداد انگل‌ها را به حداقل برساند^[۵].

جورج لاخو در سال ۱۹۲۴ اسیلاتور چرخشی را ابداع کرد که در طی فرآیند فیزیکی موجب تولید برق و در نهایت باعث رشد بهتر گیاه می‌شد. دانشمندی به‌نام ممبری برای پی بردن به این شگفتی به پرورش گیاه با استفاده از انرژی خروجی ژنراتور الکتروستاتیک پرداخت. دو سال بعد جین نولت عکس‌العمل گیاه را هنگام به زیر کشت بردن ذره‌های باردار الکتروند مشاهده کرد و متوجه شد که بارهای الکتریسیته ۴۵ درصد به رشد گیاه ترب و ۹۵ درصد به رشد گیاه تمشک کمک می‌کند و زمان عمل آمدن توت‌فرنگی را نیز نصف می‌کند، اما استفاده از این روش برای برخی از گیاهان مانند سیب زمینی، کرفس و هویج توصیه نمی‌شود^[۶].



شرح آزمایش

وسایل مورد نیاز:

لوبیای جوانه زده (۲ سانتی متر)

۱۰ گلدان پلاستیکی کوچک

خاک و کود برای گلدان ها

باتری ۹ ولت به همراه کلب تمساح و فویل آلومینیومی

توجه

آزمایش ها به علت یکسان نبودن طول ریشه ها و متغیر بودن وضعیت آب و هوا ممکن است دارای کمی خطا باشند.

مراحل انجام آزمایش

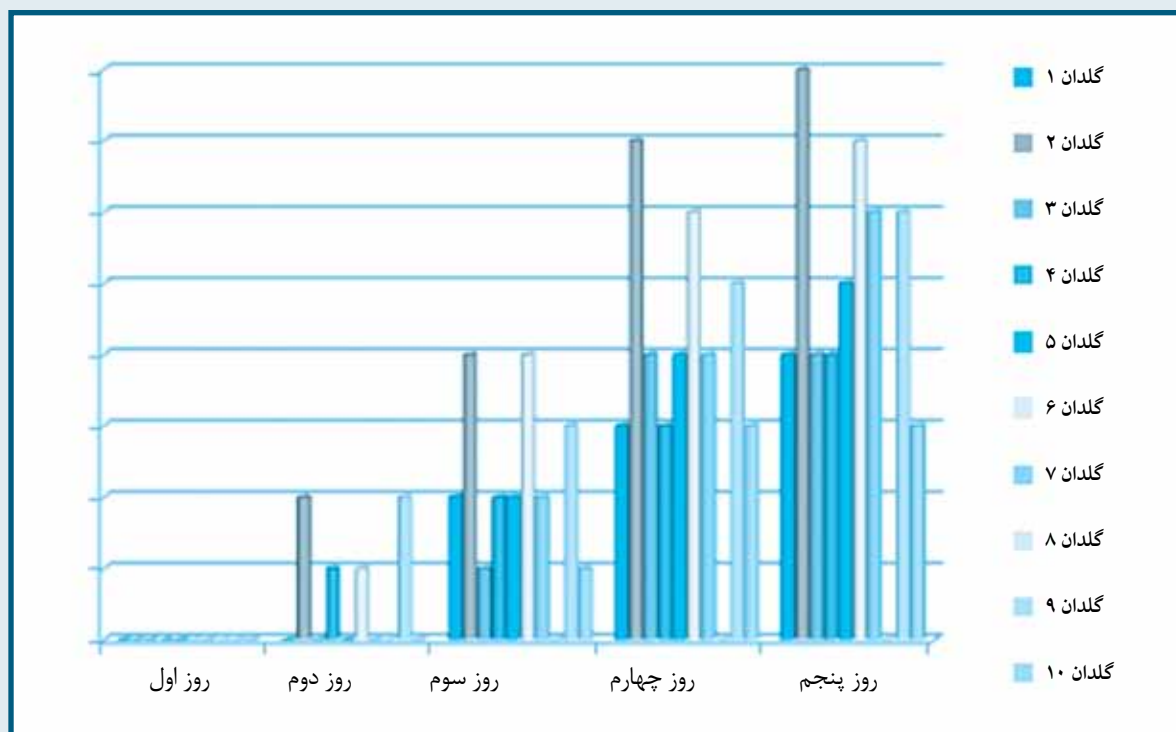
متغیرهای این آزمایش:

۱. گلدان شماره ۱ گلدان شاهد است که به مقدار یک چهارم لیتر به آن آب می دهیم و در دمای 25°C نگه می داریم.
۲. گلدان شماره ۲ را به مدت ۵ دقیقه با استفاده از باتری ۹ ولتی و فویل آلومینیومی (در ابعاد ۵ در ۲۰ سانتی متر) تحت تاثیر الکتریسیته قرار می دهیم.
۳. گلدان شماره ۳ همه شرایط گلدان شماره ۲ را دارد، اما فقط میزان آب داده شده به آن دو برابر است.
۴. گلدان شماره ۴ فویل آلومینیومی را به طور پیوسته به آن وصل می کنیم.
۵. در گلدان شماره ۵، باتری ۹ ولتی را به مدت ۱۰ دقیقه به گیاه وصل می کنیم.
۶. در گلدان شماره ۶ باتری ۹ ولتی را به مدت ۳ دقیقه به گیاه وصل می کنیم.
۷. گلدان شماره ۷ را در جای تاریک در دمای 25°C قرار می دهیم.
۸. گلدان شماره ۸ را در جای سرد 18°C قرار می دهیم.
۹. گلدان شماره ۹ را در جای گرم در دمای 35°C نگه می داریم.
۱۰. گلدان شماره ۱۰ را هنگام ظهر، در اوج گرما آبیاری می کنیم.



روز (اندازه رشد) cm	گلدان ۱	گلدان ۲	گلدان ۳	گلدان ۴	گلدان ۵	گلدان ۶	گلدان ۷	گلدان ۸	گلدان ۹	گلدان ۱۰
روز اول	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
روز دوم	۰	۲	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۲	۰
روز سوم	۲	۴	۱	۲	۲	۴	۲	۰	۳	۱
روز چهارم	۳	۷	۴	۳	۴	۶	۴	۰	۵	۳
روز پنجم	۴	۸	۴	۴	۵	۷	۶	۰	۶	۳

جدول ۱، میزان رشد گیاه لوبیا در ۱۰ گلدان طی پنج روز



نمودار میزان رشد لوبیا در ده گلدان

نتیجه گیری

گلدان شماره ۱ رشد طبیعی خود را کرده است.
 گلدان شماره ۲ از رشد مطلوبی برخوردار بوده است.
 گلدان شماره ۳ از رشد خوبی برخوردار نبوده است. به نظر می‌رسد پدیده پلاسمولیز صورت گرفته یعنی ساقه گیاه نرم شده و حالت ایستایی خود را از دست داده است.
 گلدان شماره ۴ به این علت که در دو سر فویل آلومینیومی اختلاف پتانسیل ثابت بوده و جریان به وجود نیامده است، گیاه رشد طبیعی خود را دارد.
 گلدان شماره ۵ به علت وصل بیش از اندازه برق رشد مطلوبی نداشته است.
 گلدان شماره ۶ از رشد خوبی برخوردار بوده است.
 گلدان شماره ۷ به رشد مطلوب خود رسیده است زیرا الکتریسیته می‌تواند به جای نور ایفای نقش کند
 گلدان شماره ۸ رشد نکرده است؛ زیرا الکتریسیته می‌تواند منبع نور باشد، ولی نمی‌تواند عامل گرمایشی باشد
 گلدان شماره ۹ به علت گرمای زیاد پژمرده شده است.
 گلدان شماره ۱۰ رشد خوبی نداشته، به علت اینکه فشار ریشه‌ای افزایش پیدا کرده است و بر اثر خروج بیش از اندازه آب از سلول نکهبان روزه، پدیده پلاسمولیز رخ داده است.

منابع

1. Nelson, R.A. 1999. Electro-culture. Journal of Extension
2. Brockchaston, K., G.D. Abrams and J. King. 1999. Recent advances in the understanding of plant metabolism using nuclear magnetic resonance spectroscopy
3. Noriyuki, A. and H. Kitazawa. 1999. Effect of magnetic field on the germination of plants.
4. Nelson, R.A. 1999. Electro-culture. Journal of Extension
5. Bhattacharjee A and K. Saito. 2002. Sowing seed in a magnetic field

۵. خوشخوی. م. ۱۳۷۵. ازدیاد نباتات. جلد اول. انتشارات دانشگاه شیراز. ۳۷۳ ص.

۶. لسانی. ح و م. مجتهدی. ۱۳۸۱. مبانی فیزیولوژی گیاهی. انتشارات دانشگاه تهران. ۷۲۶ ص.

Aksenon, S. L., A. Bulychyev, T.TU. Grunina and V.B. Turovetskii. 1997. Mechanism of the action of a low frequency magnetic field on the initial stage of germination of wheat seeds.

آموزش زیست‌شناسی بارویکرد نقشه مفهومی



پورانخت یعقوبی

مدرس مرکز تربیت معلم بنت‌الهدی صدر و دبیر دبیرستان‌های رشت

Poran.Yaghobi@gmail.com

کلیدواژه‌ها: نقشه مفهومی، یاددهی - یادگیری، مفهوم

اشاره

پژوهش‌ها نشان می‌دهند که هریک از دو نیم‌کره چپ و راست مغز در حوزه خاصی بیشتر فعال است، به نحوی که احساس، تجسم، تخیل، رنگ و غیره در فعالیت‌های نیم‌کره راست مغز و اعداد، استدلال، محاسبات و ریاضی در نیم‌کره چپ مغز پردازش می‌شوند. روان‌شناسان تربیتی به تبعیت از این ویژگی فیزیولوژیک اعتقاد دارند هر فرآیندی که امکان فعال شدن هم‌زمان دو نیم‌کره مغز را فراهم کند، سبب پویایی بیشتر یادگیری می‌شود. بهره‌گیری از شیوه آموزشی نقشه‌های مفهومی که مبتنی بر ساخت‌گرایی است، تلاش بر بازنمایی دانش به روش ترسیمی دارد، بنابراین به علت فعال شدن هر دو نیم‌کره مغز سبب تسهیل و تسریع فرآیند یاددهی - یادگیری می‌شود.

