



رشد

آموزش

زیست‌شناسی ۸۹

فصل‌نامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌سانی ■ دوره بیست‌وششم ■ شماره ۲ ■ زمستان ۱۳۹۱



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

مدیر مسئول: محمد ناصری
سرمدیر: محمد کرام‌الدینی
مدیر داخلی: الهه علوی
هیئت تحریریه (به ترتیب الفبا):
دکتر عباس اخوان‌سیاهی، سید علی آل‌محمد،
دکتر علیرضا ساری، نظام جلیلیان،
الهه علوی، دکتر شهریار غریب‌زاده و
دکتر حسین لاری یزدی
طراح گرافیک: فریبا بندی
نشانی پستی دفتر مجله:
تهران، صندوق پستی: ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
تلفن: ۰۹-۸۸۸۳۱۱۶، داخلی ۲۷۷

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

یادداشت سردبیر / فرهنگ علمی / سردبیر ۲

کتاب‌ها / تداخل آب میوه گریپ فروت با برخی داروها / نظام جلیلیان ۴

کتاب‌ها / واکسن‌هایی برای سرطان / مژگان عباسی ۶

کتاب‌ها / موجودات زنده تغییر می‌کنند / آفاق علوی، مجتبی نعمتی ۱۰

گفت‌وگو / حس می‌کنم به خدا نزدیک تر شده‌ام / محمد کرام‌الدینی ۱۸

کتاب‌ها / گیرنده‌های حسی رطوبتی، گرمایی و مکانیکی بندپایان / غلامرضا مقدسی ۲۲

کتاب‌ها / تولید مثل ماهیان / سیدمرتضی ابراهیم‌زاده ۲۶

نویس / فیلولوژی و رسم ساده درخت تکاملی / مسیح شرافتیان ۲۸

پهلوها / محمدبن زکریای رازی پزشک تجربه‌گرا / محمدعلی ابوعلی ۳۰

مهیض زیست ایران / پدروس دراکولای کوچک / علی اصغر موسوی کیا ۳۳

پهلوها / پاکسازی زیستی خاک‌های آلوده به نفت / حمیده حیدری، زهرا حسینی ۳۶

کتاب‌ها / کاربرد ریزجلبک‌ها در تولید سوخت‌های زیستی / هاجر بخشی‌پور ۴۳

کتاب‌ها / فراصوت کاربردها و اثرهای آن بر بدن / فهیمه دهقان ۴۸

کتاب‌ها / نقش اپوپتوز در سرطان پروستات / سعید پیرمرادی ۵۲

گزارش / علم آموزی به شیوه کاوشگری / غزاله نعمت‌اللهی ۵۴

مراهای / نژاد انسانی / غزاله نعمت‌اللهی ۵۷

تازه و نوآوری / ۵۹

پایان / پنج‌نامه یک دبیر زیست‌شناسی ۶۱

معرض کتاب / ۶۲

پهلوها / ۶۴

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



عقاب طلایی Aquila chrysaetos
عکس از حسن مقیمی

فرهنگ علمی

خوش بود گر محک تجربه آید به میان
تا سیه روی شود هر که در او غش باشد

لسان الغیب

۱. اگر چه ما با حروف الفبای عربی می‌نویسیم و در نوشتار و گفتار از واژه‌های عربی به فراوانی استفاده می‌کنیم، اما زبان‌های فارسی و عربی دو ریشه کاملاً مجزا و ناهم‌اند دارند. زبان فارسی شاخه‌ای از زبان‌های هند و اروپایی است که دامنه آن‌ها از زبان باستانی سانسکریت در هندوستان تا زبان‌های منقرض شده و امروزی اروپایی گسترش دارد. در حالی که زبان عربی یکی از زبان‌های سامی است و با زبان‌هایی مانند عبری، آشوری، بابلی و آرامی که زبان مردم بین‌النهرین در عصر باستان حضرت عیسی مسیح (ع) بود، هم‌خانواده است.

ما واژه‌های بسیاری را از زبان عربی به وام گرفته‌ایم و به کار می‌بریم، اما شگفت است که برخی واژه‌ها در زبان‌های فارسی و عربی معانی کاملاً متفاوت دارند، مثلاً واژه «کثافت» در فارسی به معنی «ناپاکی» به کار می‌رود، اما در عربی به معنی «تراکم و چگالی» است؛ مثلاً اعراب «تراکم جمعیت» را «کثافة سكانية» می‌گویند.

بی‌گمان تبادل واژه‌ها بین زبان‌های مختلف پدیده‌ای رایج است و به همین علت هم مثلاً عرب‌ها به عکس ما «تقویم» را «روزنامه» و «قانون اساسی» را «دستور» می‌گویند که این دو از هزاران واژه فارسی دخیل در عربی‌اند.^۱

یکی دیگر از واژه‌هایی که در فارسی و عربی مفاهیم و معانی متفاوت دارد، واژه «حصبه» است. «حصبه» در زبان فارسی نوعی بیماری رودهای است که تیفوئید هم نامیده می‌شود، در حالی که

منظور از «حصبه» در زبان عربی نوعی بیماری است که ما آن را «سرخک» می‌نامیم.

بنابراین، چاره‌ای نیست جز آن که کتاب معروف «الجدری و الحصبه» را «آبله و سرخک» ترجمه کنیم، آن‌گونه که دکتر محمود نجم‌آبادی انجام داده و ترجمه این مهم‌ترین کتاب پزشکی جهان اسلام را همراه با حواشی و ملحقاتی در سال ۱۳۴۴ از طریق انتشارات دانشگاه تهران منتشر کرده است.

کتاب «الجدری و الحصبه» یکی از مهم‌ترین کتاب‌های پزشکی جهان و یکی از حدود دویست رساله‌ای است که محمدبن زکریای رازی به رشته تحریر درآورده است. چند صفحه از این شماره به معرفی این کتاب اختصاص دارد.

۲. اهمیت محمدبن زکریای رازی در پیشبرد علم و نشر آن فقط به علت کثرت و تنوع آثار تألیفی او نیست، بلکه نبوغ، اندیشه‌ها، منش و شخصیت علمی او در اثرهایی که این بزرگ مرد تاریخ علم اسلامی پدید آورده مؤثر بوده‌اند. او علاوه بر کارهای برجسته‌ای که در علوم مختلف، از جمله پزشکی و شیمی انجام داده، شخصیت علمی والاّی نیز داشته است.

رازی فقط کاشف الکل و سولفوریک اسید یا فقط پیشگام شناخت ایمنی اکتسابی به شمار نمی‌رود، بلکه پزشکی نوآور و مبتکر و تجربه‌گرا نیز محسوب می‌شود. او آن‌چنان که رسم دانشمندان و علم‌ورزان امروزی است، تقلید کورکورانه از گفته‌ها و نوشته‌های پیشینیان را روا نمی‌دانست و با اندیشه‌ها و روش‌های دانشمندان پیشین نقادانه برخورد می‌کرد.

۳. نقد کردن، نقدپذیری و به طور کلی تفکر نقادانه از صفات

الصرورها فان اس... سنة وادرك الاسلام خزيمة محمد بن ابي
روسة واصحابها واعطى منها اواعر من الفحل وادعوه
فاليوم وادرك الفحل الرضا الله

سأوه في الرابع
في سنة من حلة الدرر و...
واعام ما كثر الامام...
الاصح والاهل المصنف...
والسجادة...

في سنة من حلة الدرر المظلم
الاصح والاهل المصنف...
والسجادة...



از ویژگی‌های آن همکاری توأم با رقابت است. ای بسا دانشمندانی که کارهای دیگر دانشمندان را به قصد افزایش دقت و موشکافی آثار علمی مطالعه و نتایج حاصل را منتشر می‌کنند. تلاش در تکرار آزمایش‌های دیگران، به منظور افزایش درستی و دقت، در میان دانشمندان مرسوم است. در دنیای علم دانشمندان بسیاری به علت نقد کردن کارهای همکاران خویش و وسواس در مورد شواهد و نتایج به مقام‌های علمی دست یافته‌اند. دنیای علم دنیای نقد و موشکافی است و محمدبن زکریای رازی یکی از دانشمندان و علم‌ورزان راستین جهان اسلام بود. چند صفحه از این شماره زمستانی را به معرفی این بزرگ مرد اختصاص داده‌ایم. زمستان‌تان بهار باد.

محمد کرام‌الدینی

نقد کردن، نقدپذیری و به‌طور کلی تفکر نقادانه از صفات کسانی است که در راه علم گام برمی‌دارند. این ویژگی‌ها همراه با ویژگی‌های دیگر فرهنگ علمی سبب ایجاد کیفیت خودپیش‌رونده و خود اصلاح‌کننده علم می‌شوند

کسانی است که در راه علم گام برمی‌دارند. این ویژگی‌ها همراه با ویژگی‌های دیگر فرهنگ علمی سبب ایجاد کیفیت خودپیش‌رونده و خود اصلاح‌کننده علم می‌شوند.

دانشمندان همواره از تجربه‌های خود و نیز از تحقیقات دانشمندان دیگر سود می‌برند و درس می‌گیرند. آنان تنگ‌چشمی و خودمحوری در محیط علم را نمی‌پسندند، بلکه به کار گروهی و احترام به اندیشه‌ها و عقاید دیگر همکاران خود باور دارند و لذا به تبادل اطلاعات علمی با یکدیگر می‌پردازند، چون معتقدند که کار علمی کاری گروهی است و

پی‌نوشت

۱. در کتاب «الكلمات فارسية في المعاجم العربية» حدود ۳ هزار واژه عربی که از زبان فارسی به عربی راه یافته‌اند، فهرست و شرح داده شده‌اند. مؤلف این کتاب دکتر جهینه نصر علی و تاریخ نشر سال ۲۰۰۲ است.



تداخل

آب میوه گریپ فروت با برخی داروها

نظام جلیلیان

دبیر زیست‌شناسی، خرمشهر
دانشجوی دکتری بیوشیمی، دانشگاه تربیت مدرس

کلیدواژه‌ها: آنزیم سیتوکروم p450، آنزیم CYP3A4، فلودیپین، کامفرول، نارنگینین، کاپسیتابین، لواستاتین، P- گلیکوپروتئین.

مقدمه

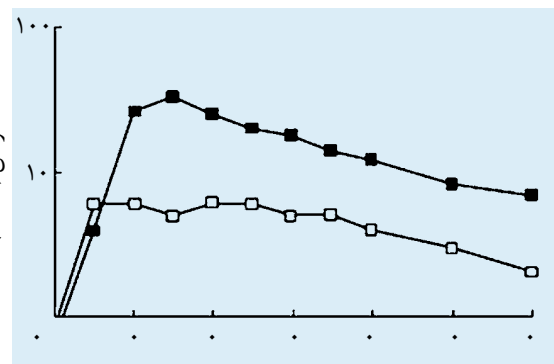
درخت گریپ‌فروت^۱ دورگه‌ای از خانواده مرکبات است که از آمیزش پرتقال با پامیلو^۲، که از مرکبات بومی جنوب شرق آسیاست، پدید آمده است. آب میوه گریپ‌فروت دارای خواص ضدعفونی‌کننده، آنتی‌اکسیدان، کاهنده فشار خون، ضدالتهاب، ضدسرطان، کاهنده وزن بدن و کاهنده کلسترول خون است. اما در آب گریپ‌فروت ترکیباتی نیز وجود دارد که موجب مهار آنزیم‌های متابولیزه‌کننده داروها می‌شوند. بنابراین، مصرف همزمان گریپ‌فروت به همراه برخی داروها موجب بروز مشکلاتی می‌شود. در این مقاله به اختصار به چگونگی تداخل گریپ‌فروت با برخی داروها می‌پردازیم.

مهار آنزیم سیتوکروم p450

متابولیسم بیش از ۵۰ درصد داروها توسط ایزوفرمی از آنزیم سیتوکروم p450 موسوم به CYP3A4 انجام می‌شود. این ایزوفرم در کبد و سلول‌های پوششی روده یافت می‌شود. در گریپ‌فروت ترکیباتی همچون برگاموتین^۳، برگاپتن^۴ و برگاپتول^۵ وجود دارد که موجب مهار CYP3A4 روده‌ای می‌شوند. بسیاری از داروها در گام اول توسط این ایزوفرم متابولیزه می‌شوند و مقدار کمی از آن در اختیار سلول‌ها قرار می‌گیرد. «مصرف همزمان آب گریپ‌فروت به همراه داروهایی که توسط CYP3A4 روده‌ای متابولیزه می‌شوند، موجب می‌شود مقدار بیشتری از آن دارو در دسترس سلول‌ها قرار گیرد. با توجه به این که بسیاری از داروها در غلظت‌های زیاد به صورت سمی عمل می‌کنند، بنابراین مهار این آنزیم

می‌تواند عوارض جانبی زیادی برجای بگذارد و در روند درمانی اختلال ایجاد کند». محققان در آزمایشی تأثیر مصرف گریپ‌فروت بر متابولیسم فلودیپین^۶ را که از داروهای کاهنده فشار خون است مورد بررسی قرار داده‌اند. در حالت عادی، ۷۰ درصد داروی مصرفی توسط CYP3A4 روده‌ای

تجزیه می‌شود و پس از تأثیر CYP3A4 کبدی ۱۵ درصد دارو در اختیار سلول‌ها قرار می‌گیرد؛ اما با مصرف آب گریپ‌فروت، فقط ۱۰ درصد دارو در روده تجزیه می‌شود، زیرا توسط ترکیبات موجود



غلظت فلودیپین پلاسما
زمان (ساعت)

شکل ۱، تأثیر آب گریپ‌فروت بر غلظت پلاسما فلودیپین، مصرف یک قرص ۵ میلی‌گرمی با آب خالص (مربع‌های توخالی) و با ۲۵۰ میلی‌لیتر آب گریپ‌فروت (مربع‌های توپر)، در حالت اخیر ممکن است غلظت دارو در خون تا پنج برابر افزایش یابد.