نقشه مفهومی چیست؟

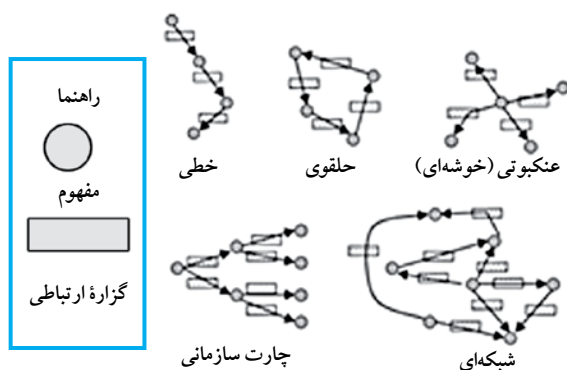
نواک در اوایل دهه ۱۹۸۰ برای نخستین بار از نقشه‌های مفهومی به‌عنوان یک راهبرد یاددهی - یادگیری استفاده کرد. نقشه مفهومی برگرفته شده از مفهوم پیش سازمان‌دهنده در نظریه یادگیری معنی‌دار کلامی آزوئل است. افراد برای یادگیری معنی‌دار باید از روش‌هایی استفاده کنند که اطلاعات جدید را به دانسته‌های قبلی مرتبط کنند. یکی از روش‌های مؤثر در برقراری ارتباط با اطلاعات قبلی بهره‌گیری از نقشه‌های مفهومی است.

نقشه‌های مفهومی در واقع ابزاری برای سازماندهی و ارائه اطلاعات به روش ترسیمی‌اند. نقشه‌های مفهومی دارای گره‌ها و خطوط ارتباطی بین گره‌ها هستند. مفاهیم در گره‌ها قرار می‌گیرند و واژه‌هایی که روی خطوط ارتباط‌دهنده نوشته می‌شوند بیان‌کننده نوع ارتباط بین مفاهیم‌اند. نقشه‌های مفهومی معمولاً به شیوه سلسله‌مراتبی تهیه می‌شوند، یعنی مطالب کلی‌تر و جامع‌تر در رأس قرار می‌گیرند و هر چه به پایین نقشه نزدیک شویم، مفاهیم و مطالب جزئی‌تر می‌شوند. مزیت بزرگ استفاده از نقشه‌های مفهومی این است که می‌توانند تصویری روشن و جامع از مفاهیم و روابط بین آن‌ها در فضایی کوچک فراهم کنند. بنابراین، سرعت فرآیند یاددهی - یادگیری را افزایش می‌دهند، ضمن اینکه گستره عملکرد آن امکان به‌کارگیری در ارزشیابی را نیز فراهم می‌کند. بنابراین با اطمینان می‌توان ادعا کرد که نقشه مفهومی الگویی برای آموزش، برای ارزشیابی تکوینی و حتی

ارزشیابی پایانی است و می‌توان متناسب با تنوع موضوع‌های علمی مورد تدریس از انواع آن‌ها استفاده کرد.

انواع نقشه‌های مفهومی

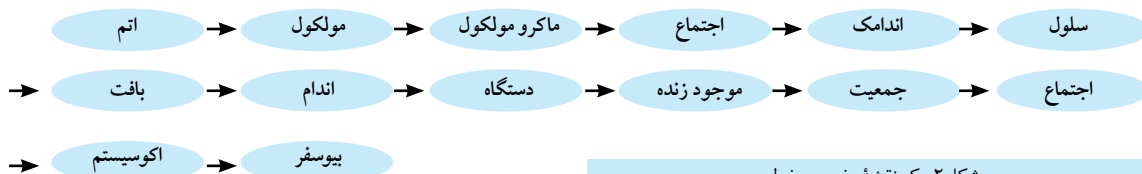
نقشه مفهومی را که به آن طرح شبکه‌ای نیز می‌گویند، می‌توان به شکل‌های مختلف رسم کرد. تنوع شیوه نمایش نمودارها و نیز تنوع علمی منجر به پیدایش انواع مختلفی از آن‌ها شده و هر یک از این نقشه‌ها ویژگی و کاربرد خاص خود را پیدا کرده است. در اینجا چند طرح که بیشترین کاربرد را در تدریس زیست‌شناسی دارند، ارائه می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱. طرح کلی برخی از انواع نقشه‌های مفهومی

• نقشہ مفہومی خطی

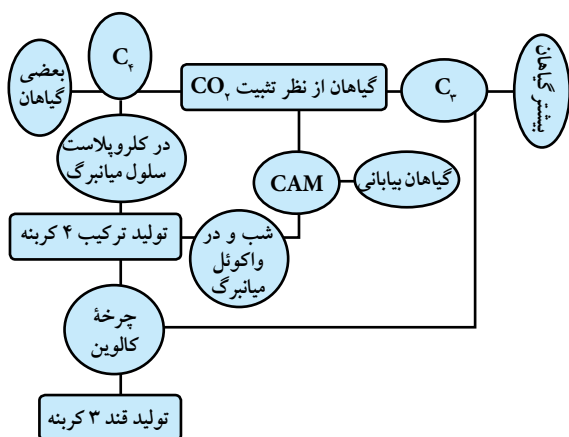
نقشه مفهومی خطی شامل گره‌ها و خطوط ارتباطی است که در امتداد یکدیگر ادامه می‌یابند. این نقشه‌ها از اولین گره با ساده‌ترین مفهوم شروع می‌شوند، مفاهیم پیچیده‌تر در مراحل بعدی در گره‌ها قرار می‌گیرند و نهایتاً در انتهای خط مفهوم کلی ارائه می‌شوند (شکل ۲).



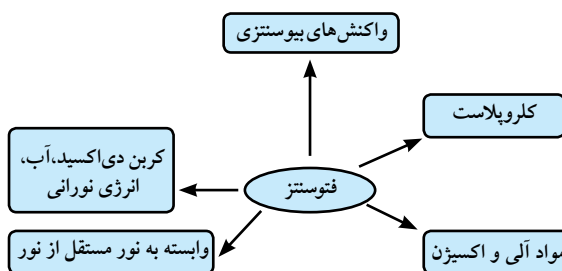
شکل ۲. یک نقشه مفهومی خطی

• نقشه‌های مفهومی عنکبوتی

نقشه‌های مفهومی عنکبوتی یکی از مشهورترین نمودارهای مفهومی محسوب می‌شوند. در این نوع نقشه‌های مفهومی، مفهوم اصلی در مرکز و داخل کادر (گره) قرار می‌گیرد و ویژگی یا مفاهیم مرتبط با آن به‌وسیلهٔ پیکان‌ها (رابطه‌ها) و گره‌هایی در پیرامون نمایش داده می‌شوند (شکل ۳).

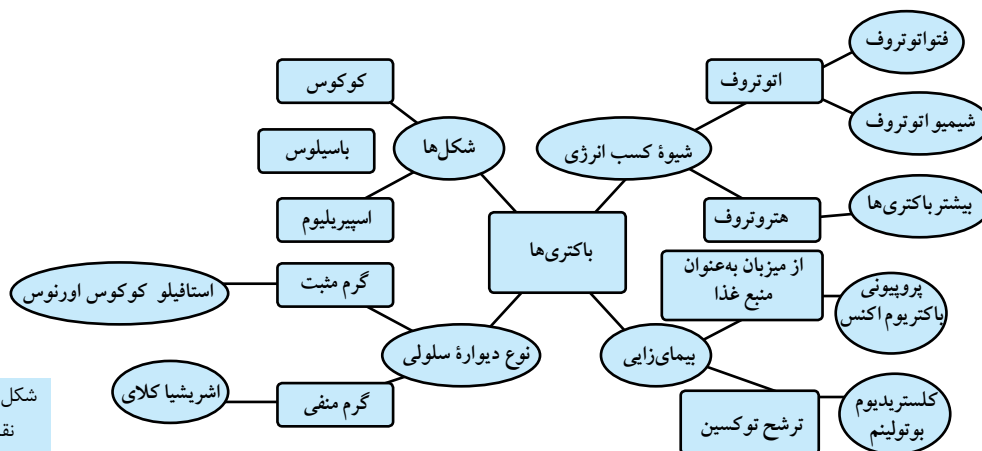


شکل ۵. نقشه‌های مفهومی شبکه‌ای

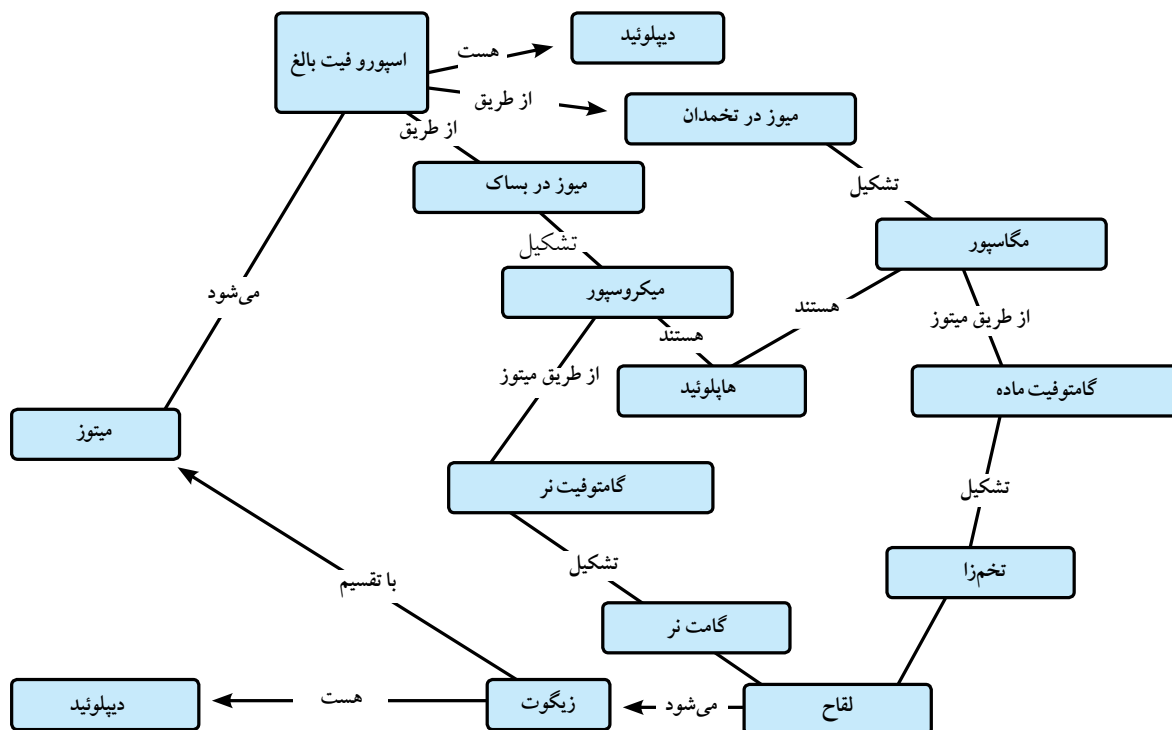


شکل ۳. یک نقشه مفهومی عنکبوتی

اگر برای شاخه‌های فرعی ترتیب اهمیت داشته باشد، طبق قرارداد در جهت حرکت عقربه‌های ساعت ترتیب با اولویت لحاظ



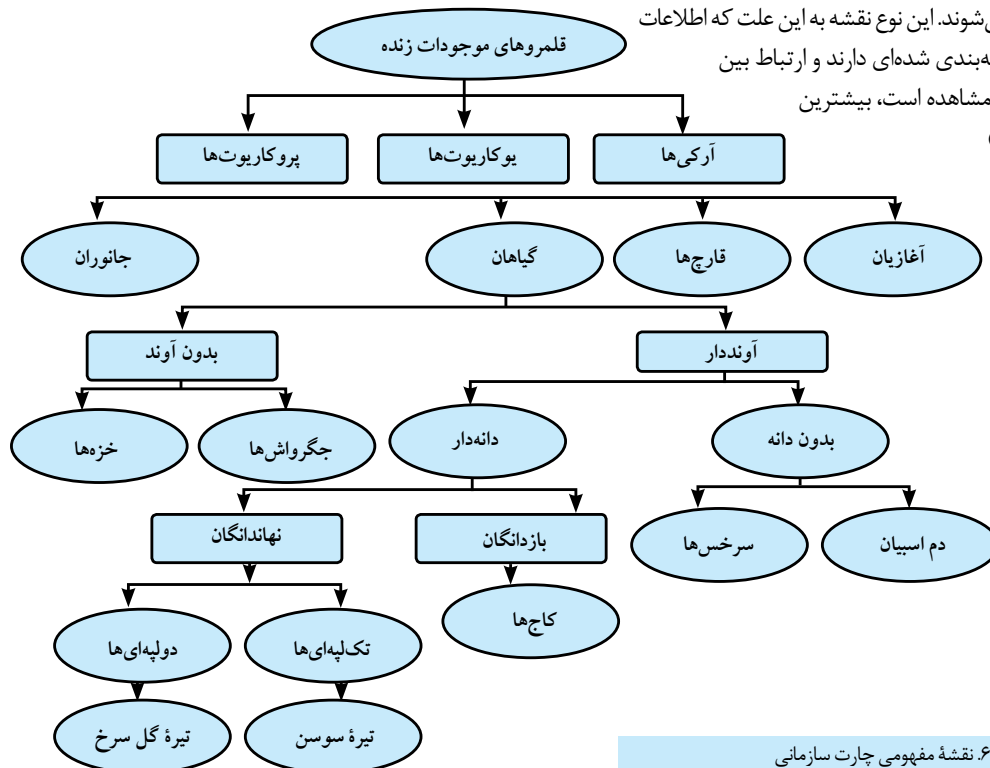
شکل ۴. نحوه سازمان دهی یک نقشه مفهومی عنکبوتی



شکل ۵. نقشه‌های مفهومی شبکه‌ای

• نقشه مفهومی چارت سازمانی

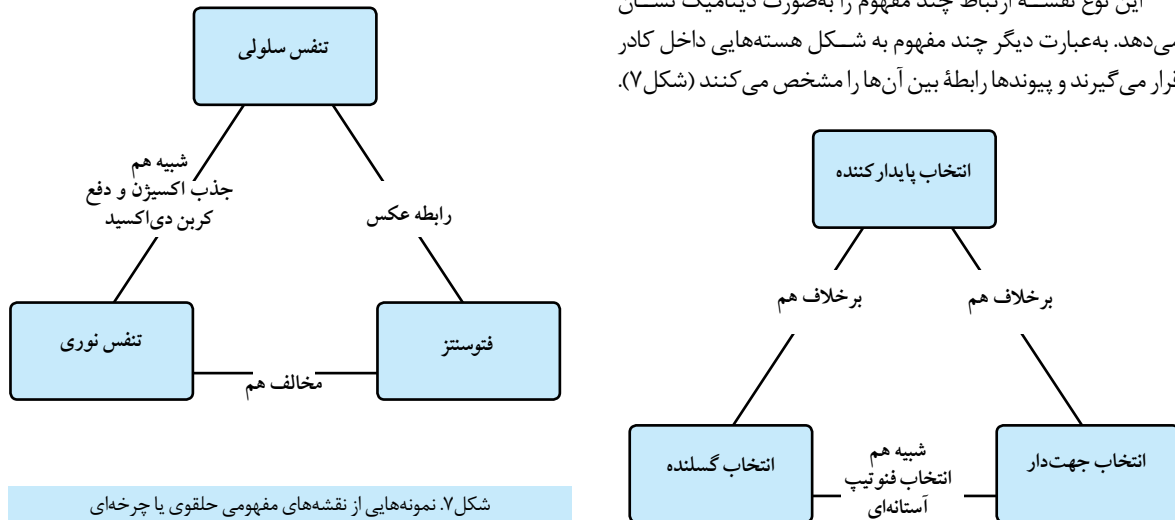
در این مدل عنوان اصلی در بالای طرح قرار می‌گیرد و شاخه‌های اصلی در پایین به آن متصل می‌شوند و مطالب فرعی هر شاخه نیز به ترتیب در زیر آن واقع می‌شوند. این نوع نقشه به این علت که اطلاعات ارائه شده ساختار طبقه‌بندی شده‌ای دارند و ارتباط بین مفاهیم به روشنی قابل مشاهده است، بیشترین کاربرد را دارد. (شکل ۶)



شکل ۶. نقشه مفهومی چارت سازمانی

• نقشه‌های مفهومی حلقوی یا چرخه‌ای

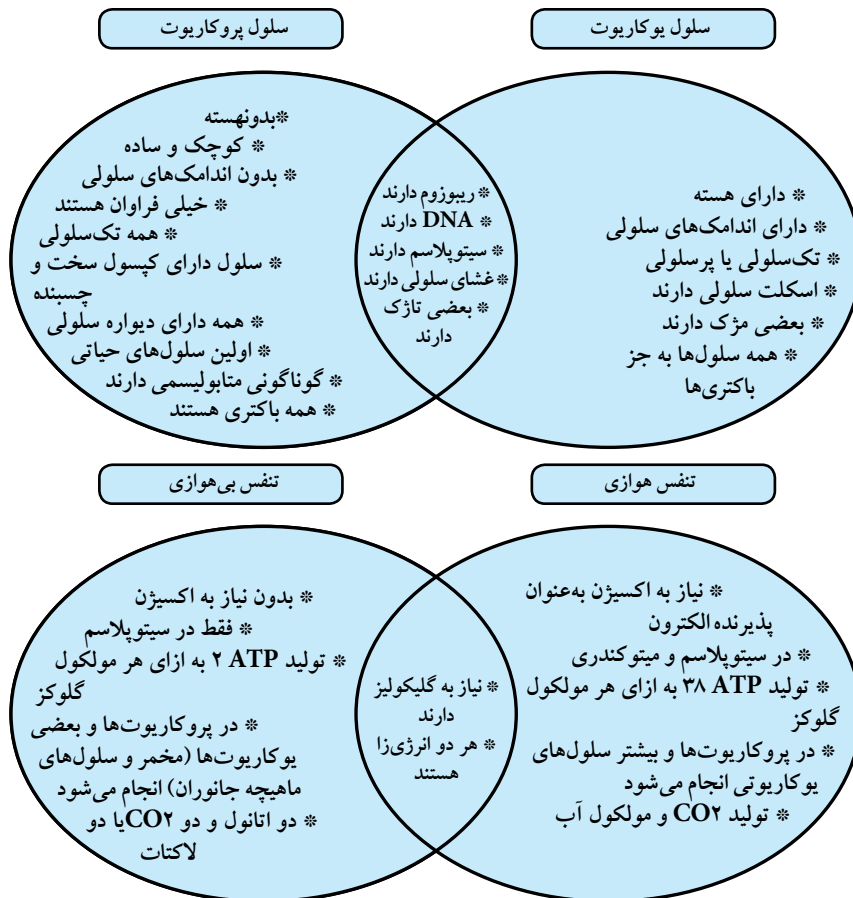
این نوع نقشه ارتباط چند مفهوم را به صورت دینامیک نشان می‌دهد. به عبارت دیگر چند مفهوم به شکل هسته‌هایی داخل کادر قرار می‌گیرند و پیوندها رابطه بین آن‌ها را مشخص می‌کنند (شکل ۷).



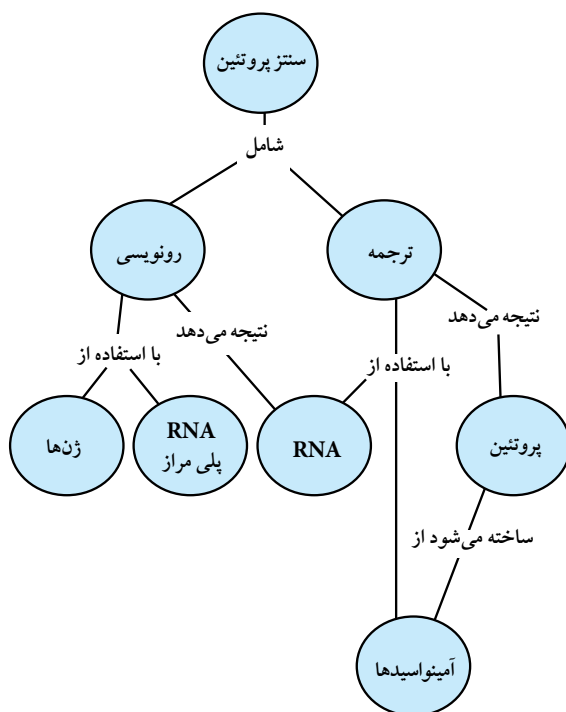
شکل ۷. نمونه‌هایی از نقشه‌های مفهومی حلقوی یا چرخه‌ای

• مدل همپوشی (طرح ون)

این مدل در مواردی به کار می‌رود که میان مطالب وجوه اشتراک وجود دارد و تأکید بر ویژگی‌های مشترک میان مطالب اصلی و همچنین دیگر نکات ضروری است. در این مدل معمولاً از اشکال



شکل ۸. نمونه‌هایی از مدل همپوشی (طرح ون)



شکل ۹

اسید نوکلئیک، نوکلئوتید، پورین، ریبوز، آنزیم، باز، رونویسی، DNA، گروه فسفات، mRNA، آمینواسید، دئوکسی ریبوز، پریمیدین، tRNA، پروتئین، ژن، U، G، A، T، C، قند، کروموزوم، tRNA، جایگاه A، زیر واحد کوچک، آنتی کدون، ریبوزوم، RNA پلی مرز، RNA، زنجیره پپتیدی، ترجمه، زیر واحد بزرگ، همانندسازی DNA، tRNA آغازگر، جایگاه P، DNA پلی مرز.