مثال	نوع دارو
felodipine (Plendil), nifedipine (Procardia), nimodipine (Nimotop), nisoldipine (Sular), isradipine (DynaCirc)	کاهنده فشار خون
terfenadine (Seldane), diphenhydramine (Benadryl), astemizole (Hismanal)	آنتی‌هیستامین
saquinavir (Invirase), zalcitabine (Hivid), didanosine (Videx), zalcitabine (Hivid), zalcitabine (Hivid)	مهارکننده پروتئاز HIV
triazolam (Halcept), midazolam (Versed), diazepam (Valium), zaleplon (Sonata), alprazolam (Xanax)	داروهای عصبی
cyclosporine (Sandimmune), tacrolimus (Prograf), sirolimus (Rapamune), mercaptopurine	داروهای سرکوبگر دستگاه ایمنی
simvastatin (Zocor), Lovastatin (Mevacor), atorvastatin (Lipitor)	داروهای کاهنده کلسترول خون
Ergotamine, amitriptyline, nimodipine, Fluvoxamine	داروهای ضد میگرن

سطح CYP3A4 روده‌ای که توسط آب گریپ‌فروت مهار شده باشد، پس از ۷۲ ساعت به حالت عادی برمی‌گردد. بنابراین برای اجتناب از تداخل آب گریپ‌فروت با برخی داروها، حداقل سه روز قبل از شروع دوره درمانی باید از مصرف آب گریپ‌فروت پرهیز کرد.

مهار استرازاها

برخی داروها به صورت پیش‌سازهای غیرفعال^۷ مصرف می‌شوند. تعدادی از این داروها پس از مصرف، تحت تأثیر آنزیم‌های

استرازی فعال می‌شوند، آب گریپ‌فروت با داشتن ترکیبات فلاونوئیدی خاصی کامفرول^۸ و نارنگینین^۹ آنزیم‌های استرازی را مهار می‌کنند و بدین ترتیب مانع از فعال شدن این داروها در بدن می‌شوند. برای نمونه، داروی ضدسرطان کاپسیتابین^{۱۰} به صورت غیرفعال مصرف می‌شود و در بدن طی سه مرحله واکنش

آب گریزی را که وارد سلول‌های پوششی روده می‌شوند، مجدداً به فضای درونی روده برمی‌گرداند. بنابراین، داروهایی که دارای خاصیت آب گریزی هستند، پس از ورود به سلول‌های پوششی روده مجدداً توسط این انتقال‌دهنده غشایی به فضای درونی روده دفع می‌شوند. این امر موجب کاهش جذب دارو و در نتیجه کاهش غلظت آن

در خون می‌شود. برخی ترکیبات موجود در آب گریپ‌فروت این انتقال‌دهنده را نیز مهار می‌کنند و بدین ترتیب موجب افزایش غلظت

دارو در خون می‌شوند.

در جدول زیر نام برخی از داروهایی که مصرف آن‌ها تحت تأثیر گریپ‌فروت قرار می‌گیرند، ذکر شده است.

با توجه به توضیحات داده شده و با عنایت به این که متابولیسم بیش از ۵۰ درصد داروها توسط CYP3A4 روده‌ای انجام می‌شود و فقط مصرف ۱۲۰ cc آب گریپ‌فروت می‌تواند این آنزیم را مهار کند، لازم است که در هنگام مصرف یک دارو به تداخل آن با آب گریپ‌فروت و حتی میوه‌هایی همچون توت‌فرنگی و پرتقال توجه و در این زمینه حتماً با پزشک خود مشورت کنیم.

پی‌نوشت

1. Citrus X paradisi
2. pummelo
3. bergmottin

بسیاری از داروها در غلظت‌های زیاد به صورت سمی عمل می‌کنند

آنزیمی به داروی فعال ۵-فلورورابین تبدیل می‌شود. یک مرحله توسط آنزیم کربوکسیل استراز و دو مرحله دیگر توسط آنزیم‌های سیتیدین دامیناز و تیمیدین فسفریلاز انجام می‌شود. آب گریپ‌فروت با مهار آنزیم کربوکسیل استراز مانع از فعال شدن این داروی ضدسرطان و در نتیجه اختلال در روند شیمی‌درمانی می‌شود. «لواستاتین»^{۱۱} نیز که از داروهای کاهنده کلسترول خون است توسط CYP3A4 روده‌ای و استرازاها متابولیزه می‌شود. مصرف آب گریپ‌فروت به همراه این دارو می‌تواند موجب افزایش پانزده برابری آن در خون شود.^{۱۲}

مهار انتقال‌دهنده غشایی در روده

در غشای سلول‌های پوششی روده نوعی انتقال‌دهنده وجود دارد که P-گلیکوپروتئین^{۱۳} نامیده می‌شود. این انتقال‌دهنده، مولکول‌های

4. bregapten
5. bergapton
6. felodipine
7. prodrug
8. kaempferol
9. naringenin
10. Capectitabine
11. lovastatin
12. P- glycoprotein (Pgp)

منابع

1. Chuang LU and Albert. P. LI. Enzyme inhibition in druge discovery and development. Copyright 2010 by John Wiley & Sons, Inc.
2. Hitomi Takanga and et al. Pharmacokinetic analysis of felodipine - grapefruit juice interaction based on irreversible enzyme inhibition model. 2000 Blackwell Science Ltd Br J Clin Pharmacol, 49, 49-58.
3. David G baily and et al. Grapefruit juice-interactions. Brj clin pharmacol 1998: 46: 101- 110.
4. de Castro WV, Mertens- Talcott S, Derendorf H, Butterweek V. Grapefruit juice- drug interactions: Grapefruit juice and its components inhibit P- glycoprotein (ABC1) mediated transport of talinolol in Caco - 2 cells. J Pharm Sci. 2007 Oct; 96 (10): 2808-17.
5. Hanley MJ, Cancalon P, Widmer WW, Greenblatt DJ. The effect of grapefruit juice on drug disposition. Expert Opin Drug Metab Toxicol. 2011 March; 7 (3): 267- 286.
6. http://en.wikipedia.org/wiki/Grapefruit_drug_interactions.
7. Ping Li, Patrick S. Esterase Inhibition by Grapefruit Juice Flavonoids Leading to New Drug Interaction. DRUG METABOLISM AND DISPOSITION 2007, Vol. 35, No.7

واکسن‌هایی برای سرطان

اشاره این مقاله با توجه به مبحث ایمنی کتاب درسی زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۱ و خودآزمایی‌های آن نوشته شده است.

مقدمه
امروزه سه روش درمانی استاندارد برای مقابله با سرطان وجود دارد. جراحی یا برداشتن تومور، شیمی‌درمانی که سلول‌های سرطانی را به کمک داروها تغییر می‌دهند و اشعه‌درمانی که سلول‌های سرطانی را توسط پرتوهای ایکس با انرژی بالا از بین می‌برند. ایمنی‌درمانی چهارمین روش درمانی است که شامل واکسن‌های سرطان است و هنوز در مرحله جمع‌آوری اطلاعات است، هر چند که تعداد معدودی واکسن نیز به بازار آمده است. هدف از این مقاله بررسی انواع واکسن‌های سرطان، چگونگی عملکرد آن‌ها، امیدواری‌ها، موانع و مشکلات رو در رو است.

کلیدواژه‌ها: سرطان، واکسن‌های سرطان، دستگاه ایمنی، ایمنی‌درمانی.

شود یا از بازگشت سرطان جلوگیری شود یا سلول‌های سرطانی که توسط روش‌های درمانی دیگر از بین نرفته‌اند، حذف شوند. در اینجا منظور از واکسن ضدسرطان، بررسی واکسن‌های درمانی است. توسعه واکسن‌های کارای درمانی سرطان، مستلزم فهم دقیق چگونگی میان کنش سلول‌های سرطانی و سلول‌های دستگاه ایمنی است. سلول‌های سرطانی را به اندازه میکروب‌ها، خطرناک یا خارجی تشخیص نمی‌دهد و بنابراین حمله‌ای قوی علیه سلول‌های سرطانی تدارک نمی‌بیند. چندین عامل ممکن است باعث شوند دستگاه ایمنی به راحتی سلول‌های سرطانی در حال رشد را برای تخریب مورد هدف قرار ندهد. مهم‌ترین آن‌ها این است که سلول‌های سرطانی علاوه بر آنتی‌ژن‌های سرطانی خاص، آنتی‌ژن‌های خودی عادی را حمل می‌کنند. به علاوه، سلول‌های سرطانی بعضی اوقات از تغییرات ژنتیک تبعیت می‌کنند که ممکن است منتهی به حذف آنتی‌ژن‌های خاص سرطانی شوند. سرانجام، سلول‌های سرطانی می‌توانند پیام‌هایی شیمیایی تولید کنند که پاسخ‌های ایمنی ضد توموری سلول‌های T کشنده را مهار کنند. در نتیجه، حتی وقتی دستگاه ایمنی سرطان در حال رشد را به عنوان تهدید شناسایی می‌کند،

سهمیم در بروز سرطان را هدف قرار می‌دهند و شبیه واکسن‌های سنتی‌ای هستند که از بیماری‌های عفونی مانند سرخک یا فلج اطفال ممانعت می‌کنند. هر دو واکسن‌های سنتی و پیشگیرانه سرطان براساس آنتی‌ژن‌هایی عمل می‌کنند که توسط عوامل عفونت‌زا حمل می‌شوند و به نسبت، شناسایی آن‌ها به عنوان بیگانه برای دستگاه ایمنی آسان است. دو نوع واکسن پیشگیرانه در ایالات متحده مورد تأیید قرار گرفته و در دسترس‌اند. یکی علیه ویروس پاپیلوما انسانی (HPV) که از سرطان‌های عمدتاً تناسلی جلوگیری می‌کند و دیگری واکسنی علیه ویروس هپاتیت ب (HBV) است که ممکن است خطر سرطان کبد را کاهش دهد. این واکسن‌ها سلول‌های سرطانی را مورد حمله قرار نمی‌دهند، بلکه فقط ویروس‌هایی را که سبب این بیماری‌ها هستند، هدف قرار می‌دهند.

۲. واکسن‌های درمانی^۲ که قصدشان درمان سرطان موجود یا قوت بخشیدن به دفاع طبیعی بدن علیه سرطان است. هدف آن است که رشد سلول‌های سرطانی به تأخیر بیفتد یا متوقف شود یا تومور کوچک

واکسن چیست
واکسن‌ها داروهایی هستند که تقویت‌کننده توانایی طبیعی دستگاه ایمنی برای محافظت بدن در مقابل مهاجمان خارجی و عموماً عوامل عفونت‌زایی هستند که سبب بیماری می‌شوند. دستگاه ایمنی مجموعه‌ای از اندام‌ها، بافت‌ها و سلول‌های تخصص یافته‌ای است که مجموعاً به دفاع بدن کمک می‌کنند.

توسعه واکسن‌های کارای درمانی سرطان، مستلزم فهم دقیق چگونگی میان کنش سلول‌های سرطانی و سلول‌های دستگاه ایمنی است

واکسن سرطان چیست
واکسن‌ها داروهایی‌اند که به رده‌ای از مواد که «تغییردهنده‌های پاسخ زیستی» نام دارند، تعلق دارند. این مواد با تحریک یا بازگردانی توانایی دستگاه ایمنی در جنگ با عفونت‌ها یا بیماری‌ها عمل می‌کنند. دو نوع واکسن سرطان وجود دارد.

۱. واکسن‌های پیشگیرانه^۱ که قصدشان ممانعت از بروز و توسعه سرطان در افراد سالم است. این واکسن‌ها عوامل عفونی مسبب یا



به واکسن‌هایی که براساس آنتی‌ژن عمل می‌کنند، آن است که چون همه آنتی‌ژن‌های سرطانی هنوز کشف نشده‌اند، استفاده از کل سلول توموری ممکن است بدن را در معرض انواع بسیاری آنتی‌ژن‌های سرطانی، حتی آنهایی که هنوز شناخته نشده‌اند، قرار دهد. دو نوع اساسی واکسن‌های سلول توموری، اتولوگ‌ها و آلوژنیک‌ها هستند.