آمینواسید، جانوران، کربوهیدرات، غشای سلول، کلسترول، DNA، دی ساکارید، کیسه زرده، ذخیره انرژی، آنزیم ها، چربی ها، اسید چرب، فروکتوز، گلوکز، گلیکوزن، هموگلوبین، هورمون، انسولین، لاکتوز، لیپید، مونوساکارید، باز نیتروژن دار، نوکلئوتید، نوکلئیک اسیدها، گروه فسفات، فسفولیپید، گیاهان، پلی پپتید، پلی ساکارید، پروتئین، اشباع، نشاسته، استروئید، ساکارز، غیر اشباع، ۴ حلقه کربنی، قند پنج کربنه

۳. نقشه های مفهومی رسم شده را در اختیار فراگیران قرار می دهیم و با خالی گذاشتن برخی از گره ها از آن ها می خواهیم تا در جاهای خالی کلمات مناسب قرار دهند (شکل ۱۰).
۴. نقشه های مفهومی از یک درس و یا بخشی از درس توسط دانش آموزان و با همکاری خود آن ها طراحی، ساخته و ارائه می شود.

منظم هندسی مانند دایره، مثلث و مربع استفاده می شود (شکل ۸).

الگوی تدریس نقشه های مفهومی

۱. استخراج نکات کلیدی: موضوع توسط معلم انتخاب و مختصری توضیح داده می شود و دانش آموزان به صورت فردی یا گروهی درس را با دقت مطالعه و مفاهیم مهم درس و نکات کلیدی را یادداشت می کنند و به این ترتیب کلیه واژه ها مشخص می شوند.

۲. تشخیص و تفکیک مفاهیم اصلی و فرعی: پس از تعیین واژه های کلیدی لازم است آن ها را واژه های اصلی و فرعی تفکیک کنیم. بنابراین در این مرحله ابتدا مفاهیم عمده و اصلی از غیر عمده و فرعی تفکیک می شوند و سپس درباره مدل نقشه تصمیم گرفته می شود.

اگر کم دانش آموزان را با انواع طرح های شبکه ای آشنا کنیم، آنان خود بهترین طرح را انتخاب خواهند کرد. برای تفکیک مفاهیم اصلی از مفاهیم فرعی بهتر است شکل کادرهای این مفاهیم متفاوت باشند. همچنین می توان از رنگ نیز بهره گرفت. به این صورت که کادر مربوط به مفاهیم اصلی به یک رنگ و کادرهای مربوط به مفاهیم فرعی به رنگ دیگری باشد. هم چنین تغییر نوع و اندازه خطوط نیز در تشخیص مفاهیم اصلی و فرعی از یک دیگر کمک می کند. رعایت این نکات سبب می شود مغز با سرعت بیشتری از طرح و نقشه رسم شده تصویربرداری کند و بازایی مطالب آسان تر انجام گیرد.

۳. رسم نقشه مفهومی و تکمیل آن: پس از تعیین مدل نقشه که متناسب با موضوع انتخاب شده است، نسبت به ترسیم نقشه اقدام می کنیم. سپس مفاهیم اصلی و فرعی داخل نقشه را در موقعیت های تعیین شده می نویسیم و ارتباط بین مفاهیم به وسیله خطوط برقرار می شود.

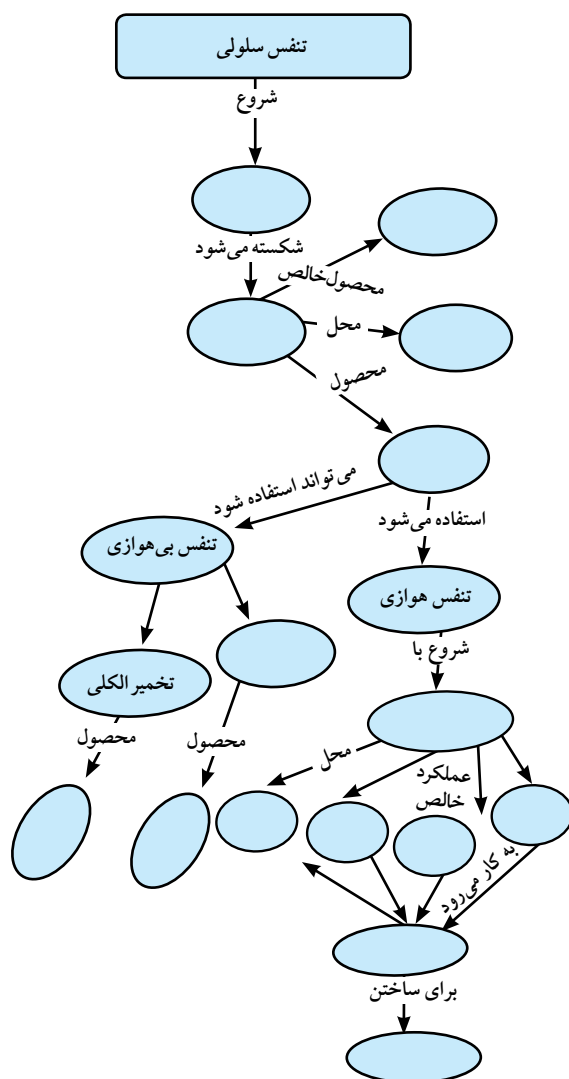
۴. ارزشیابی: در پایان، نقشه های مفهومی دانش آموزان را بررسی می کنیم. اگر کار به صورت گروهی است، به نماینده هر گروه فرصت داده می شود تا نقشه گروه را روی تابلو بکشد. اگر کار انفرادی است، از بین نمونه های مشابه چندتایی را برای بررسی انتخاب و درباره اصلاح نقشه ها بحث و گفت و گو می کنیم.

روش های استفاده از نقشه های مفهومی در فرآیند یاددهی - یادگیری

نقشه مفهومی توسط مدرس و معلم از قبل آماده شده و در اختیار فراگیران قرار می گیرد.

۱. نقشه های مفهومی آماده در اختیار فراگیران قرار می گیرد و آنان برای نقشه ها توضیحات لازم را می دهند و متن آماده می کنند (شکل ۹).

۲. تعدادی کلمات و اصطلاحات علمی را به عنوان جعبه کلمات در اختیار فراگیران قرار می دهیم و از آن ها می خواهیم تا ارتباط منطقی بین آن ها را در قالب نقشه مفهومی رسم کنند. به عنوان مثال، برای جعبه کلمات زیر نقشه مفهومی رسم کنند.



شکل ۱۰

چرخه کربس، زنجیره انتقال الکترون، سیتوپلاسم، میتوکندری، تخمیر لاکتیکی، گلیکولیز، گلوکز، پیرووات، لاکتیک اسید، اتانول 2ATP ، 2FADH ، 6NADH ، 36ATP

8. Novak, J. D., & J. Wandersee, 1991. **Coeditors, Special Issue on Concept Mapping of Journal of Research in Science Teaching**, 28, 10.
9. <http://instructorexchange.pearsoncmg.com/author/kelly-a-hogan-university-of-north-carolina-at-chap/page>
10. http://cmaphpublic2.ihmc.us/rid=1299463741196_306056703_23868/Five%20kingdom%20classification%20Whittaker.cmap
11. <http://geosfero.com/chat/chat/photosynthesis-and-cellular-respiration-concept-map>
12. <http://www.muskingum.edu/~cal/database/general/organization.html>
13. <http://instructorexchange.pearsoncmg.com/author/kelly-a-hogan-university-of-north-carolina-at-chap/page/2>
14. <http://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0142694X07000889-gr3.jpg>

۵. یک درس، یا بخشی از درس در نظر گرفته می شود و هسته ها و پیوندهای گزاره در تعامل مدرس با دانش آموزان ساخته و تکمیل می شود.

بدیهی است هر یک از روش های پیش گفته دارای نقاط ضعف و قوت اند که نمی توان هر یک از آن ها را به طور مطلق بر دیگری برتری داد. به عبارت دیگر، متناسب با موضوع مورد تدریس، توانایی دانش آموزان و سبک یادگیری افراد می توان از یکی از روش ها استفاده کرد.

مزایای استفاده از نقشه های مفهومی

ماهیت چندبعدی نقشه مفهومی همچون تصویری بودن، روشن بودن مفاهیم اصلی، روابط بین مفاهیم، لزوم فعالیت در ساخت نقشه و ارائه آن سبب تسهیل فرآیند یاددهی - یادگیری می شود و فراگیران را قادر می سازد:

- توانایی تفسیر مسئله را کسب کنند؛
- اطلاعات لازم برای حل مسئله را از حافظه بازخوانی کنند؛
- روابط جدید بین مفاهیم مسئله را بهتر درک کنند؛
- آموخته های خود را به شیوه های متفاوت از روال معمول بیان و یادگیری را با لذت و جذابیت پی گیری کنند؛
- توانایی انتقال مفاهیم به دیگران را به دست آورند؛
- در برخورد با هر موضوعی ذهن آن ها در جهت ساخت و ارائه نقشه مفهومی گرایش یابد و تولید اندیشه ها از طریق بارش فکری صورت گیرد؛
- از هر دو نیم کره مغز بهره بگیرند، بنابراین امکان کسب بیشترین بازدهی را از مطالعه کسب خواهند کرد.
- همچنین، معلم با استفاده از این طرح به افکار دانش آموزان نقب می زند و در می یابد که آن ها تا چه اندازه می دانند.

منابع

۱. حریرفروش، زهرا و صادقی، مهرناز (۱۳۸۵). **مجموعه کتاب های آموزش فعال علوم الگوی تدریس طرح های شبکه ای**. انتشارات آموزش علوم
۲. صفری، پروا (۱۳۸۶). **نقشه مفهومی و اهمیت آن در آموزش**. مجله رشد تکنولوژی آموزشی. شماره ۶
۳. مصرآبادی، جواد، حسینی نسب، داوود فتحی آذر، اسکندر، مقدم، محمد (۱۳۸۸). **تأثیر ساخت و ارائه نقشه مفهومی و سبک یادگیری بر یادداری و حل مسئله در زیست شناسی**. فصل نامه علمی - پژوهشی نوآوری های آموزشی. دوره دهم
4. Novak, J. D. (1990). Concept maps and Vee diagrams: Two metacognitive tools for science and mathematics education. *Instructional Science*, 19, 29-52.
5. Novak, J. D. (1991). Clarify with concept maps. *The Science Teacher*, 58(7):45-49.
6. Novak, J. D., & D. B. Gowin. (1984). *Learning How to Learn*. New York and Cambridge, UK: Cambridge University Press.
7. Novak, J. D., & D. Musonda. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28(1), 117-153.

ویژگی‌های الکتریکی ویروس‌ها

محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

کلیدواژه‌ها: میکروسکوپ AFM، دی‌الکترونیک، گلیکوپروتئین‌ها، میکروسکوپ PFM.

اشاره

فصل نهم کتاب زیست‌شناسی سال چهارم رشته علوم تجربی به ویروس‌ها و باکتری‌ها اختصاص دارد. در آنجا اشاره شده است که اغلب ویروس‌ها غشا یا غلافی به نام پوشش دارند که از لیپوپروتئین‌ها ساخته شده است. روی این پوشش، پروتئین‌های ویروسی موسوم به گلیکوپروتئین‌ها قرار دارند که در مکان‌های مشخصی در سرتاسر پوشش توزیع شده‌اند و ویروس را در درون سلول میزبان یاری می‌رسانند. زیر پوشش لایه‌ای پروتئینی به نام کپسید قرار دارد که خود از ذرات کوچک‌تری به نام کپسومر ساخته شده است. درون کپسید نوکلئیک اسید (DNA یا RNA) وجود دارد (شکل ۱). ابعاد کلی ویروس‌ها بین ۵ تا ۵۰ نانومتر است. در سال‌های اخیر، بسیاری از محققان علوم غیرزیستی و نانو فناوری توجه خود را به ویروس‌ها معطوف کرده‌اند. در این مقاله به دو نمونه از آن‌ها اشاره می‌شود.



از محیطی رسانا تشکیل شده که با لایه‌های عایق (که در فیزیک به آن‌ها دی‌الکترونیک می‌گویند) دربرگرفته شده است. یعنی پوشش و کپسید به‌عنوان لایه‌های دی‌الکترونیک این خازن کروی عمل می‌کنند و قطبش این لایه‌ها بر اثر میدان AC اعمال شده بر ظرفیت این خازن‌های ویروسی تأثیر

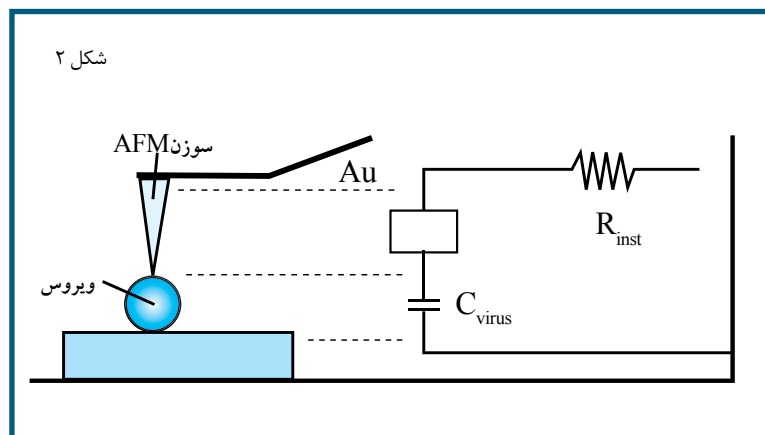
با توجه به این که ابعاد بسیاری از ویروس‌ها در مقیاس نانومتر است، برای مشاهده و نیز کار با آن‌ها از میکروسکوپ‌هایی موسوم به AFM^۱ (میکروسکوپ نیروی اتمی) بهره می‌گیرند. اساس کار میکروسکوپ AFM براساس برهم‌کنش کوتاه‌برد واندروالس است و چون در این روش انتقال الکترون دخالت ندارد، به کمک آن می‌توان هم عایق‌ها و هم نمونه‌های زیستی را بررسی کرد. اطلاعات مربوط به توپوگرافی، ناهمواری‌ها، چسبندگی، ویژگی‌های کشسانی، الکتریکی، مغناطیسی، مقاومت ویژه و غیره را می‌توان به کمک AFM، در مقیاس نانو، به‌دست آورد. طرز کار AFM بر مبنای برهم‌کنش بین نوک یک سوزن با اتم‌های سطح نمونه است. نیروهای وارد بر نوک سوزن جاذبه یا دافعه دارند و انحراف نوک بر اثر تغییر نیرو را بازتاب یک باریکه لیزری آشکار می‌کند. در پژوهش‌های اخیر، ویروس‌های کروی AV^۱، HSV^۲، SV^۳، MVA^۴ و CPMV^۵ با استفاده از میکروسکوپ AFM مورد بررسی قرار گرفته‌اند و امپرنس و ظرفیت آن‌ها برحسب میدان متناوب (AC) اعمال شده اندازه‌گیری شده است. در واقع اساس کار این محققان مبتنی بر یک مدل دهی ساده بوده است که بر مبنای آن هر ویروس را می‌توان به‌صورت کره‌ای مدل‌سازی کرد که

قطبش حاصل در پوشش و کپسید کاهش می‌یابد و به میزانی می‌رسد که ویژگی‌های دی‌الکترونیک پوشش و کپسید نقش بازی می‌کنند. به‌عبارتی، اختلاف ظرفیت ویروس‌ها ناشی از اختلاف بین ویژگی‌های دی‌الکترونیک گلیکوپروتئین‌های پوشش و پروتئین‌های کپسید است. جالب است که می‌توان گلیکوپروتئین‌ها را با جهش‌های ژنتیک و پروتئین‌های کپسید را به‌طور شیمیایی از بین برد. محققان با حذف این پروتئین‌ها و سپس انجام همان کاوش پیشین در همان محدوده بسامدهای متوسط، دریافته‌اند که ظرفیت ویروس‌ها تغییر می‌کند که این نشان‌دهنده وابستگی ظرفیت ویروس‌ها به این پروتئین‌هاست. بنابراین با دانستن ویژگی‌های دی‌الکترونیک

می‌گذارد (شکل ۲). جریان AC از آن رو انتخاب می‌شود که در فیزیک برای کاوش قطبیدگی مواد دی‌الکترونیک از این نوع جریان استفاده می‌شود. این مطالعات نشان داده که هر ویروس ظرفیت متمایز و مشخصی دارد که ناشی از ویژگی‌های دی‌الکترونیک پروتئین‌های کپسید و گلیکوپروتئین‌های پوشش است که در هر ویروس متفاوت است. نتایج حاکی از آن بوده که در بسامد (فرکانس)‌های پایین، همان‌طور که انتظار می‌رفت، پوشش و کپسید ویروس، مقاومت بالایی در برابر عبور جریان دارند و عملاً کل ویروس به‌صورت ذره‌ای عایق عمل می‌کند. در این بسامدها، تغییر در ظرفیت ویروس تنها ناشی از اندازه ویروس است. در بسامدهای متوسط (حدوداً ۱۰۰ Hz)،

چکیده

به منظور بررسی اثرهای آللوپاتیک اسانس اندام هوایی علف هرز اُزمک (*Cardaria draba*) بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تاج خروس (*Amaranthus retroflex*) آزمایشی در محیط ظرف پتری در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار، در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اردبیل، در سال ۹۱ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل اسانس اندام هوایی اُزمک در چهار غلظت ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۱، ۰/۰۱ و ۱ میلی گرم بر میلی لیتر به همراه تیمار شاهد (آب مقطر) بود. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اسانس اندام هوایی اُزمک درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، و طول ساقچه‌چه به‌طور معناداری کاهش یافت؛ به گونه‌ای که در غلظت‌های ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ درصد، سرعت جوانه‌زنی به کندی صورت می‌گیرد با استفاده از نرم افزار SPSS و آنالیز آماری داده‌ها می‌توان این نتایج را به‌خوبی توجیه کرد. بیشترین سرعت کاهش درصد جوانه‌زنی تاج خروس در تیمار اسانس با غلظت ۱ میلی گرم است. زمان حداکثر جوانه‌زنی در تیمارهای شاهد با بقیه تیمارها تفاوت معناداری داشت. بر اساس مقایسات و نتایج SPSS اسانس اندام هوایی اُزمک بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و ساقچه‌چه اثرات بازدارندگی دارند. مقدار اسانس آبی اندام هوایی علف هرز (*Cardaria draba*) ۰/۱ درصد وزن و به رنگ زرد کمرنگ بود. آنالیز اسانس علف هرز



واکنش‌های پیزوالکتریکی سطح نمونه کار می‌کند، نشان دادند که با اعمال یک میدان خارجی، پروتئین‌های پوشش نوعی ویروس موسوم به ویروس باکترئوفاج M13 که قطر آن تنها ۶/۶ mm است، دچار پیچ و تاب و چرخش می‌شوند که این نشانه‌ای قطعی از ویژگی پیزوالکتریکی آنهاست. این محققان، سپس با تغییر ژنتیک این ویروس و افزایش ولتاژ ویروسی آن، با ساخت پشته‌ای ۲۰ لایه از چنین ویروس‌هایی، توانستند ۶nA جریان و ۴۰۰mV برق تولید کنند، که این مقدار برق برای نمایش یک عدد در نمایشگر کریستال-مایعی کفایت می‌کند (شکل ۳). این پژوهش، از ایجاد ریزمولدهای برق ویروسی در آینده‌ای نه‌چندان دور خبر می‌دهد که می‌تواند انقلابی شگرف در صنعت الکترونیک ایجاد کند.

بی‌نوشت‌ها

1. Atomic Force Microscope
2. Adenovirus type 5
3. Herpes Simple virus-type 1
4. Simian virus 40
5. Vacinia
6. Cowpea mosaic virus
7. Piezoresponse Force Microscope

منابع

۱. کرام‌الدینی و دیگران، زیست‌شناسی دوره پیش‌دانشگاهی، رشته علوم تجربی، فصل ۹، صفحه ۲۲۹
2. Physics Education, January 2008, 43(1), 37
3. Journal of American chemical society, 2008, 130, 887-891 (published on-line April 29, 2009)
4. Nature nanotechnology, may 13 2012, 351-356.