۱. الف - واکسن‌های سلول توموری اتولوگ

این واکسن‌ها از سلول‌های توموری کشته شده‌ای که از فرد گرفته شده‌اند و بعداً مورد استفاده قرار می‌گیرند، تهیه می‌شوند. به عبارت دیگر سلول‌های فرد در طی جراحی برداشته شده و واکسن در آزمایشگاه از روی آن ساخته می‌شود و سپس سلول‌ها دوباره به بدن او بازگردانده می‌شوند. سلول‌های سرطانی اتولوگ ممکن است مدت کوتاهی بعد از جراحی دوباره تزریق شوند یا ممکن است در آزمایشگاه رشد داده شوند، منجمد شوند و بعداً داده شوند. سلول‌های تومور اتولوگ به کمک روش‌های گوناگونی همچون تشعشع، استفاده از میتوماکسین C، انجاماد و سپس ذوب و یا تیمار گرمایی غیرفعال شوند. البته چنین تیماری ممکن است به‌طور شیمیایی آنتی‌ژن‌های تومور را تغییر دهد و کارایی واکسن را کم کند. گرچه واکسن‌های سلول توموری امیدوارکننده‌اند اما هنوز چندین اشکال بالقوه در آنها وجود دارد. تهیه یک واکسن جدید و منحصر به فرد برای هر بیمار گران تمام می‌شود.

سلول‌های سرطانی تمایل به جهش (تغییر) در طول زمان دارند، بنابراین واکسن توموری اتولوگ ممکن است کارایی کمتری داشته باشد.

بسته به جراحی و اندازه تومور (ها) ممکن است بدن فرد به اندازه کافی سلول‌های قابل استفاده برای تهیه واکسن نداشته باشد یا ممکن است برای درمان مجدد، در صورت رشد دوباره سرطان، کافی نباشند. بیان آنتی‌ژن ممکن است از محلی به

در جست‌وجو و حمله به هر سلول دیگری با این آنتی‌ژن‌ها که هنوز در بدن وجود دارند، برمی‌آید. از آنجا که آنتی‌ژن‌ها اغلب آن قدر قوی نیستند که پاسخ ایمنی مؤثری ایجاد کنند، ترکیباتی به نام ادجوانت‌ها را با واکسن‌های درمانی همراه می‌کنند تا پاسخ ایمنی را تقویت کند. ادجوانت‌های استفاده شده برای واکسن‌های سرطان از منابع مختلفی به دست می‌آیند. بعضی میکروب‌ها مانند BCG که به‌عنوان واکسن علیه بیماری سل به کار می‌رود،

می‌توانند به‌عنوان یک ادجوانت عمل کنند. از مواد تولیدی توسط باکتری‌ها، مانند

Detox B نیز به کرات استفاده می‌شود. محصولات زیستی مشتق شده از جانداران غیرمیکروبی نیز کاربرد دارند؛ مانند KLH که پروتئین درستی است و توسط جانوری دریایی تولید می‌شود. حتی بعضی مواد غیرزیستی مانند نوعی روغن امولسیونه شده می‌تواند به‌عنوان ادجوانت موجب افزایش تحریک پاسخ ایمنی شوند. سیتوکاین‌های طبیعی یا مصنوعی نیز در این مورد کاربرد دارند. سیتوکاین‌ها به‌طور طبیعی توسط گلبول‌های سفید

برای تنظیم و عملکرد درست پاسخ‌های ایمنی تولید می‌شوند. بعضی سیتوکاین‌ها فعالیت سلول‌های B و T کشنده را افزایش می‌دهند، در حالی که

بعضی دیگر فعالیت این سلول‌ها مهار می‌کنند. سیتوکاین‌ها معمولاً در واکسن‌های درمانی سرطان یا همراه با اینترلوکین ۲، اینترفرون آلفا و مواردی از این نوع وارد می‌شوند. در برخی گونه‌های جدیدتر این واکسن‌ها، سلول‌هایی سرطانی به کار می‌روند که به سلول‌های دندردیتی جوش خورده‌اند تا دستگاه ایمنی را بیشتر تحریک کنند. مزیت واکسن‌های سلول توموری نسبت

سرطان ممکن است از حمله قوی دستگاه ایمنی بگریزد.

تولید واکسن‌های درمانی مؤثر بسیار مشکل‌تر از واکسن‌های پیشگیرانه است. برای کارا بودن این واکسن‌ها باید به دو هدف رسید. اول، باید مانند واکسن‌های سنتی و پیشگیرانه سرطان، پاسخ‌های ایمنی اختصاصی را علیه هدف درستی تحریک کنند. دوم، باید پاسخ ایمنی به اندازه کافی قوی باشد تا بر موانعی که سلول‌های سرطانی

تولید واکسن‌های درمانی مؤثر مشکل‌تر از واکسن‌های پیشگیرانه است

برای حفاظت از خودشان در مقابل سلول‌های B و T ایجاد می‌کنند، غلبه کند. در آمریکا نمونه‌ای از این نوع واکسن‌ها علیه سرطان متاستازی پروستات مورد تأیید قرار گرفته است. این گروه از واکسن‌ها انواع مختلف دارند و به روش‌های مختلف تهیه می‌شوند.

واکسن سلول تومور

این واکسن‌ها از سلول‌های واقعی توموری ساخته شده‌اند که طی جراحی برداشته

دستگاه ایمنی اغلب سلول‌های سرطانی را به اندازه میکروب‌ها، خطرناک یا خارجی تشخیص نمی‌دهد و بنابراین حمله‌ای قوی علیه سلول‌های سرطانی تدارک نمی‌بیند

می‌شوند. سلول‌ها در آزمایشگاه معمولاً با اشعه تیمار می‌شوند و توانایی تومورزایی ندارند. در اغلب موارد پزشکان نیز سلول‌ها را با روش‌های خاصی، اغلب با افزودن مواد شیمیایی یا ژن‌ها جدید تغییر می‌دهند تا آن‌ها را در مقابل دستگاه ایمنی به عوامل بیگانه شبیه‌تر کنند. سپس این سلول‌ها را به بیمار تزریق می‌کنند. دستگاه ایمنی آنتی‌ژن سطح سلول‌ها را شناسایی می‌کند و سپس

محل دیگر متفاوت باشد. سلول‌های جدا شده از ندول‌ها در یک محل ممکن است همان آنتی‌ژن‌های توموری را در محل متاستازی دیگر نداشته باشند. به علت چنین مشکلاتی، محققان به دنبال راه‌های دیگری برای تولید واکسن‌های سلول‌های توموری که بتوانند در هر بیماری با آن نوع خاص سرطان مقابله کنند، هستند.

۱. ب- واکسن‌های سلول توموری آلوژنیک^۳

این واکسن‌ها سلول‌های نوع خاصی از سرطان را که منشأ آن از فرد دیگری (نه خود بیمار) است مورد استفاده قرار می‌دهند. تهیه این واکسن‌ها نسبت به گروه قبلی آسان‌تر است. سلول‌های واکسن در آزمایشگاه از یک مخزن سلول‌های سرطانی که برای این منظور در آزمایشگاه کشت داده شده‌اند، تهیه می‌شوند. در بعضی واکسن‌های توموری آلوژنیک مخلوطی از سلول‌ها که از چندین بیمار تهیه شده‌اند، استفاده می‌شود. سلول‌های تیمار شده معمولاً با یک یا چند ادجوانت تزریق می‌شوند. سلول‌های توموری گرفته شده از تومورهای متفاوت می‌توانند طیفی از آنتی‌ژن‌های مختلف را فراهم کنند.

۲. واکسن‌های آنتی‌ژنی

واکسن‌های آنتی‌ژنی، در مقایسه با سلول‌های توموری که ممکن است چندین هزار آنتی‌ژن داشته باشند، دستگاه ایمنی بدن را با استفاده از تنها یک یا تعداد معدودی آنتی‌ژن تقویت می‌کنند. آنتی‌ژن‌هایی که استفاده شده‌اند، شامل پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، گلیکوپروتئین‌ها و گانگلیوزیدها (ترکیب لیپید و پروتئین) هستند. واکسن‌های آنتی‌ژنی ممکن است

برای نوع خاصی سرطان اختصاصی باشند اما مانند واکسن‌های اتولوگ، برای یک شخص منفرد نیستند. دانشمندان می‌دانند چگونه به تولید انبوه آنتی‌ژن‌ها در آزمایشگاه بپردازند. آنان همچنین می‌توانند این آنتی‌ژن‌ها را تغییر دهند تا توسط دستگاه ایمنی آسان‌تر شناسایی شوند. این روش جدید به معنای آن است که مقادیر زیادی از این آنتی‌ژن‌های خاص می‌توانند به بسیاری از بیماران داده شوند. برخی از آنتی‌ژن‌ها موجب می‌شوند که تنها به نوع خاصی از سرطان‌ها پاسخ ایمنی داده شود، در حالی که بقیه واکنش‌های ایمنی را نسبت به بیش از یک نوع سرطان برمی‌انگیزانند. دانشمندان اغلب ترکیب چندین نوع آنتی‌ژن را در یک واکنش قرار می‌دهند تا به پاسخ ایمنی قوی‌تری دست یابند.

۳. واکسن‌های سلول دندریتی

سلول‌های دندریتی گروهی از لوکوسیت‌های خاص و عرضه‌کننده آنتی‌ژن^۴ (APC) هستند که در شناسایی سلول‌های سرطانی به دستگاه ایمنی کمک می‌کنند. آن‌ها سلول‌های سرطانی را به اجزای کوچک‌تری (من جمله آنتی‌ژن‌ها) تقسیم می‌کنند و سپس آن‌ها را به‌عنوان آنتی‌ژن به سلول‌های T عرضه می‌دارند. این موجب می‌شود که سلول‌های ایمنی آنها را آسان‌تر شناسایی و به آن‌ها حمله کنند. سلول‌های دندریتی

مؤثرترین سلول‌های عرضه‌کننده آنتی‌ژنی شناخته شده‌اند. واکسن‌های سلول‌های دندریتی، واکسن‌های اتولوگ‌اند (از فرد تحت درمان تهیه می‌شوند) و برای هر شخص به‌طور مجزا استفاده می‌شوند و فرایند تهیه آن‌ها پیچیده و گران‌قیمت است. پزشکان بعضی از سلول‌هایی را که به صورت دندریتی درخواهند آمد، از خون جدا و در آزمایشگاه تیمار می‌کنند. آن‌ها را چندین برابر می‌کنند و تبدیل به سلول‌های دندریتی می‌کنند.

این امر موجب می‌شود تعداد زیادی سلول دندریتی داشته باشیم، در مقایسه با زمانی که فقط از سلول‌های جدا شده از بیمار، بهره می‌برند. سپس سلول‌های دندریتی در معرض سلول‌های سرطانی یا آنتی‌ژن‌های سرطانی قرار می‌گیرند. روش دیگر آن است که ژن‌های آن‌ها را تغییر می‌دهند تا اینکه آنتی‌ژن‌های خودشان را بسازند، یا اینکه سلول‌های دندریتی را با سلول‌های توموری تلفیق کنند. این روش‌ها منتهی به ایجاد سلول‌های دندریتی با آنتی‌ژن سرطانی در سطح خود می‌شوند. سپس سلول‌های دندریتی مجدداً به بیمار تزریق می‌شوند. سلول‌های دندریتی که بر سطح خود آنتی‌ژن سرطانی دارند و همچنین سلول‌های سرطانی که آن آنتی‌ژن را بر سطح خود دارند، بهتر توسط دستگاه ایمنی بیمار مورد شناسایی و تخریب قرار می‌گیرند. واکسن سلول دندریتی در آزمایشگاه روی جانوران و بعضی مطالعات انسانی امیدوارانه نشان داده است.

۴. واکسن‌های آنتی‌ادیوتایپ^۵

هر سلول B یا پلاسمایی فقط یک نوع پادتن می‌سازد. بخش انحصاری هر نوع پادتن نیز آدیوتایپ نامیده می‌شود. پادتن‌ها زمانی ساخته می‌شوند که دستگاه ایمنی به آنتی‌ژن‌ها پاسخ می‌دهد. البته دستگاه ایمنی، پادتن‌هایی نیز می‌سازد که دو برابر دیگر پادتن‌ها مثل آنتی‌ژن عمل می‌کنند. به عبارت دیگر، بدن پادتن‌هایی علیه پادتن‌های دیگر می‌سازد. دانشمندان معتقدند این پادتن‌های علیه پادتن در کمک به حفظ دستگاه ایمنی در نظارت کردن خود مهم‌اند. پادتن و آنتی‌ژن مانند قفل و کلید، مکمل هم هستند، بنابراین، پادتن نسبت به یک آیدیوتایپ خاص از پادتن دیگر (آنتی آیدیوتایپ) معمولاً شبیه یک آنتی‌ژن به نظر می‌رسد که سلول‌ها را تحریک و وادار به تولید پادتن در وهله اول می‌کند (مثل استفاده از خود قفل برای ساختن کلید اضافی)، از آنجا که پادتن‌های آنتی-آیدیوتایپ شبیه آنتی‌ژن و بیگانه به‌نظر می‌رسند، تزریق آن‌ها به بدن موجب می‌شود دستگاه ایمنی

واکسن‌های آنتی‌ژنی، در مقایسه با سلول‌های توموری که ممکن است چندین هزار آنتی‌ژن داشته باشند، دستگاه ایمنی بدن را با استفاده از تنها یک یا تعداد معدودی آنتی‌ژن تقویت می‌کنند

به آنتی ادیوتایپ همراه با آنتی ژن خودشان حمله کند. دانشمندان می‌توانند این آنتی-ادیوتایپ‌ها را در آزمایشگاه بسازند. آن‌ها می‌توانند به عنوان بخشی از واکسن سرطان استفاده شوند، زیرا شبیه آنتی ژن‌های سطح اول سرطانی در بدن بیمارند و بنابراین می‌توانند پاسخ ایمنی را علیه سرطان‌های خاص برانگیزانند.