ویروس‌ها می‌توان به کشف و شناسایی انواع ویروس‌ها نیز پرداخت.

اخیراً در تحقیق جالب دیگری، ۹ تن از محققان دانشگاه برکلی در ایالات متحده، به ویژگی الکتریکی دیگری از ویروس‌ها دست یافتند که می‌تواند کاربرد شگفت‌انگیزی در صنایع الکترونیک داشته باشد. در این تحقیق، آن‌ها با استفاده از میکروسکوپ دیگری موسوم به PFM^۱، که در واقع نوع پیشرفته‌تر میکروسکوپ AFM است و براساس

محققان با حذف گلیکوپروتئین‌ها و پروتئین‌های کپسید و سپس انجام همان کاوش پیشین در همان محدوده بسامدهای متوسط، دریافته‌اند که ظرفیت ویروس‌ها تغییر می‌کند که این نشان‌دهنده وابستگی ظرفیت ویروس‌ها به این پروتئین‌هاست



شکل ۳

تأثیر سم دیازینون بر میزان آنتی اکسیدان کاتالاز بافت کبد ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*)

ویدا کرامتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم
شهلا جمیلی، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران



چکیده

سم ارگانو فسفره دیازینون به طور وسیعی در بخش کشاورزی و به خصوص مزارع برنج استان های شمالی کشور مورد استفاده قرار می گیرد و هر سال حجم قابل توجهی از آن به حوزه آبی دریای خزر وارد می شود. در این تحقیق تغییرات فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانی کاتالاز در کبد ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*) با میانگین وزنی 7 ± 1 گرم بعد از قرار دادن ماهیان در معرض غلظت های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میکروگرم در لیتر سم دیازینون ۶۰ درصد، در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعت در درجه حرارت 22 ± 1 درجه سانتی گراد و شرایط کیفی قابل قبول آب مورد مطالعه قرار گرفت. در ابتدا غلظت کشنده در ۹۶ ساعت سم بر ماهیان تعیین شد (۹۶ LC₅₀: ۴.۵ ppm). برای انجام آزمایش اصلی ۳ تیمار هر یک با سه تکرار دارای ۱۰ عدد ماهی کلمه در داخل آکواریوم های ۸۰ لیتری طراحی شد و یک تیمار هم به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد (فاقد سم دیازینون). نتایج اندازه گیری فعالیت کاتالاز در کبد ماهیان مورد آزمایش با کیت مخصوص، تفاوت معنی داری بین تیمارهای دارای سم دیازینون و تیمار شاهد نشان نداد ($p > 0.05$). همچنین منحنی های رگرسیونی، همبستگی معنی داری را بین افزایش غلظت سم و تغییرات آنزیم کاتالاز نشان ندادند. نتایج نشان دادند که در غلظت مشابه، میزان فعالیت کاتالاز در زمان ۲۴ ساعت به طور معنی داری بالاتر از زمان های ۴۸ و ۹۶ ساعت بود ($p > 0.05$). در مجموع نتایج ارتباط خاصی را بین غلظت های مورد آزمایش سم دیازینون و تغییرات آنزیم کاتالاز را در کبد ماهی کلمه نشان ندادند، که احتمال دارد پارامترهایی نظیر عملکرد ترکیبی آنزیم های آنتی اکسیدانی، واکنش تخصصی آنزیم ها در برابر انواع خاص آلاینده ها را، واکنش های سریع و فازهای واکنش حاد و سازگاری آنتی اکسیدان ها در برابر آلودگی و بروز واکنش آنتی اکسیدانی در اندام هدف از دلایل به دست آمدن این نتایج باشند.

کلیدواژه ها: کاتالاز، آنتی اکسیدان، ماهی کلمه، *Rutilus rutilus*.

بررسی توان آللوپاتیک اسانس اندام سویی علف هرز از مک (*Cardaria draba*) بر خصوصیات جوانه زنی و رشد گیاهچه علف هرز تاج خروس

لیلا شیرزاده ینگ آباد

دبیر زیست شناسی و مربی دانشگاه پیام نور واحد شاهین دژ
کارشناس ارشد فیزیولوژی گیاهی
yahoo.com@Shirzadeh1355



(*Cardaria draba*) نشان داد که تعداد ۳۴ ترکیب در آن وجود داشت که مهم ترین آن ها Hexa tridecane به مقدار ۲۸/۵ درصد، Dodecane به مقدار ۱۳/۴۱ درصد، Nonane به مقدار ۹،۰۶ و He Ptan به مقدار ۸/۴۸ درصد. بیشترین درصد ترکیبات شناسایی شده مربوط به ۷۵/۶۴ درصد آلکان ها، هیدروکربورها و بقیه مربوط به ترپن ها، الکل ها و اسید های آلی و مشتقات فوران است که در مجموع ۸۷/۱۷ درصد اسانس را تشکیل می دهند.

کلیدواژه ها: اسانس، آللوپاتیک، علف هرز.

صابر نیک سیرت

کارشناس ارشد زیست‌شناسی گرایش میکروبی‌شناسی
دبیر شاغل در شهرستان خلخال، استان اردبیل

چکیده

اسپورهای گونه‌های باسیلوس و کلوستریدیوم به‌طور طبیعی بیشتر از ۱۰ درصد ($\geq 10\%$) وزن خشک خود حاوی پیریدین ۲، ۶-دی‌کربوکسیلیک اسید (دی‌پیکولینیک اسید) (DPA) هستند. این ترکیب در آخرین مرحله اسپورسازی، در سلول مادری که در حال تبدیل به سلول اسپور است، ساخته می‌شود؛ اما تنها در فوراسپور در حال رشد ذخیره می‌شود. بیشترین میزان DPA اسپور در هسته آن بوده که با کاتیون‌های دوظرفیتی چلاته شده است. این کاتیون‌ها عمدتاً Ca^{++} و مقدار قابل توجهی Mg و Mn و مقدار کمی کاتیون‌های دوظرفیتی هستند. DPA در طول فاز تأخیری اسپورسازی توسط یک قسمت از مسیر بیوسنتز لیزین ساخته می‌شود. یک مرحله در این مسیر توسط دی‌هیدرو دی پیکولینات سنتتاز (DHDPA سنتتاز) کاتالیز می‌شود که توسط $dapA$ کد می‌شود. در این مطالعه اثر استرس‌های محیطی بر میزان تولید DPA در *B. subtilis* PTCC۱۰۲۳ و *B. cereus* PTCC۱۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

دوسویه *B. subtilis* PTCC۱۰۱۵ و *B. cereus* PTCC۱۰۱۵، از طریق سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی، پژوهشکده بیوتکنولوژی مرکز کلکسیون قارچ و باکتری‌های صنعتی ایران تهیه گردید. ترکیبات شیمیایی لازم مانند، آسکوربیک اسید، فروس سولفات آمونیوم و دیگر محلول‌ها و محیط‌های کشت مصرفی در این آزمایش شامل، BHI و TSA، NB و NA بوده که همگی از شرکت مرک (Merck) تهیه شده بودند. بعد از کشت یک‌شبه باکتری‌ها در محیط پایه نوترینت برات، برای آزمایش رنگ‌سنجی دی پیکولینیک اسید موجود در اسپورها از روش جانسن و همکاران استفاده شد. با اضافه کردن محلول‌های فوق، رنگ سریع تشکیل می‌شود و جذب نوری در ۴۴۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید؛ سپس میزان غلظت DPA با کمک منحنی استاندارد به‌دست آمد.

یافته‌ها

نتایج نشان داد که با افزایش میزان نمک و محیط اسیدی، میزان تشکیل DPA در سویه‌های سویتیلیس و سرئوس پایین می‌آید. اما در pH قلیایی، در محدوده ۸-۱۰، میزان تشکیل DPA بیشتری را نشان می‌دهد. همچنین در محیط استرسی اتانول در محدوده ۵۵-۵۰ درصد کاهش چشمگیری داشت و در دمای ایتیموم $30^{\circ}C$ میزان تشکیل DPA نسبت به شاهد بیشتر بود. با افزایش دما تا $90^{\circ}C$ ، به‌دلیل کاهش تولید سلول در مرحله لگاریتمی، میزان تولید DPA هم کمتر می‌شود.

نتیجه‌گیری

درک جامع از فاکتورهای استرسی نه‌تنها برای فیزیولوژی باکتری‌ها، برای مقایسه ژنومی، آنالیز پروتئومیکس (نقشه پروتئینی)، سم‌شناسی مولکولی، بیماری‌زایی و کنترل عامل بیماری‌زا در صنعت مواد غذایی مهم و ضروری است.

کلیدواژه‌ها: فاکتورهای استرسی، دی‌پیکولینیک‌اسید،
Bacillus cereus PTCC۱۰۱۵

هدف

شناسایی اسانس‌ها، با توجه به کاربرد متعدد آن‌ها و ترکیبات موجود در آن‌ها، در امور خاصی مانند صنایع غذایی، صنایع دارویی و بهداشتی، و امور پزشکی و تجاری حائز اهمیت است. در عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی، مواد آنتی‌اکسیدان وجود دارند که می‌توانند مانع از ایجاد استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون چربی شوند. بیماری‌های مختلف مانند دیابت، بیماری‌های قلب و عروق، انواع سرطان‌ها و غیره در ارتباط مستقیم با افزایش رادیکال‌های آزاد و استرس اکسیداتیو هستند. اجرای این پژوهش با این اهداف صورت گرفته است.

۱. بررسی میزان بازده اسانس سه‌گونه *Echinophora cinerea* (فداله)، *Vitex pseudo-negundo* (پنج انگشت)، *Satureja macrocephala* (مرزه گل درشت) در اندام‌های مختلف.
۲. مطالعه و بررسی ترکیبات شیمیایی و درصد آن‌ها در اسانس سه‌گونه مورد مطالعه.

روش

اندام‌های هوایی گونه‌های مورد مطالعه جمع‌آوری شدند و از آن‌ها به روش تقطیر با آب اسانس‌گیری شد؛ سپس اسانس حاصل در دستگاه GC و GC/MS مورد تجزیه و شناسایی قرار گرفت.