۵. واکسن‌های DNA

وقتی سلول‌های توموری یا آنتی ژن‌ها به‌عنوان واکسن به درون بدن تزریق می‌شوند، می‌توانند در ابتدا سبب پاسخ ایمنی مطلوبی بشوند اما در گذر زمان ممکن است کارایی‌شان کم شود. این به علت آن است که دستگاه ایمنی آن‌ها را به‌عنوان خارجی می‌شناسد و به‌زودی آن‌ها را از بین می‌برد. دستگاه ایمنی اغلب بدون هیچ تحریک بیشتری به حالت فعالیت معمول (پیش از واکسن) برمی‌گردد. برای رفع این مشکل، دانشمندان به دنبال راهی بوده‌اند که یک آنتی ژن رسانی مداوم فراهم کنند، تا پاسخ ایمنی همیشه وجود داشته باشد. DNA ماده‌ای است که رمز ژنتیک پروتئین‌هایی که توسط سلول‌ها ساخته می‌شوند را داراست. می‌توان قطعاتی از DNA را که رمز آنتی ژن پروتئین‌ها را دارا

وقتی سلول‌های توموری یا آنتی ژن‌ها به‌عنوان واکسن به درون بدن تزریق می‌شوند، می‌توانند در ابتدا سبب پاسخ ایمنی مطلوبی بشوند اما در گذر زمان ممکن است کارایی‌شان کم شود

هستند، به سلول‌ها تزریق کرد. این DNA ممکن است توسط سلول‌ها گرفته شود و آن‌ها را وادار به ساختن آنتی ژن‌های بیشتری کند. این نوع درمان به نام واکسن‌های دی.ان.آی خوانده می‌شود. دانشمندان ممکن است بتوانند این عمل را با کمک حذف بعضی از سلول‌های فرد و تیمار کردن آن‌ها با دی.ان.آی که برای آنتی ژن خاص رمزدهی می‌کند و سپس برگرداندن سلول‌ها به درون بدن انجام دهند. سلول‌های تغییر یافته آنتی ژن را

براساس یک الگو به‌طور مداوم می‌سازند و به پاسخ ایمنی قوی کمک می‌کنند. همچنین از RNA هم استفاده می‌شود که به‌عنوان اسید نوکلئیک برهنه استفاده می‌شود یا درون یک ویروس بی‌خطر جای می‌گیرد، توسط سلول گرفته می‌شود و شروع به تولید آنتی ژن‌های خاص سرطانی می‌کند.

۶. واکسن‌هایی براساس وکتور

این واکسن‌ها از دستگاه‌های خاصی به نام وکتور استفاده می‌کنند تا مؤثرتر واقع شوند و در واقع آن‌ها گونه‌ جدایی از واکسن‌ها نیستند. برای مثال، هم واکسن‌های آنتی ژنی و هم واکسن‌های دی.ان.آی می‌توانند براساس وکتور باشند. وکتورها ویروس‌های خاص، باکتری‌ها، سلول‌های مخمر با دیگر ساختارهایی هستند که می‌توانند برای حمل آنتی ژن یا دی.ان.آی به درون بدن مورد استفاده قرار گیرند. وکتورها اغلب اجرایی هستند که دستکاری شده‌اند تا نتوانند در بدن موجب بیماری شوند. وکتورها ممکن است به چند علت برای تهیه واکسن مفید باشند. اول اینکه می‌توانند برای حمل بیش از یک آنتی ژن سرطانی در یک زمان مورد استفاده قرار گیرند که در این صورت دستگاه ایمنی بدن را احتمالاً بیشتر تقویت می‌کنند.

دوم، وکتورهایی مانند ویروس‌ها و باکتری‌ها پاسخ‌هایی علیه خودشان نیز ممکن است برانگیزانند که می‌تواند پاسخ ایمنی کلی را قوی‌تر کنند و سرانجام، این واکسن‌ها می‌توانند آسان‌تر و ارزان‌تر نسبت به واکسن‌های دیگر تهیه شوند.

اثرهای جانبی واکسن‌های درمانی سرطان

واکسن‌های تهیه شده برای ممانعت یا درمان سرطان به نظر برتری‌هایی مصنوعیتی در مقایسه با واکسن‌های سنتی دارا هستند. اما به هر حال اثرهای جانبی آن‌ها می‌توانند

بسته به فرمولاسیون و از فردی به فرد دیگر متفاوت باشد. بیشترین اثر جنبی گزارش شده التهاب در محل تزریق، شامل قرمزی، درد، تورم، گرمای پوست، خارش و گاه‌گاهی بروز دانه قرمز است. گاه مردم علائمی شبیه آنفلوآنزا را بعد از دریافت واکسن سرطانی نشان می‌دهند. که علائمی چون تب، لرز، ضعف، گیجی، حالت تهوع یا استفراغ، درد عضلانی، خستگی، سردرد و گاه‌گاهی مشکلات تنفسی است. همچنین ممکن است بر فشار خون اثر گذارد. واکسن‌ها مانند هر داروی دیگر مؤثر بر دستگاه ایمنی می‌توانند سبب اثرهای معکوسی شوند که تهدیدکننده زندگی‌اند. برای مثال واکنش‌های حساسیتی شدید به محتویات واکسن‌های خاص متعاقب واکسیناسیون روی داده است. البته چنین واکنش‌هایی بسیار نادرند.

روش‌های تلفیقی

در پاسخ به این سؤال که آیا استفاده از واکسن‌های درمانی سرطان را می‌توان با روش‌های درمانی دیگر تلفیق کرد، محققان نظر مثبتی دارند. طی چندین مطالعه، پیشنهاد شده است که واکسن‌های درمانی واقعی که با روش‌های درمانی دیگر ترکیب شوند، ممکن است مؤثرتر واقع شوند و حتی در مطالعاتی بالینی دیده شده است که کارایی درمان سرطان را بالا برده‌اند. مثلاً مشاهده شده است که حذف تومور به کمک جراحی اثر سودبخشی واکسن را، بالا می‌برد. امروزه، حتی بعضی محققان درصدد پاسخ به سؤال‌هایی مانند این‌اند که استفاده از واکسن درمانی سرطان قبل یا بعد یا همزمان با شیمی‌درمانی، در چه زمانی مناسب‌تر و کاراتر است.

چه تحقیقات دیگری در راه‌اند

گرچه محققان بسیاری از آنتی ژن‌های همراه سرطان را شناسایی کرده‌اند، ولی ظرفیت این مولکول‌ها به‌طور وسیعی برای تحریک پاسخ ایمنی قوی ضدسرطانی متفاوت است. محدوده عمده تحقیق برای گسترش واکسن‌های سرطانی در راستای

اشاره

امروزه، تغییر موجودات زنده نزد دانشمندان و نیز مردم غیر دانشمند موضوعی بدیهی و پذیرفته شده است. بی گمان همه ما در طول حیاتمان با گیاهان و جانورانی سر و کار داریم که از اصلاح گونه‌های قبلی به وجود آمده‌اند. سبزیجات، میوه‌ها، دام‌ها و جانوران اهلی اصلاح شده، ساده‌ترین شواهد تغییر در موجودات زنده‌اند. این نوشته پژوهش‌های تخصصی و نویسی را که در این زمینه به دست آمده‌اند، در پانزده قطعه معرفی می‌کند.

موجودات زنده تغییر می‌کنند

ترجمه: آفاق علوی، مجتبی نعمتی

کلیدواژه‌ها: تکامل نهنگ‌ها، تکامل تترابودها، تکامل همراه، انتخاب طبیعی.

و بنابراین اثر بخشی واکسن‌های درمانی را بالا می‌برند. در پایان باید گفت با اینکه واکسن‌های مورد تأیید چندانی تولید نشده‌اند و حتی بعضی به عدم کارایی واکسن‌ها علیه سرطان باور دارند، اما بسیاری دانشمندان نیز امیدوارانه در تلاش‌اند تا واکسن‌های درمانی برای سرطان‌هایی

همچون ملانوما، کولورکتال، ریه، پستان، لوسمی، پروستات، کلیه و مانند آن‌ها را تهیه و روانه بازار کنند. به امید آن روز.

فهم بهتر اینکه چگونه سلول‌های سرطانی دستگاه ایمنی را دستکاری می‌کنند، می‌تواند منتهی به توسعه داروهای جدیدی شود که آن فرایندها را مهار و بنابراین اثربخشی واکسن‌های درمانی را بالا می‌برند

واکسن‌های تهیه شده برای ممانعت یا درمان سرطان به نظر برتری‌هایی مصونیتی در مقایسه با واکسن‌های سنتی دارا هستند اما به هر حال اثرهای جانبی آن‌ها می‌توانند بسته به فرمولاسیون و از افرادی به فرد دیگر متفاوت باشد

پی‌نوشت

1. Preventive (or prophylactic) vaccines
2. Treatment (or therapeutic) vaccines
3. Allogeneic tumor cell vaccines
4. Antigen-presenting cells
5. Anti-idiotype vaccines

منابع

1. Philippe Moingeon. Cancer Vaccines. Vaccine. 19 (2001) 1305- 1326
2. Stefan Hockertz. Present and future od cancer vaccines. Toxicology 214 (2005) 151-161
3. <http://www.cancer.gov/cancertopics/factsheet/Therapy/cancer-vaccines> 2011
4. [http://www.cancer.org/Treatment/Treatmentsand Side Effects/Treatment Types/ Immunotherapy/ immunotherapy-cancer-vaccines](http://www.cancer.org/Treatment/TreatmentsandSideEffects/TreatmentTypes/Immunotherapy/immunotherapy-cancer-vaccines) Last Revised: 08/23/2011

شناخته شده ایجاد کنند و دیگری توسعه روش‌هایی است که توانایی آنتی‌ژن‌های سرطانی را برای تحریک دستگاه ایمنی بالا می‌برند. تحقیق دیگری نیز در دست بررسی است. برای تعیین آن که چگونه آنتی‌ژن‌های چندگانه را می‌توان با یک واکسن درمانی منفرد ترکیب کرد تا پاسخ

ایمنی بهینه ضدسرطانی ایجاد شود. شاید امیدوارانه‌ترین تحقیق درک بهتر سازوکار زیستی نهفته در چگونگی میان کنش سلول‌های ایمنی و سلول‌های سرطانی باشد. در این زمینه فناوری‌های جدیدی در حال خلق‌اند. به‌عنوان مثال، نوع جدیدی از فناوری که امکان تصویرسازی میان کنش بین سلول‌های T کشنده و سلول‌های سرطانی را در بدن برای دانشمندان محقق می‌سازد، یا تلاش‌های دیگر در جهت شناسایی سازوکارهایی است که سلول‌های سرطانی در مهار پاسخ‌های ایمنی یا فرار از آن پیش می‌گیرند. فهم بهتر اینکه چگونه سلول‌های سرطانی دستگاه ایمنی را دستکاری می‌کنند، می‌تواند منتهی به توسعه داروهای جدیدی شود که آن فرایندها را مهار

● محققان احتمال می دهند که اجداد تتراپودها ماهی های بزرگ گوشتخواری بودند که در آب های کم عمق می زیستند و شباهت زیادی به تمساح های امروزی داشتند. تا مدتی پیش فسیل کاملی از این جانوران در دست نبود و به طور دقیق نمی دانستیم این جانوران چه شکلی داشته اند

۱. اجداد نهنگ ها در خشکی زندگی می کردند

نهنگ ها که برای زندگی در آب کاملاً سازگاری پیدا کرده اند، پستاندارند. شواهد نشان می دهند که پستانداران ابتدا روی خشکی تکامل پیدا کرده اند. پس نهنگ ها هم باید اجدادی خشکی زی داشته باشند که وارد آب شده اند.

فسیل های تعداد زیادی از موجودات یافت شده اند^۲ که در یک میلیون سال تکامل نهنگ ها زندگی می کرده اند و ویژگی های خاص نهنگ ها را داشته اند، مثلاً آناتومی گوش آنها شبیه نهنگ ها، ولی اندام های حرکتی آنها مشابه موجودات خشکی زی بوده است.

در سال ۲۰۰۷ هانس تیویزن^۳ و همکارانش خانواده رائولیده^۴ را به عنوان اجداد نهنگ ها شناسایی و معرفی کردند. اعضای این خانواده شبیه سگ های کوچکی بودند که با سم داران خویشاوندی نزدیک داشتند.

بررسی های دقیق این محققان نشان داد که یک عضو این خانواده که ایندهیوس^۵ نام دارد، در ساختار گوش و دندان، ضخامت استخوان ها و جنس دندان ها با دیگر سم داران متفاوت بوده است. این ویژگی ها نشان می دهند که این موجود زمان بسیار زیادی را در آب سپری می کرده است.

رژیم غذایی خانواده رائولیده اصلاً شباهتی به دیگر سم داران ندارد؛ پس ممکن است عاملی که آنها را به سمت زندگی در آب سوق داده است، تغییر در رژیم غذایی بوده باشد.