یافته‌ها و نتایج

در اسانس گونه *Satureja macrocephala* ترکیبات بنزن ۱- متوکسی (۲۰/۴٪)، بیسیکلو ۲ و ۲ و ۱ هپتان ۲- ال (۱۷/۳۴٪)، بورنئول (۱۴/۹۹٪) و آلفا پینن (۱۱/۳٪)، از ترکیبات اصلی آن بودند و همچنین آلفا فلاندرین (۵۱/۶۷٪)، آلفا پینن (۵۱/۱۶٪)، بنزن ۱- متیل ۲- (۱- متیل اتیل) (۱۵/۵٪)، بتا فلاندرین (۹/۶٪) و سابینن (۷/۸۱٪)، از ترکیبات اصلی *Echinophora cinerea* هستند. در *Vitex pseudo-negundo*، ۲ و ۶ تری متیل بیسیکلو هپتا ۲- ان (۳۹/۹۵٪)، ۱ و ۸- سینئول (۱۶/۷٪)، لیمونن (۱۲/۷٪)، فنول بیس ۱ و ۱- دی متیل اتیل (۹/۰۷٪) و وریدفلولور (۸/۳۲٪)، از ترکیبات اصلی است. نتایج حاصل نشان داد که اغلب عصاره‌های اتانولی، اثرات آنتی‌اکسیدانی قوی‌تری نسبت به اسانس دارند. مقایسه نتایج حاصل از این بررسی در مورد شناسایی مواد تشکیل‌دهنده اسانس اندام‌های مختلف، شباهت‌ها و تفاوت‌هایی را نشان می‌دهد؛ به‌طوری که بعضی از این ترکیبات در اندام‌ها به‌طور مشترک مشاهده می‌شوند؛ اما درصد آن‌ها متغیر است، در حالی که بعضی ترکیبات در یک اندام شناسایی و در اندام دیگر شناسایی نشده‌اند.

پی‌نوشت‌ها

۱. اکباتان همدانی سعیده: کارشناس ارشد فیزیولوژی گیاهی
۲. دکتر حمزه امیری: مدیر گروه زیست‌شناسی دانشگاه لرستان
۳. دکتر حسن احمدوند: مدیر گروه بیوشیمی دانشگاه علوم پزشکی لرستان

۱. تعداد زیادی مقاله برای چاپ رسیده است که شماری از آنها را برای بررسی و ویرایش انتخاب کرده‌ایم. تا اگر از این فرایندها موفق بیرون آیند و غیرقابل ویرایش تشخیص داده نشوند، به‌دست چاپ و انتشار سپرده شوند. در همان حال، دست از تعدادی دیگر از مقالات کشیده‌ایم و آنها را کنار گذاشته‌ایم. قبلاً مکرراً نوشته‌ایم که چاپ نشدن برخی مقالات الزاماً به‌علت کاستی‌های آن نیست، بلکه ای بسا مقاله‌هایی که خوب نوشته شده‌اند و ارزشمندند، اما محتوای آنها برای اکثریت مخاطبان این نشریه که عمدتاً معلمان زیست‌شناسی کشور هستند، چندان مناسب نیست. متأسفانه برخی مقالات هم به‌علت همراه نداشتن شکل‌ها و تصویرهای مناسب و قابل چاپ کنار گذاشته می‌شوند. در اینجا به بررسی چند مقاله رسیده می‌پردازیم که کنار گذاشته شده‌اند. سعی کرده‌ایم علت دست شستن از آنها را هم به اختصار بنویسیم. هدف از این کار علاوه بر خبررسانی به نویسندگان یا مترجمان آنها، توضیح کاستی‌های برخی مقالات رسیده برای نویسندگان یا مترجمان تازه‌کاری است که می‌خواهند آثار خود را در این مجله به چاپ برسانند.

یک نکته مهم: شمار اندکی از همکاران نوشته‌هایی را برای چاپ می‌فرستند که قبلاً روی صفحه‌های اینترنتی موجود بوده‌اند. چنین کاری نه تنها مطابق با معیارهای اسلامی، اخلاقی و انسانی نیست، بلکه در درجه اول موجب از دست رفتن اعتبار خود آنان می‌شود. بدیهی است اعتماد به کسی که دست به چنین کاری زده است، کاهش می‌یابد و ممکن است بر داوری آثار بعدی او هم مؤثر باشد. حالا، درباره برخی از مقالات رسیده:

● **شکل‌های «مقایسه روبان‌زایی در گیاهان دو لپه و گیاهان تک‌لپه»** از منابع فارسی گرفته شده‌اند، کیفیت مناسب ندارند و قابل چاپ هم نیستند. در ضمن منابع متن نامشخص‌اند و ارجاع مناسب ندارند.

● **مقاله «ژن درمانی (Gene Therapy)»** عیناً از سایت‌های اینترنتی رونویسی شده است. بنابراین مردود است.

● **مقاله «سلول‌های بنیادی»** تکراری است. یعنی مشابه آن در سراسر مطبوعات و وب‌های فارسی یافت می‌شود. در ضمن بیش از حد طولانی است و شکل‌های نامناسب دارد.

● **مقاله‌های «اسفنج‌های تزریقی»، «حیات در سیاره مریخ**

(بهرام)» و «سپر دفاعی مرگ سلول‌های ایمنی بدن در برابر بیماری خودایمنی» خبرهای کهنه شده کوتاهی هستند که انتشار آنها در اولویت نیست.

● **مقاله‌های «دیواره سلول گیاهی» و «نانوبیوتکنولوژی»** مطالب جدید، خاص یا متفاوتی که قابل چاپ باشد ندارند.

● **«دیستروفی عضلانی دوشن»** از ویکی پدیای فارسی کپی شده است.

● **مقاله «مطالعه روش‌های تعیین عمر جانوران با کمک مواد رادیواکتیو از دیدگاه بیوفیزیک و نقش آن در تکامل»** عیناً از صفحات اینترنتی از جمله وبگاه رشد کپی شده است.

● **مقاله «گردو»** کپی نوشته‌های یک وبلاگ فارسی است.

● **مقاله «تب دانگی»** موضوع جالب و مرتبط با اهداف مجله ندارد. به‌علاوه، مقاله‌ای مفصل‌تر از آن در این باره روی ویکی پدیای فارسی موجود است.

● **مقاله «کم‌خونی فقر آهن در دانش‌آموزان و پیامدهای آن»** برخلاف عنوان جالب آن، محتوای جالب و پراهمیتی ندارد و به‌علاوه بیش از حد ساده است و متناسب با مخاطبان مجله نیست.

● **مقاله‌های «آللوپاتی و نقش مواد آلوکمیکال در کنترل علف‌های هرز» و «فتوسنتز و تنش آب»** دو چکیده‌اند که کار تحقیقاتی نیستند و معلوم نیست چرا ارسال شده‌اند.

● **مقاله‌های «تغییرات غشا در سلول‌های سرطانی» و «نقش و اهمیت ضرورت مصرف کروم سه‌ظرفیتی برای بیماران دیابتی نوع (۲)»** بیش از حد تخصصی‌اند و متناسب با انتظارات مخاطبان مجله نیستند.

● **مقاله «چگونه می‌توانیم کلاسی جذاب داشته باشیم»** عمومی است و برای مجله رشد معلم مناسب‌تر است.

● **مقاله «جداسازی و تخلیص پروتئین پلاسمایی نوع A از سرم خانم‌های باردار در پایان سه‌ماهه سوم»** بیش از حد تخصصی است.

● **مقاله «کاربرد نانوفناوری در بیوتکنولوژی و مهندسی»** فقط دو منبع فارسی دارد.

● **هر کدام از مقالات «تغییر رنگ و ریزش برگ‌ها»، «مسیر پاسخ به نور مشابه در انسان و گیاه» و «حرکت روزنه‌ها»** فقط یک منبع دارند، آن هم صفحه‌ای اینترنتی فارسی است که محتوای آنها با محتوای مقالات متفاوت است.

● **مطلب مقاله «فیتواستروژن‌های گیاه بابونه و تأثیر پذیری بدن انسان نسبت به آنها»** بیش از حد نیاز مخاطبان مجله

تخصصی است.

● مقاله‌های «ویژگی‌های اکولوژیک و خواص دارویی گیاه آلوه‌ورا»، «زراعت زعفران»، «کشت قارچ»، «بیماری فاویسم» متناسب با مخاطبان این مجله نوشته نشده‌اند.

۲. شماری از مقالات هنوز در دست بررسی‌اند. برخی از این مقالات در شماره‌های آینده به چاپ خواهند رسید و برخی دیگر ممکن است به علت تراکم نوشته‌های رسیده بخت انتشار نیابند. در هر حال فعلاً لازم است رسید آنها را اعلام کنیم. اگر عجله دارید و می‌خواهید زودتر از انتشار فصلی این مجله از نتیجه بررسی آگاه شوید، گاه و بی‌گاه به وبلاگ مجله به این نشانی سر بزنید:

<http://roshdmag.ir/weblog/zistshenasi>

وامانوشته‌های رسیده یا به بیان دیگر مقالات وارده:

- استراتژی مدیریت اثرات سوء توریسم بر اکوسیستم‌ها، علی اصغر رحیم‌زاده پور بناب
- تنوع پمپ‌های غشایی در سلول‌های گیاهی، ژیلارحیمی
- سیستمین پروتئازهای گیاهی، ژیلارحیمی
- فیتوکروم و کنترل نوری نمو گیاه، ژیلارحیمی
- سپر دفاعی مرگ سلول‌های ایمنی در برابر بیماری خودایمنی، سیدجمال مساوات
- انتقال پروتئین در کلروپلاست، رضا نصرآبادی
- کم‌خونی داسی شکل و مقاومت به مالاریا، جلال عیسی‌خواجه
- سازمان‌یابی دیواره در قارچ‌ها، دکتر فریبا رضانی ویشکی
- در جست‌وجوی رمز آغازین، بهارک بلالایی
- چگونگی تنظیم فعالیت سلول‌های بنیادی در مریستم انتهایی ساقه،
- حذف آلاینده‌های محیط به کمک گیاهان (Phytoremediation)، هاجر بخشی‌پور میانه
- جنسیت در ماهیان، سیدمرتضی ابراهیم‌زاده
- توسعه جزایر مصنوعی در سواحل جنوبی خلیج فارس و تأثیر آن بر محیط زیست خلیج فارس و برهم‌ریختن نظام اکولوژیک، مریم سازمند
- تنوع گونه‌های گیاهی، تولیدکنندگی، پایداری زیستگاه‌ها و اجتماعات زیستی، ابادر اسماعیلی
- پلاسمودسما، نسرین شیرالی‌پور
- پروتئومیکس چیست؟، زهرا حسینی
- بیوانفورماتیک، لیلا جمشیدپور
- بررسی خواص آنتی‌باکتریال و پروتئازی گیاه گوشت‌خوار