۲. از آب به خشکی

ما با تتراپودها (جاندارانی که دو جفت اندام حرکتی مانند دست و پا دارند) زیاد سروکار داریم، ولی تتراپودها بخش کوچکی از مهره داران را تشکیل می دهند. بیشترین گونه های مهره داران ماهی هستند و تتراپودها از لحاظ تکاملی شاخه ای جدا شده از ماهی ها محسوب می شوند.

در ابتدا تصور می شد که جانوران خشکی زی در ابتدا کم کم برای زندگی در خارج از آب سازگار شده اند و فقط برای زادآوری به آب بر می گشته اند، ولی طی ۲۰ سال گذشته فسیل هایی پیدا شده اند که خلاف این تصور را به وجود آورده اند.

اولین تتراپودها مانند آکانتوستگ^۶ که ۳۶۵ میلیون سال در گرینلند می زیسته اند، پاهای کامل و انگشت دار داشتند، ولی همچنان آبشش های

خود را حفظ کرده بودند. به همین علت به سرعت در خشکی می مردند. پاهای بسیار زودتر از خشکی زی شدن، تکامل پیدا کرده بودند. اولین تتراپودها، بیشتر مراحل تکاملی را در محیط آب می پیمودند و فقط در مراحل آخر زندگی، وارد خشکی می شدند.

محققان احتمال می دهند که اجداد تتراپودها موجوداتی به نام الپستوستگید^۷ باشند. این ماهی های بزرگ گوشتخوار در آب های کم عمق می زیستند و شباهت زیادی به تمساح های امروز داشتند. تا مدتی پیش فسیل کاملی از الپستوستگیدها در دست نبود و به طور دقیق نمی دانستیم این جانوران چه شکلی داشته اند.

در سال ۲۰۰۶ ادوارد داشلر^۸ فسیلی خارق العاده از موجودی به نام تیکتالیک^۹ در جزیره السمر^{۱۰} کانادا یافت که نوعی جانور شکارچی آبی بود و گردن منعطف و باله های شبیه دست، مشابه تتراپودها داشت.



فسیل ساخته شده از روی فسیل واقعی *Tiktaalik roseae* جد احتمالی تتراپودها که در انستیتو سلطنتی علوم طبیعی بلژیک نگهداری می شود.

۳. منشأ پر

کمتر از یک سال پس از انتشار کتاب «خاستگاه گونه ها» یک پر در میان سنگ های آهکی مربوط به دوره ژوراسیک (۱۵۰ میلیون سال پیش) در باواریای آلمان یافت شد و در سال ۱۸۶۱ اولین فسیل آرکتوپتریکس به



ایندهیوس، نیای احتمالی نهنگ ها

دست آمد. گرچه از آرکئوپتريکس معمولاً به عنوان اولین پرنده نام برده می‌شود، ولی بسیاری معتقدند که بهتر است آن را دایناسوری پردار بدانیم. در ادامهٔ اکتشافات، در اوایل دههٔ ۸۰ از قرن بیستم، فسیل‌هایی در بین رسوبات دورهٔ کرتاسه (حدود ۱۲۵ سال پیش) در منطقه‌ای از شمال چین پیدا شدند که به درستی بر این نظریه مهر تأیید نهادند.

فسیل‌های پرنده‌گان اولیه و دایناسورهای پوشیده از پر، مانند سینوسورپتريکس^{۱۱} (به معنی خزندهٔ پرنده چینی) که پرواز برایش غیرممکن بوده، نشان‌دهندهٔ آن است که پرها در ابتدا به علتی غیر از ایجاد توانایی پرواز، مثلاً برای حفظ گرمای بدن یا جفت‌یابی، تکامل پیدا کرده‌اند. ممکن است موجودات



سینوسورپتريکس دایناسور پردار

پردار بعدها از پرها برای پرواز استفاده کرده باشند.

۴. تکوین دندان‌ها

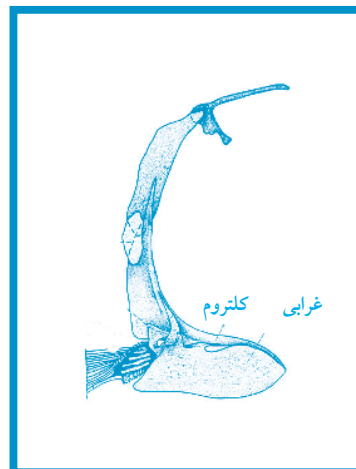
کاترگلا کاواناگ^{۱۲} از دانشگاه هلسینکی و همکارانش برای کشف سازوکارهای تغییردهندهٔ موجودات زنده به بررسی مکانیسم‌های تعیین‌کنندهٔ اندازهٔ نسبی دندان‌های آسیای موش پرداختند. نتایج تحقیقات آنان که در سال ۲۰۰۷ منتشر شد، نشان می‌دهد که الگوی بیان ژن‌هایی که بر تکوین دندان‌های موش نظارت می‌کنند، چنین است که دندان‌های آسیا از جلو به عقب تکوین پیدا کنند و هرکدام کمی کوچک‌تر از قبلی باشد.

اهمیت کشف این الگو در کاربرد آن است. مدل آنان پیش‌بینی می‌کند که الگوی رشد دندان‌های جوندگان موش مانند که رژیم‌های غذایی مختلف دارند، مثالی از دخالت عوامل بوم‌شناختی در مسیر رشد و نمو است. این کار نشان می‌دهد که الگوی بیان ژن‌ها در مسیر تکامل تغییر می‌کند و اصلاح می‌شود تا سیستم‌های طبیعی زنده با محیط سازگار شوند.

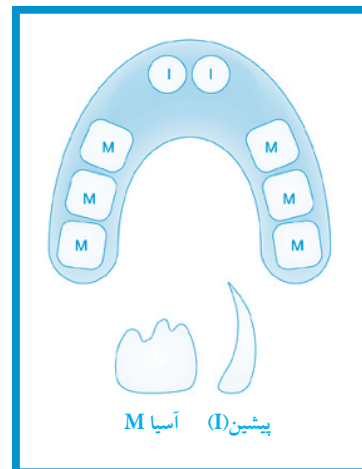
۵. منشأ اسکلت مهره‌داران

۵. منشأ اسکلت مهره‌داران

بسیاری از بافت‌های مهره‌داران از ستیغ عصبی^{۱۳} منشأ می‌گیرند. این سلول‌ها در نخاع در حال تکوین ایجاد می‌شوند و سپس به سرتاسر بدن مهاجرت می‌کنند.



کمر بند سینه ای ماهی



دندان‌های موش

سلول‌های ستیغ عصبی اکثر استخوان‌های صورت و گردن و بسیاری از بخش‌های پوست و اندام‌های حسی ما را ایجاد می‌کنند. ستیغ عصبی مختص مهره‌داران است و شکل خاص سر و صورت را تعیین می‌کند. با نشانه‌گذاری و دنبال کردن سرنوشت این سلول‌ها، استخوان‌های منشأ گرفته از ستیغ عصبی مشخص شده‌اند. این ردیابی دقیق در جانوران زنده اطلاعات جالبی دربارهٔ تکامل سر و گردن در موجودات منقرض شده به ما می‌دهد. می‌توان شباهت‌های اسکلتی ناشی از تکامل را از اتصالات ماهیچه‌ها شناسایی کرد. برای نمونه با این کار می‌توان جایگاه استخوان کلتروم^{۱۴} را اجداد مهره‌داران پیدا کرد. به نظر می‌رسد این استخوان به عنوان بخشی از استخوان شانه در پستانداران امروز باقی مانده است.

۶. انتخاب طبیعی و گونه‌زایی

انتخاب طبیعی واگرا باید نقشی اساسی در گونه‌زایی داشته باشد. جفری مک کینون^{۱۵} از دانشگاه ویسکانسین^{۱۶} پس از مطالعهٔ ماهی سه خار^{۱۷} دریافت که جدایی تولید مثلی محصول انتخاب اندازهٔ بدن (ایجاد تنوع در اندازهٔ بدن افراد یک گونه)، است.

این بررسی بین جدایی تولید مثلی و ویژگی‌های متفاوت بومی محیط (جدایی اکولوژیک) ارتباط برقرار می‌کند. این آزمایش در سطح بسیار وسیعی صورت گرفت. جفت‌گیری‌ها بین نمونه‌هایی از آلاسکا، بریتیش کلمبیا، بریتانیا و ژاپن بررسی شدند. تحلیل‌های ژنتیک مولکولی نیز این مسئله را تحکیم می‌کنند که برای نمونه، ماهی‌هایی که برای زندگی در رودخانه سازگاری پیدا کرده‌اند، چندین بار به صورت مجزا از اجدادی تکامل پیدا کردند که یا دریازی بودند و یا در دریا می‌زیستند و فقط برای تولید مثل به آب‌های شیرین باز می‌گشته‌اند. اندازهٔ بدن ماهی‌هایی که مهاجرت می‌کنند، نسبت به اندازهٔ بدن آن‌هایی که فقط در رودخانه زندگی می‌کنند، بزرگ‌تر است. هر نمونه فقط با ماهی‌های هم اندازهٔ خود جفت‌گیری می‌کند که این امر می‌تواند جدایی تولید مثل بین انواع دریازی و

● فسیل‌های پرندگان اولیه و دایناسورهای پوشیده از پر، نشان‌دهندهٔ آن‌اند که پرها در ابتدا به علتی غیر از ایجاد توانایی پرواز، مثلاً برای حفظ گرمای بدن یا جفت‌یابی، تکامل پیدا کرده‌اند. ممکن است موجودات پردار بعدها از پرها برای پرواز استفاده کرده باشند



دو برابر سریع‌تر بدوی^{۲۵}. این گونه بود که فرضیهٔ تکامل همراه ملکهٔ سرخ به وجود آمد. یک مشکل در مطالعهٔ فرایندهای مربوط به ملکهٔ سرخ این است که فقط در زمان حال قابل مشاهده‌اند و پیدا کردن تاریخچهٔ آن‌ها سخت است؛ چون همهٔ مراحل قبلی ناپود شده‌اند. خوشبختانه الن پکارستر^{۲۶} از دانشگاه لون^{۲۷} بلژیک یک استثنای فوق‌العاده پیدا کرد: مسابقهٔ تسلیحاتی بین دافنی و انگل‌های میکروسکوپی. هم انگل و هم میزبان می‌توانستند سال‌ها به صورت خفته در زیر گل‌های کف دریاچه باقی بمانند. می‌توان عمر رسوبات کف دریاچه را تعیین و انگل میزبان درون آن‌ها را فعال کرد. بدین صورت می‌توان اثر آن‌ها را بر یکدیگر بررسی کرد. همان‌طور که پیش‌بینی می‌شد، یک انگل قدیمی فقط پس از چند سال برای بیمار کردن میزبان‌ش سازگاری پیدا می‌کرد. قدرت نفوذ آن به میزبان، تغییری نمی‌کرد، ولی بیماری‌زایی آن به مرور افزایش می‌یافت. این بررسی یک نمونهٔ بسیار زیبا از تکامل همراه را به نمایش می‌گذارد.

باعث شده بود تا سوسمارهای کوچک نر با پاهای بلندتر که می‌توانستند سریع‌تر بدونند و ماده‌های بزرگ‌تر که شکارشان دشوارتر بود، انتخاب شوند اما هیچ انتخابی برای اندازهٔ نرها صورت نگرفته بود. احتمالاً نرهای بزرگ‌تر از منطقهٔ خود بیشتر دفاع می‌کردند و به همین علت بیشتر در معرض خطر بودند. این آزمایش نشان می‌دهد که وارد کردن شکارچی هم می‌تواند باعث تغییر رفتار طعمه در راستای تقلیل خطر شود و هم باعث تغییرات تکاملی متفاوت بین نرها و مادهٔ جمعیت شود.

رودخانه‌زی این جانوران را توجیه کند. آزمایش‌ها ارتباط بین تفاوت اندازه و جدایی تولید مثلی را تأیید می‌کنند. اگرچه عوامل دیگری هم در جدایی تولید مثلی تأثیر دارند.

۷. انتخاب طبیعی در سوسمارها

یکی از فرضیه‌های رایج این است که تغییرات رفتاری در محیط‌های جدید ممکن است اثرهای انتخاب طبیعی را خنثی کنند، اما بررسی‌های جانانان لاسوس^{۱۸} و همکارانش از دانشگاه هاروارد این مسئله را تأیید نمی‌کند. این محققان نوعی سوسمار شکارچی خاکزی^{۱۹} را به شش جزیره در باهاما وارد کردند و شش جزیرهٔ دیگر را به عنوان شاهد در نظر گرفتند. آنان مشاهده کردند که در جزیره‌هایی که این سوسمار حضور دارد، طعمهٔ آن که نوعی سوسمار کوچک‌تر درخت‌زی^{۲۰} است، بیشتر بر بالای درختان

۸. نمونه‌ای از تکامل همراه

گونه‌ها همراه با هم و در رقابت با هم تکامل پیدا می‌کنند. شکارچیان همواره به سلاح‌های خطرناک‌تر تجهیز می‌شوند و طعمه‌های آن‌ها نیز در مقابل، در راستای تلاش برای بقا در فرار ماهرتر می‌شوند، و بدین ترتیب این مسابقهٔ تسلیحاتی ادامه پیدا می‌کند. در سال ۱۹۷۳ دانشمندی به نام والن لیوان^{۲۱} این مسئله را به جمله‌ای از زبان ملکهٔ سرخ^{۲۲} (شخصیت خیالی داستان) در کتاب «آن سوی آینه»^{۲۳}



باقی می‌ماند اما با این حال نرخ مرگ آن در جزایری که سوسمار شکارچی خاکزی وجود داشت بیشتر بود. حضور شکارچی بزرگ‌تر

اثر لوئیس کارول^{۲۴} ربط داد: «باید با تمام سرعت بدوی تا سر جای خود باقی بمانی. اگر می‌خواهی به جایی برسی باید حداقل



ملکهٔ سرخ در حال گفت‌وگو با آلیس

۹. انواع پراکنش در پرندگان وحشی

یکی از راه‌های شارش ژنی مهاجرت



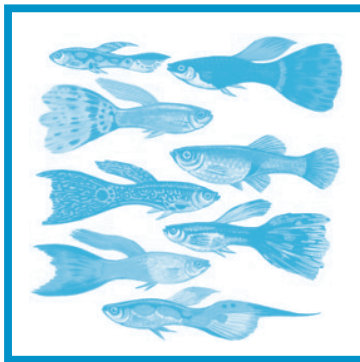
می‌تواند سریع و به صورت جالب توجهی روی مقیاس‌های مکانی کوچک رخ دهد.