نپنتس، منیر چنگیزی، صبا کریمان

● آغازیان قارچ‌مانند (کپک‌مانند) یا کپک‌های لزج (Slime molds)، یحیی یآوری

● بیوتکنولوژی امروز و نگاهی به آینده در پزشکی، حسن پاکزی

● تشریح چشم گاو، عزیز عذار و ژاله احمدی

● مقایسه عملکرد ژنوم میتوکندری در گیاهان، قارچ‌ها و جانوران، مرضیه امینی

● گرده‌افشانی، پریسا یارمحمدی‌سامانی

۳. یک پیشنهاد که از سوی یکی از خوانندگان مجله رسیده است:

... حدود دو ماه پیش که به وبسایت مجله رشد آموزش زیست‌شناسی مراجعه کردم با این خبر روبه‌رو شدم که شماره ۹۰ مجله برخلاف شماره‌های گذشته که در ۶۴ صفحه منتشر می‌شدند، به علت گرانی کاغذ در ۴۸ صفحه منتشر شده است. ناراحت شدم. چون مشاهده کردم که تنها مجله آموزش زیست‌شناسی مناسب برای دبیران زیست‌شناسی و حتی دانش‌آموزان به تدریج تعداد صفحاتش کاهش می‌یابد و به دنبال آن مطالب ارائه شده در آن هم کم می‌شود. این کاهش در درازمدت تأثیر خوبی نخواهد داشت و معلوم نیست این مشکل کاغذ در آینده حل شود (که امیدوارم بشود).

بنابراین، به نظر اینجانب! بهتر است که از روش جایگزین استفاده کرد و همان‌طور که همه کارها به‌صورت الکترونیک انجام می‌شود (از جمله کتاب‌های الکترونیک) مجلات هم به‌صورت الکترونیک تهیه شوند به این صورت که با توجه به مطالبی که قرار است در مجلات فهرست شوند نرم‌افزاری مخصوص طراحی شود در ضمن برای جلوگیری از کپی و سوءاستفاده‌های احتمالی آن از روش‌های امنیتی استفاده شود. این روش چند مزیت دارد:

- صرفه‌جویی در مصرف کاغذ و هزینه‌های مربوط به آن (مثل چاپ و هزینه پستی)

- تکثیر به میزان انبوه، حمل و نقل آسان
- گنجاندن مطالب بیشتر و داشتن عکس‌ها و شکل‌ها به‌صورت رنگی

- قرار دادن فیلم‌های آموزشی (نحوه انجام فعالیت‌های پژوهشی و آزمایشگاهی، شیوه فعال تدریس، جشنواره الگوی برتر تدریس و غیره)

امیدوارم مجله رشد آموزش زیست‌شناسی همچنان پیشرو در گام‌های نو و جدید باشد.

گیتی بلالی دهکردی، دبیر زیست‌شناسی ناحیه ۲ شهرکرد



با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های رشد توسط دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وابسته به وزارت آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شود.

مجله‌های دانش‌آموزی

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

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

رشد نوآموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره آموزش ابتدایی)

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

رشد نوجوان (برای دانش‌آموزان دوره آموزش متوسطه اول)

رشد جوان (برای دانش‌آموزان دوره آموزش متوسطه دوم)

مجله‌های بزرگسال عمومی

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

♦ رشد آموزش ابتدایی ♦ رشد آموزش متوسطه ♦ رشد تکنولوژی آموزشی

♦ رشد مدرسه فردا ♦ رشد مدیریت مدرسه ♦ رشد معلم

مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی تخصصی

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

- ♦ رشد برهان آموزش متوسطه اول (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره متوسطه اول)
- ♦ رشد برهان آموزش متوسطه دوم (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره متوسطه دوم)
- ♦ رشد آموزش قرآن ♦ رشد آموزش معارف اسلامی ♦ رشد آموزش زبان و ادب فارسی ♦ رشد آموزش هنر ♦ رشد آموزش مشاور مدرسه ♦ رشد آموزش تربیت بدنی ♦ رشد آموزش علوم اجتماعی ♦ رشد آموزش تاریخ ♦ رشد آموزش جغرافیا ♦ رشد آموزش زبان ♦ رشد آموزش ریاضی ♦ رشد آموزش فیزیک ♦ رشد آموزش شیمی ♦ رشد آموزش زیست‌شناسی ♦ رشد آموزش زمین‌شناسی ♦ رشد آموزش فنی و حرفه‌ای و کار و دانش ♦ رشد آموزش پیش دبستانی

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

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

♦ تلفن و نمابر: ۰۲۱ - ۸۸۳۰۱۴۷۸

پاسخ سردبیر

از پیشنهاد شما سپاسگزاریم، برای انجام آن تلاش خواهیم کرد. در ضمن ملاحظه می‌کنید که از این شماره بار دیگر مجله در ۶۴ صفحه منتشر خواهد شد.

۴. در پی درج مقاله «تشریح مغز در کارگاه رایانه» در صفحات ۲۴ تا ۲۹ شماره ۹۰ (بهار ۱۳۹۲) همکار گرامی آقای بهمن فخریان نقد مکملی بر این مقاله نوشته‌اند که از نظر شما می‌گذرد:

مغز

در مورد تشریح مغز موارد زیر قابل ذکر است:
بهرتر است مغز را قبل از تشریح به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت در محلول فرمالدئید ۵ تا ۱۰ درصد قرار داد. محلول‌های موجود در آزمایشگاه معمولاً ۳۶٪ است که باید آن را ۴ بار رقیق کرد. استفاده از محلول غلیظ فرمالدئید باعث اذیت دانش‌آموزان و تشریح‌کننده می‌شود.

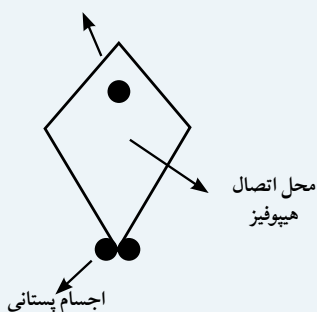
قبل از تشریح نیز باید حداقل ۶ ساعت مغز را در آب قرار داد تا بوی آن از بین برود و پوست دست آسیب نبیند. البته توصیه می‌شود از دستکش استفاده شود.

همه بخش‌های مغز درون کاسه سر (جمع‌جمه) قرار دارند که ۸ استخوان دارد. بخش پشتی به سمت استخوان سقف جمع‌جمه (۶ عدد) و بخش شکمی به سمت کف جمع‌جمه (۲ عدد) قرار می‌گیرند، یعنی بخش شکمی به سمت استخوان پروانه‌ای و پرویزی است.

• بررسی مغز در سطح شکمی

در تشریح مغز گوسفند معمولاً هیپوفیز مشاهده نمی‌شود. بخش لوزی‌مانندی در زیر کیاسما دیده می‌شود به نام جسم

جسم خاکستری



محل اتصال
هیپوفیز

اجسام پستانی



حماسهٔ سیاسی و حماسهٔ اقتصادی برگ اشتراک مجله‌های رشد

نحوهٔ اشتراک:

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

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

♦ نام مجلات در خواستی:

نام و نام خانوادگی:
 تاریخ تولد: ♦ میزان تحصیلات:
 تلفن:
 نشانی کامل پستی:
 استان: شهرستان: خیابان:
 شمارهٔ فیش بانکی: مبلغ پرداختی:
 پلاک: شمارهٔ پستی:

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

امضا:

- نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱
- وبگاه مجلات رشد: www.roshdmag.ir
- اشتراک مجله: ۰۲۱-۷۷۳۳۶۶۵۶/۷۷۳۳۵۱۱۰/۷۷۳۳۹۷۱۳-۱۴

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

خاکستری که وسط آن محل اتصال هیپوفیز است و خود آن بخشی از هیپوتالاموس است. در رأس پائینی آن دو برآمدگی به نام اجسام پستانی قرار دارد.

در زیر جسم خاکستری شیار پیشین قرار دارد که دو طرف آن مغز میانی نام دارد. پل مغزی شبیه یک پل از روی شیار پیشین عبور می‌کند.

... و اما دربارهٔ مقاله «تشریح مغز در کارگاه رایانه» این موارد قابل ذکرند:

- تصاویر استفاده شده مربوط به مغز گاو است در صورتی که در قسمت وسایل و مواد لازم به مغز گوسفند اشاره شده است.

- اسلاید شماره ۳- سطح شکمی است در حالی که در پانویس شکل سطح پشتی نوشته شده است.

- در اسلاید شماره ۳- محل کیاسما و هیپوفیز درست نشان داده نشده است، همچنین به نیمکره‌های مخ و مغز میانی اشاره نشده است.

- در شماره ۷ گفته شده است که مثلث مغزی را از طول می‌بریم و آن را خارج می‌کنیم. خارج کردن مثلث مغزی با یک برش انجام نمی‌شود. خارج کردن مثلث مغزی حداقل در ۳ برش در اضلاع مثلث انجام می‌شود. در تشریح مغز اصلاً مثلث مغزی را خارج نمی‌کنند. در اسلاید ۷ مثلث مغزی خارج شده نشان داده شده است در صورتی که پیکان رابط پیشین را نشان می‌دهد که بعد از برش مثلث مغزی در جلوی تالاموس‌ها مشخص است.

- پردهٔ سپتوم بین رابط پینه‌ای و رابط مثلثی شکل قرار دارد که جداکنندهٔ بطن‌های جانبی است به آن اشاره‌ای نشده است در ضمن با خارج کردن مثلث مغزی پردهٔ سپتوم را دیگر نمی‌توان دید.

- در شماره ۱۰ نوشته شده است که از سوند استفاده شده است. استفاده از سوند شکل مجرای سیلویوس را به هم می‌ریزد. فقط با ایجاد برش در وسط برجستگی‌های چهارگانه مسیر آن را به خوبی مشخص می‌کند.

- به بطن III که در زیر رابط مثلثی و بالای تالاموس‌ها قرار دارد، اشاراتی نشده است.

- کانال سیلویوس رابط بین بطن III و IV است.

- در اسلاید ۹- تالاموس‌ها اشتباهاً نامگذاری شده‌اند. محل تالاموس‌ها در جلوی مجرای سیلویوس است. در صورتی که در این اسلاید در عقب مجرا نشان داده شده است.