اریک پستما^{۳۳} و همکاران در تحقیقی دیگر روی چرخ ریسک بزرگ در جزیره‌ای در هلند پی بردند که شارش ژن، به واسطه پراکنش غیرتصادفی، تفاوت‌های ژنتیک زیاد در ابعاد بزرگ را در مقیاس کوچک مکانی حفظ می‌کند، این دانشمندان آن را به شکل «اثر زیاد مهاجرت روی

تکمیل سازگاری‌های محلی و ساختار ژنتیک جمعیت» بیان کردند.

۱۰. بقای گویی‌های وحشی

انتخاب طبیعی صفاتی را انتخاب می‌کند که سازگاری را افزایش می‌دهند. انتظار می‌رود که انتخاب این صفات در طول زمان تنوع ژنی را کاهش دهد و انواعی را که ژن‌های برتر دارند افزایش و در مقابل انواعی را که ژن‌های زیان‌آور دارند، حذف کند. در



حالی که در واقع جمعیت‌های طبیعی معمولاً تنوع ژنتیک فراوان نشان می‌دهند.

چگونه این تنوع حفظ می‌شود؟

یکی از مثال‌ها در این مورد، چندشکلی ژنتیک است که در الگوی رنگ بدن گویی^{۳۳} های نر مشاهده می‌شود. در سال ۲۰۰۶ کیمبرلی هوگز^{۳۴} و همکاران از دانشگاه ایلینویز گزارشی از دستکاری فراوانی نرهایی که الگوی رنگ متفاوت دارند در سه جمعیت گویی‌های وحشی منتشر کردند. آنان نشان

دادند که انواع کمیاب نسبت به انواع متداول توان بقای بیشتر دارند. در طبیعت، گونه‌هایی که کمیاب‌اند، مورد علاقه‌اند و در مقایسه با گونه‌های متداول بیشتر انتخاب می‌شوند.

این نوع بقای «وابسته به فراوانی» که در آن انواع کمیاب بیشتر می‌شوند، در حفظ چندشکلی‌های مولکولی، مورفولوژیک و مرتبط با سلامت در انسان و سایر پستانداران دخیل است.

۱۱. تاریخچه سازگاری

همواره چنین پنداشته می‌شود که انتخاب طبیعی در پی یافتن راه‌حل بهینه برای مشکلاتی است که بر سر راه ادامه زندگی قرار دارند. در حالی که انتخاب طبیعی فقط با موادی سر و کار دارد که در دسترس‌اند و طی میلیون‌ها سال ایجاد شده‌اند. انتخاب طبیعی هرگز از صفر و با فهرست سفید شروع نمی‌کند. اگر چنین بود نیازی نبود که باله‌های تتراپودها هنگام حرکت روی زمین حتماً به پا تبدیل شوند، بلکه ممکن بود به چرخ‌ها تبدیل شوند، چون چرخ کارایی بیشتر دارد.

مثالی واقعی از این دست مهارت سازگاری نوعی مارماهی^{۳۵} شکارچی در آبسنگ‌های مرجانی است. معمولاً ماهی استخوانی برای به دام انداختن شکار از مکش استفاده می‌کند. ماهی در حالی که به شکار نزدیک می‌شود، دهانش را کاملاً باز می‌کند تا حفره بزرگی ایجاد کند که شکار و آب به درون آن راه یابند؛ در حالی که آب اضافی از طریق آبشش‌ها خارج می‌شود. ماهی طعمه را به سوی گلو و آرواره‌های حلقی خود می‌مکد که مجموعه دومی از فک‌ها و دندان‌های مشتق شده از اسکلت دارد. در حالی که



است. شارش ژنی ممکن است در فرایند سازگاری به محیط منطقه اختلال ایجاد کند و در نهایت باعث ایجاد تنوع در افراد جمعیت‌ها شود. تئوری ژنتیک کلاسیک جمعیت‌ها بیان می‌کند که به هر میزان مهاجرت بین جمعیت‌ها و آمیزش نژادهای مختلف افزایش یابد، به همان میزان افراد آن جمعیت‌ها از نظر ژنتیک مشابه خواهند شد. به نظر می‌رسد این فرضیه منطقی است و فرض می‌کند که شارش ژن مانند انتشار فرایندی تصادفی است اما پراکنش غیرتصادفی می‌تواند به نفع سازگاری منطقه‌ای و تفاوت‌های تکاملی باشد. بن شلدون^{۳۸} و همکاران از مؤسسه پرندشناسی ادواردگری^{۳۹} در آکسفورد انگلستان در سال ۲۰۰۵ این موضوع را تأیید کردند.

آنان به مدت چند دهه به بررسی چرخ ریسک بزرگ^{۴۰}، در جنگلی در آکسفورد شایر^{۴۱} انگلستان پرداختند و دریافتند که میزان و نوع تنوع ژنتیک در وزن آشیانه این پرندگان آوازخوان از قسمتی از جنگل به قسمت دیگر متفاوت است. این الگوی تنوع ژنتیک منجر به پاسخ‌های مختلف به گزینش در بخش‌های مختلف جنگل و سازگاری به محل می‌شود. اثر آن توسط پراکنش غیرتصادفی تقویت می‌شود؛ پرندگان منحصر به فرد در زیستگاه‌های مختلف انتخاب می‌شوند و تولید مثل می‌کنند به صورتی که سازگاری‌شان را افزایش دهند. محققان نتیجه گرفتند «هنگامی که شارش ژن مشابه و از یک جنس نباشند تفاوت‌های تکاملی

● وارد کردن یک شکارچی، هم می‌تواند باعث تغییر رفتار طعمه در راستای تقلیل خطر شود و هم باعث تغییرات تکاملی متفاوت بین نرها و ماده جمعیت شود

مارماهی‌ها به علت شکل دراز کشیده خود نمی‌توانند چنین کنند. حتی هنگامی که آرواره‌های آنها کاملاً از هم باز شود، حفره دهان آنها برای ایجاد کشش کافی و بردن طعمه به سوی آرواره‌های حلقی بسیار کوچک است. راه‌حلی که در بدن آنها برای حل این معما به وجود آمده است، در سال ۲۰۰۷ شرح داده شده است.

ریتا مهتا^{۳۶} و پیترو وینرایت^{۳۷} از دانشگاه دیویس کالیفرنیا از طریق مشاهده دقیق و تصویربرداری با اشعه X این راه‌حل خیره‌کننده را کشف کردند: به جای این که شکار به آرواره‌های حلقی بیاید، آرواره‌های حلقی به جلو و به سمت حفره دهانی حرکت می‌کنند، شکار را به دام می‌اندازند و آن را به عقب می‌کشند.

چنین روشی در مارها نیز که بدنی دراز دارند و شکارچیان ماهری هستند، به کار می‌رود. این نمونه‌ای است از تکامل همگرا. تکامل همگرا یعنی کاربرد راه‌حل‌های مشابه توسط موجوداتی که خویشاوندی نزدیک با هم ندارند.

۱۲. سهره‌های گالاپاگوس

همه سهره‌های جزایر گالاپاگوس جز در منقار، با هم مشابه به نظر می‌رسند. سهره‌های زمینی منقارهای پهن و بزرگ دارند؛ سهره‌های کاکتوس‌خوار دارای منقارهای بلند و نوک تیزند و سهره‌های

آوازخوان منقارهای بلند و باریک و نوک تیز دارند. این تفاوت‌ها نمایانگر تفاوت‌ها الگوی غذایی آنهاست.

می‌توان حدس زد که همه این سهره‌ها جد مشترکی داشته‌اند که به جزایر مختلف گالاپاگوس مهاجرت کردند. خویشاوندی تنگاتنگ سهره‌های گالاپاگوس با گونه‌های موجود در سرزمین‌های جنوب قاره آمریکا مشهود است و مثال سهره‌های گالاپاگوس مثالی کلاسیک از نحوه اثر انتخاب طبیعی بر سازگاری گونه‌ها به کنام‌های مختلف است. این فرایند «تشعشع سازگار شونده» نام دارد.

آرئات آیزانوف^{۳۸} و همکاران از دانشگاه هاروارد برای پی بردن به ساز و کار ژنتیکی که زمینه‌ساز این تغییرات در شکل منقار است، ژن‌های متعددی را که طی رشد منقار جوجه‌های سهره بیان می‌شوند، بررسی و حاصل پژوهش خود را در سال ۲۰۰۶ منتشر کردند. این محققان دریافتند که تفاوت در شکار منقار منطبق بر بیان متفاوت ژن مربوط به کالمودولین^{۳۹} در منقار بلند و تیز سهره‌های کاکتوس خوار نسبت به گونه‌های دیگر بیشتر بیان می‌شود. افزایش بیان کالمودولین به صورت مصنوعی در بافت‌های جنینی که منجر به افزایش طول از قسمت بالایی منقار می‌شود، منقاری مشابه منقار سهره‌های کاکتوس‌خوار به وجود می‌آورد. نتایج نشان می‌دهند که حداقل برخی از تفاوت‌ها در شکل منقار سهره‌های گالاپاگوس مربوط به تنوع در فعالیت کالمودولین است، چون به طور کلی نقش کالمودولین در تکامل ساختارهای سر و صورت بسیار مهم است.

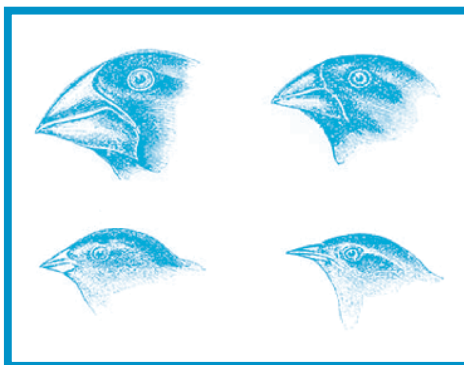
بررسی‌ها نشان می‌دهند که چگونه زیست‌شناسان برای تشخیص مکانیسم‌های مولکولی در پی زمینه‌های فراتر از مدارک صرف مربوط به تغییرات تکاملی

۱۳. تکامل خرد و تکامل کلان

مقاوم شدن میکروارگانیسم‌ها به داروها یکی از مثال‌های تکامل خرد است. تکامل خرد تغییرات تدریجی کوچک و نامحسوس در جمعیت‌هاست. می‌توان با مشاهده فسیل‌های به دست آمده نتیجه گرفت که تغییرات بزرگ‌تر، یعنی گونه‌زایی و تبدیل یک گونه به گونه‌ای که



تکامل کلان نامیده می‌شود، اتفاق می‌افتد اما طبعاً مشاهده این تغییرات در عمل دشوار است. سازوکارهای تکامل کلان در هر زمان در ساختار ژن‌ها قابل مشاهده است. بعضی مواقع ژن‌هایی که در زندگی روزانه موجودات زنده دخیل‌اند، همان ژن‌هایی هستند که بخش عمده ویژگی‌های ریختی جانداران و تکامل آنها را کنترل می‌کنند یا اگر همان ژن‌ها نباشند، با آن ژن‌ها مرتبط‌اند. بنابراین تکامل روزانه می‌تواند اثرهای بسیاری بر جای

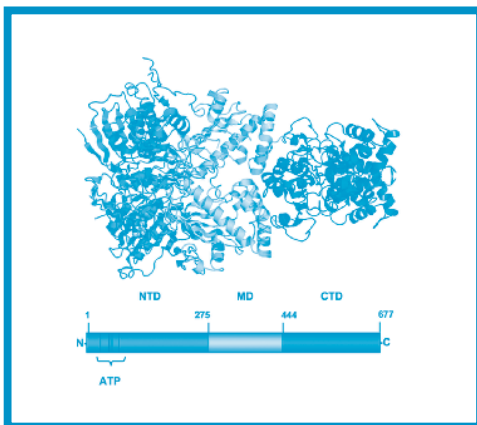


● گونه‌ها همراه با هم و در رقابت با هم تکامل پیدا می‌کنند. شکارچیان همواره به سلاح‌های خطرناک‌تر تجهیز می‌شوند و طعمه‌های آن‌ها نیز در مقابل، در راستای تلاش برای بقا در فرار، ماهرتر می‌شوند و بدین ترتیب این مسابقه تسلیحاتی ادامه پیدا می‌کند

گرفته‌اند، مرتبط با جهش در ژن مربوط به زیر واحد متصل شونده به ساکسیتوکسین در کانال سدیمی است. بنابراین، به نظر می‌رسد که ساکسیتوکسین به عنوان یک عامل انتخابی قدرتمند در صدف‌ها عمل می‌کند و منجر به سازگاری ژنتیک می‌شود. این دو بررسی نشان می‌دهند که چگونه فشارهای انتخابی مشابه حتی در موجودات بسیار متفاوت می‌تواند منجر به پاسخ‌های سازگار شونده مشابه شود.

۱۵. تغییر پس از ثابت

گونه‌ها می‌توانند میلیون‌ها سال تقریباً بدون تغییر بمانند و زمانی طولانی برای دنبال کردن ردپای خود فراهم کنند، اما آنها نیز گاه به‌طور ناگهانی تغییر می‌کنند. این باعث ایجاد پرستی در ذهن برخی می‌شود: آیا گونه‌هایی که معمولاً ناگهان تغییر می‌



کنند، توان تغییر ناگهانی را در خود ذخیره دارند و هنگام تنش‌های محیطی تنوع فراوانی را که در طول زمان مخفی کرده‌اند، ناگهان در برابر نیروهای انتخاب‌گر آشکار می‌کنند. اندیشه «توان تکاملی» نخستین بار توسط سوزان روتفورد^{۵۰} و سوزانلیند کیست^{۵۱} پس از آزمایش‌های شگفت‌انگیز آنان روی مگس سرکه مطرح شد. اندیشه آنان چنین بود که

دارد که ظاهراً برای دفاع در برابر مارهای گارتر^{۴۵} کاربرد دارد اما مارهای گارتر که در مسیر زمان این سم مقاوم شده‌اند، به سمندرهایی که تترودوتوکسن تولید می‌کنند، حمله می‌کنند. شانا جفنی^{۴۶} و همکاران با کاری پرزحمت و سخت، در دانشکده پزشکی استنفورد کالیفرنیا سازوکاری کشف کردند که در سال ۲۰۰۵ منتشر شد. تنوع در میزان مقاومت مارهای گارتر به سم موجود در پوست سمندر را می‌توان با تغییرات مولکولی که اتصال تترودوتوکسین را به کانال سدیمی خاصی تحت تأثیر قرار می‌دهد، ردیابی کرد. ظاهراً انتخاب سازگار شونده مشابهی نیز در صدف‌های نرم‌تنی^{۴۷} در سواحل شمالی اقیانوس آمریکا برای مقاومت به سم رخ می‌دهد. این پدیده را مونیکا بریسلیج^{۴۸} و همکاران از مؤسسه علوم زیستی دریایی نوا اسکوشیای کانادا^{۴۹} گزارش کرده‌اند.

جلبیکی که پدیده «جزر و مد سرخ» را ایجاد می‌کند، سم ساکسیتوکسینی تولید می‌کند که عامل مسمومیت فلج‌کننده انسان‌هایی است که از آن صدف‌ها خورده‌اند. صدف‌های این مناطق جلبک‌ها را می‌بلعند و در معرض این سم قرار می‌گیرند. صدف‌هایی که در مناطق «جزر و مد سرخ» قرار دارند، تقریباً به این سم مقاوم‌اند و آن را در بافت‌های‌شان

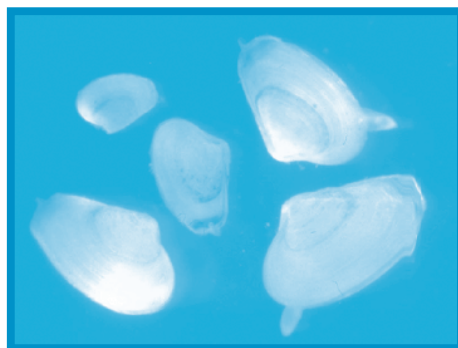
انباشته می‌کنند. در حالی که صدف‌هایی که در مناطق دورتر زندگی می‌کنند و در معرض آن جلبک‌های تولیدکننده جزر و مد سرخ قرار ندارند، چنین مقاومتی را در طول زمان کسب نکرده‌اند. مقاومت به این سم در جمعیت‌هایی که در معرض آن قرار

بگذارد. شان کارول^{۴۰} و همکاران از مؤسسه پزشکی هواردهیوگز^{۴۱} در مریلند به بررسی سازوکارهای مولکولی‌ای پرداختند که در ایجاد یک لکه واحد در بال مگس‌های نر از گونه نوعی مگس سرکه^{۴۲} دخالت دارند. آنان در سال ۲۰۰۵ در گزارش خود نشان دادند که تکامل این لکه مرتبط با تغییرات یک عامل تنظیم‌کننده اجدادی از یک ژن دخیل در رنگدانه است. این عامل تنظیمی در طول زمان، جایگاه‌های اتصال برای عامل‌های رونویسی (TFs) را که به عنوان اجزای اجدادی در تکوین بال محسوب می‌شوند کسب کرده است. یکی از این عامل‌های رونویسی که به‌طور اختصاصی به عامل تنظیمی ژن رنگدانه زرد متصل خواهد شد، توسط ژنی رمز می‌شود که برای تکوین عمومی بدن ضروری است.

این بررسی نشان می‌دهد که ژنی که درگیر در یک فرایند است، می‌تواند غیرمستقیم در فرایندی دیگر باشد که در اصل منجر به تغییرات تکاملی کلان می‌شود.

۱۴. مقاومت مارها و صدف‌ها به سم

زیست‌شناسان، مشتاق به درک بیشتر سازوکارهای مولکولی‌ای هستند که زمینه تغییرات سازگار شونده را فراهم می‌کنند. برای نمونه، در پوست برخی از افراد جمعیت‌های گونه‌های سمندر^{۴۳} سم تترودوتوکسین^{۴۴} وجود



● تکامل همگرا یعنی کاربرد راه‌حل‌های مشابه توسط موجوداتی که خویشاوندی نزدیک با هم ندارند
ژنی که درگیر در یک فرایند است، می‌تواند غیرمستقیم در فرایندی دیگر درگیر باشد که در اصل منجر به تغییرات
تکاملی کلان می‌شود

47. Mya arenaria
48. monica Bricelj
49. Nova Scotia
50. Suzanna Rutherford
51. Susan Lindquist
52. Aviv Bergman
53. Mark Siegal

منابع

1. Thewissen, J. G. M., Cooper, L. N., Clementz, M. T., Bajpai, S. & Tiwari, B. N. Nature 450, 1190-1194 (2007).
2. Daeschler, E. B., Shubin, N. H. & Jenkins, F. A. Nature 440, 757-763 (2006).
3. Shubin, N. H., Daeschler, E. B., & Jenkins, F. A. Nature 440, 764-771 (2006).
4. Chen, P.-J., Dong, z.-M. & Zhen, S.-N. Nature 391, 147-152 (1998).
5. Zhang, F., Zhou, Z., Xu, X., Wang, X. & Sullivan, C. Nature 391, 147-152 (1998).
6. Kavanagh, K. D., Evans, A. R. & Jernvall, J. Nature 449, 427- 432 (2007).
- 70 Matsuoka, T. et al. Nature 436, 347- 355 (2005).
8. McKinnon, J. S. et al. Nature 429, 294-298 (2004).
9. Losos, J. B., Schoener, T. W. & Spiller, D. A. Nature 432, 505-508 (2004).
10. Deacon, E. et al. Nature 450, 870-873 (2007).
11. Garant, D., Kruuk, L. E. B., Wilkin, T. A., McCleery, R. H. & Sgeldon, B. C. Nature 443, 60-65 (2005).
12. Postma, E. & van Noordwijk, A. J. Nature 433, 65-68 (2005).
13. Olendorf, R. et al. Nature 441, 633-636 (2006).
14. Mehta, R. S. & Wainwright, P. C. Nature 449, 79-82 (2007).
15. Abzganov, A. et al. Nature 442, 563-567 (2006).
16. Gompel, N., Prud'homme, B., Wittkopp, P. J., Kassner, V. A. & Carroll, S. B. Nature 433, 481-487 (2005).
17. Geffeney, S. L., Fujimoto, E., Brodi, E. D. Jr, & Carroll, S. B. Nature 434, 759-763 (2005).
18. Bricelj, V. M. et al. Nature 434, 763-767 (2005).
19. Bergman, A. & Siegal, M. L. Nature 424, 549-552 (2003).

صورت، ماهیچه‌های صاف، اعصاب پیرامونی و گوارشی و نیز گلبیها متمایز می‌شوند.

14. Cleithrum
15. Jeffrey Mckinnon
16. Wisconsin
17. Stickleback
18. Jonathan Losos
19. Leiocephalus carinatus
20. Anolis sagrei
21. Valen Leighvan
22. Red Queen
23. Through The Looking Glass
24. Lewis carroll

۲۵. قهرمان آن سوی آینه نمونه یک انسان معمولی است با همان ضعف‌ها و جاه‌طلبی‌هایی که هر انسان می‌تواند مثالی از آن باشد. هنگامی که ملکه سرخ می‌خواهد آلیس را به زمین بازی ببرد، با سرعتی مثل باد شروع به دویدن می‌کند و پس از مدتی طولانی سرانجام می‌ایستد دست او را رها می‌کند. آلیس متوجه می‌شود هنوز در همان مکان قبلی قرار دارند. بنابراین، خطاب به ملکه می‌گوید: «در سرزمین ما اگر کسی این قدر سریع بدود، حتماً به جایی دیگر می‌رسد». ملکه پاسخ می‌دهد: «معلوم است سرزمین خیلی کندی دارید. در این‌جا برای آن‌که در جایی که هستی باقی بمانی باید این‌قدر سریع و طولانی بدوی. حالا اگر بخواهی به جای دیگری برسی باید خیلی سریع‌تر از این‌ها بدوی». (نقل از لوییس کارول در سرزمین عجایب، نویسنده: صمدیان، ارغوان، نشریه: اطلاع‌رسانی و کتابداری» کتاب ماه کودک و نوجوان» بهمن و اسفند ۱۳۸۶ - شماره ۱۲۴ و ۱۲۵، ۱۱) صفحه- از ۴۸ تا ۵۸))

26. Elen Pecarstecker
27. Lauen
28. Ben Sheldon
29. Edward Grey
30. Parus major
31. Oxfordshire
32. Erik Postma
33. poecilia reticulata
34. Kimberly Hughes
35. Muraena retifera
36. Rita Mehta
37. Peter Wainwright
38. Arhat Abzhanov
39. Calmodukin (CAL cium MODULated proteIN)
40. Sean Carroll
41. Howard Hughes
42. Drosophila biarmipes
43. Tarich granulose
44. tetrodotoxin
45. Thamnophis sirtalis
46. Shana Geffeny

پروتئین‌های کلیدی‌ای که در فرایند تنظیم تکوین شرکت دارند، توسط پروتئینی به نام Hsp90 که نوعی چاپرون است و در زمان تنش بیشتر بیان می‌شود، محافظت می‌شوند. اما وقتی که Hsp90 توسط فرایندهایی دچار شوک می‌شود، پروتئین‌هایی که تحت تنظیم طبیعی آن قرار دارند، آزاد می‌شوند و انبوهی از تنوع پنهانی آشکار می‌شود.

آویو برگمن^{۵۲} از دانشکده پزشکی آلبرت اینشتاین نیویورک و مارک سگال^{۵۳} از دانشگاه نیویورک به بررسی این موضوع پرداختند که آیا توان تکاملی مختص Hsp90 است یا به صورت عمومی‌تر هم یافت می‌شود. گزارش بررسی آنان در سال ۲۰۰۳ منتشر شد. آنان از شبیه‌سازی‌های عددی برای بیان داده‌های شبکه‌های پیچیده ژن و ژنوم از سویه‌های مخمری که در آن یک ژن منفرد حذف شده بودند، استفاده کردند. آنان نشان دادند که بیشترین و شاید همه ژن‌ها می‌توانند تنوع‌ها را ذخیره کنند و تنها زمانی که صلاح بدانند آن‌ها را رها کنند. به عبارت دیگر به نظر می‌رسد که توان تکاملی فراتر و عمیق‌تر از Hsp90 است.

پی‌نوشت

۱. دبیر زیست‌شناسی و دانشجوی دوره دکتری زیست‌شناسی سولوی و مولکولی دانشگاه تهران

۲. مانند Ambulocetus و Pakicetus

3. Hans Thewissen
4. Raoellidae
5. Indohyus
6. Acanthostega
7. Elpistostegids
8. Edward Daeshler
9. Tiktaalik
10. Ellesmere
11. Sinosauropteryx
12. Kathryn kavanagh

۱۳. سلول‌های Crest-Neural جمعیتی از سلول‌های همه توان مهاجرند که فقط در مهره‌داران وجود دارند و به دودمان‌های سلولی متفاوتی از جمله ملانوسیت‌ها، غضروف‌ها و استخوان‌های جمجمه و



حس می‌کنیم به خدا نزدیک تر شده‌ام

گفت‌وگو با ابراهیم سمندوک، معلم زیست‌شناسی تایباد

محمد کرام‌الدینی

اشاره

سرمقاله شماره قبل ما به معرفی شب‌پره *Lithostege samandooki* که به‌تازگی در ایران کشف شده است، و وجه تسمیه و ریشه‌یابی نام آن پروانه شب پرواز اختصاص داشت. در آن سرمقاله شرح داده بودیم که کاشف، برای قدرشناسی از معلم زیست‌شناسی دوران دبیرستان خود، پروانه را به نام او نام‌گذاری کرده است، و نوشته بودیم که آن معلم هنوز در شهر تایباد به تدریس زیست‌شناسی مشغول است. این گفت‌وگویی است که با او انجام داده‌ایم.

ابراهیم سمندوک در یک نگاه

ابراهیم سمندوک در خرداد ماه ۱۳۴۴ در تایباد دیده به جهان گشود. در دوران کودکی در کنار پدر به کشاورزی و دامداری مشغول بود و در نوجوانی نیز در خدمت او به معازهداری و مرادده با مردم اشتغال داشت. پدرش اگرچه سواد خواندن و نوشتن نداشت، اما برای علم و فن و هنر ارزش بسیاری قائل بود، به‌طوری که همواره پسر را به فراگیری آنها ترغیب می‌کرد. شاید به همین علت پسر در کودکی و نوجوانی به فراگیری فنونی هم‌چون بتابی، لوله‌کشی و سیم‌کشی ساختمان و حتی تعمیرات لوازم خانگی و رادیو و تلویزیون پرداخت.

ابراهیم سمندوک تحصیلات ابتدایی، راهنمایی و متوسطه را در زادگاهش تایباد گذراند. پس از گرفتن دیپلم علوم تجربی در بهمن‌ماه ۶۲ وارد دانشگاه رازی کرمانشاه شد. در بهمن‌ماه ۶۶ در رشته دبیری زیست‌شناسی

فارغ‌التحصیل شد و از مهرماه ۶۷ در مدارس راهنمایی شهرک باخرز از توابع تایباد به تدریس پرداخت. او در مهرماه ۶۸ شهرستان درگز را برای تدریس انتخاب کرد و دو سال خدمت آزمایشی خود را با خاطراتی شیرین از دانش‌آموزان و همکاران و در کنار مردم آنجا سپری کرد. سپس به شهر زادگاه خود تایباد رفت و تاکنون به تدریس زیست‌شناسی در آنجا اشتغال دارد. در این مدت بارها تقدیرنامه دریافت کرده است.

● آقای سمندوک، به نظر می‌رسد شما به تدریس عملی زیست‌شناسی در آزمایشگاه علاقه خاص دارید. آیا در محل تدریس شما همیشه آزمایشگاه مجهز وجود داشته است؟

○ نه! به عکس، هرگز آزمایشگاه مجهز و آماده در اختیار من قرار نگرفته است. در

همان نخستین سال تدریس، زمانی که در درگز به تدریس اشتغال داشتیم، به کمک مدیر دبیرستان شریعتی آن وقت (آقای رنج‌بخش) که دوست بسیار خوبی برایم بود (خدا از ایشان خشنود باد)، آزمایشگاه غیرفعال و گرد و غبار گرفته دبیرستان را احیا و راه‌اندازی کردیم. سالن زیست‌شناسی آزمایشگاه مرکزی شهر را نیز خودم با کلاس‌هایی که در آنجا برگزار می‌کردم فعال کردم. کار آزمایشگاه تا حدی موفقیت‌آمیز بود؛ از این رو که در سال دوم خدمتم افتخار آموزش ضمن خدمت فعالیت‌های آزمایشگاهی همکاران عزیز را داشتم.

وقتی که به تایباد برگشتم، تایباد آزمایشگاه مرکزی مستقلی نداشت. با تخلیه و جابه‌جایی یک کودکستان متروکه و تغییراتی در ساختار داخلی آن، آزمایشگاه مرکزی فعلی فارابی را راه‌اندازی کردیم که البته با استقبال

بی نظیر همکاران و دانش آموزان مواجه شد، طوری که یک لحظه فرصت استراحت نداشتیم. از مهرماه ۷۱ به بعد با کمک مدیران دلسوز و آگاه در هر دبیرستانی که امکان تشکیل کلاس سمعی و بصری بود آن را راه اندازی کردیم.

● آیا از امکانات آموزشی امروزی راضی هستید؟

○ امروزه از رایانه و خطوط پرسرعت و دیتا پروژکتور استفاده می کنیم و آرزوی فردای من به عنوان یک معلم بهره مندی از تکنولوژی های مدرن و هوشمند آموزشی برای همه فرزندان مستعد و تشنه خرد در سراسر ایران اسلامی فرزانه و سرافراز است.

● شما به گردآوری نمونه های زنده، شناسایی و نام گذاری آنها هم

می پرداختید. این کار را کی و کجا انجام داده اید؟

○ از سال ۷۲ تا ۷۴ به کمک دانش آموزان علاقه مند و فعال نمونه هایی از بندپایان و خزندگان منطقه تابباد را برای تشکیل بخش جانورشناسی آزمایشگاه مرکزی جمع آوری کردیم تا برای تدریس و آشنایی دانش آموزان با جانوران منطقه مورد استفاده قرار گیرد (هنوز هم نمونه هایی

از آنها در آزمایشگاه با برچسب مشخصات و نام دانش آموز جمع آوری کننده از جمله آقای حسین رجایی، کاشف شب پره سمندوکی، باقی است). در سال ۷۵ به کمک دانش آموزان، ۷۷ نمونه از گیاهان گلدار علفی منطقه را جمع آوری کردم و با تهیه شناسنامه محلی و بعضی از خواص دارویی شان، آنها را به همراه نمونه های جانوری و کارهای تحقیقاتی دانش آموزان در بخش زیست شناسی نمایشگاه علوم هفته تربیت در معرض دید عموم قرار دادیم.

● بخش زیست شناسی این نمایشگاه شامل چه چیزهایی بود؟

○ بخش زیست شناسی آن نمایشگاه شامل

غرفه تعیین گروه خونی، تعیین فشار خون، تشریح قورباغه، نمایش فیلم و اسلاید، نمونه های بندپایان و خزندگان و بخش نمونه های گیاهی و پژوهش های دانش آموزی و نیز مجموعه ای از مولاژها و ماکت ها از ساختارهای بدن انسان بود که مورد استقبال آموزشگاه های شهر و خانواده های دانش آموزان و افراد دیگر قرار گرفت. نکته جالب اینجاست که این غرفه ها به مدت یک هفته به خوبی به وسیله دانش آموزان و بدون هیچ نارضایتی ای اداره شد.

● شنیده ایم که شما در تشکیل موزه تاریخ طبیعی مشهد هم مشارکت داشته اید.

○ بله، پس از تشکیل نمایشگاه زیست شناسی در سال ۷۵، پیرو یک بخشنامه، نمونه های گیاهی و جانوری مان را با شرط برگشت

من محیط آموزشگاه و خصوصاً کلاس درس را مقدس می دانم. بهترین اوقات عمرم را در کلاس های درس سپری کرده ام. حضور در کلاس درس را عاشقانه دوست دارم و زمانی که احساس می کنم شاگردانم مفاهیم زیست شناسی را می فهمند، حس می کنم به خدا نزدیک تر شده ام و از فرط شادی درونی سر از پا نمی شناسم

دادن به گروه های آموزشی، به اداره کل ارسال کردیم. بعد از حدود یک ماه نمونه های جانوری برگشت داده شد اما از نمونه های گیاهی خبری نشد؛ بلکه فقط تشویق نامه از نتیجه کار به دستمان رسید!

● شما تجربه تولید مواد آموزشی دیجیتال را هم دارید. درست است؟

○ بله، در سال ۸۶ موفق به تألیف یک جلد CD نرم افزار پویانمایی های زیست شناسی (کمک معلم) شدم که در خبرنگار پدیدآورندگان پاپیو ۸۶ با کد ۶۳ به ثبت رسیده است. دریافت یک تقدیرنامه وزارتی و کسب امتیاز تألیف از نتایج این تجربه آموزشی بود.

● اکنون به چه فعالیت هایی اشتغال دارید؟

○ هم اکنون به عنوان دبیر زیست شناسی در خدمت همشهریان و هموطنانم هستم و تا امروز حدود ۲۰ سال به عنوان سرگروه زیست شناسی شهرستان انجام وظیفه کرده ام، در ضمن، تاکنون در چندین دوره به عنوان مدرس کلاس های ضمن خدمت دوره های ابتدایی و راهنمایی افتخار خدمت به همکاران گرامی را داشته ام.

● تا چه حد به انتقال تجربیات در گروه های معلمان اعتقاد دارید؟

○ خیلی زیاد. از جمله مهم ترین اهداف جلسات گروهی، تبادل تجربه های آموزشی و گره گشایی از مشکلات آموزشی حین تدریس است. به عنوان سرگروه زیست شناسی، تاکنون در تشکیل و برگزاری چندین کارگاه تجربه فعالیت های آزمایشگاهی زیست شناسی و تشریح اندام ها، خارج از ساعات اداری و ضوابط مالی اداره و در حد توانم در خدمت همکاران عزیزم بوده ام.

● آیا از اینکه معلم، و به ویژه معلم زیست شناسی، هستید احساس رضایت می کنید؟

○ بله البته؛ من محیط آموزشگاه و خصوصاً کلاس درس را مقدس می دانم. بهترین اوقات عمرم را در کلاس های درس سپری کرده ام. حضور در کلاس درس را عاشقانه دوست دارم و زمانی که احساس می کنم شاگردانم مفاهیم زیست شناسی را می فهمند، حس می کنم به خدا نزدیک تر شده ام و از فرط شادی درونی سر از پا نمی شناسم.

● دانش آموز دیروز شما و محقق امروز که پروانه شب پرواز سمندوکی را کشف و به نام شما نام گذاری کرده است، از روش تدریس شما به نیکی یاد کرده است. شما اصولاً زیست شناسی را چگونه تدریس می کنید؟ آیا روش یا شگرد خاصی دارید یا مثل خیلی ها از گچ و تخته و سخنرانی

استفاده می‌کنید؟

○ من معتقد به استفاده از یک روش معین و ثابت برای تدریس نیستم. ممکن است بر حسب ضرورت و فقدان یا نبود امکانات لازم از گچ و تخته استفاده کنم، اما شیوه سخنرانی را برای تدریس زیست‌شناسی کسالت‌بار، خسته‌کننده و نامناسب می‌دانم. بر همین اساس سعی می‌کنم در طراحی آموزشی و در فرآیند تدریس انعطاف‌پذیر باشم و از شیوه‌های مختلف تدریس برای انتقال مفاهیم بهره‌برداری کنم.

● آیا شما پیش از قدم گذاشتن به کلاس درس آمادگی‌های لازم را کسب می‌کنید یا با توجه به تجربه‌هایی که دارید، خودتان را از آن بی‌نیاز می‌دانید؟

○ ببینید، هدف از تدریس یادگیری دانش آموز است و آموزش‌دهنده خود باید

بر موضوع مسلط باشد تا چنین اتفاقی بیفتد. بنابراین من قبلاً اطلاعاتم را به‌روز می‌کنم و سعی می‌کنم با تجربه و تحلیل موضوع از هر جهت بر آن مسلط شوم. پیچیدگی‌های موضوع و سؤالات احتمالی دانش‌آموزان را در نظر می‌گیرم و سپس به طراحی آموزشی می‌پردازم. برای رسیدن به اهدافم از پاورپوینت، پویانمایی‌ها، فیلم‌های کوتاه و یا حتی از نمونه‌های واقعی استفاده می‌کنم.

● هنگام تدریس چه ترندهایی به کار می‌برید تا دانش‌آموزان را علاقه‌مند نگه دارید؟

○ ضمن تدریس از مثال‌های قابل حس و لمس زندگی روزمره زیاد استفاده می‌کنم و همین باعث می‌شود که کلاس‌های زیست‌شناسی همیشه مملو از سؤال و جذابیت برای دانش‌آموزان باشد. محدودیتی هم از نظر نوع سؤال، تعداد سؤال و زمان طرح سؤال برای دانش‌آموزان قائل نیستم و تأکیدم بر این است که تا نفهمیده‌اند، دست از سؤال برندارند؛ «پرسش کردن» برایشان امتیاز

مثبت در پی دارد.

● به‌طور کلی سهم آزمایشگاه در فعالیت‌های آموزشی شما تا چه حد است؟

○ در شیوه کار من انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی در آزمایشگاه از اهمیت خاصی برخوردار است و آزمایشگاه را محیطی کوچک اما تمرکز یافته برای تجربه در مورد پدیده‌های زیستی می‌دانم.

● در نظام‌های آموزشی امروزی الگوهای دانش‌آموز محوری و مشارکتی در تدریس بسیار مورد توجه قرار می‌گیرند؛ نظر شما در این مورد چیست؟

○ من نیز به آن معتقدم. این روش‌ها، یادگیری دانش‌آموزان را عمقی‌تر می‌کنند و جنبه‌های مثبت فراوانی دارند؛ اما به علت

درست است که به خاطر شرایط خاصی که جامعه ما در آن قرار گرفته است به نوعی کنکورزده شده‌ایم و مؤسسات غیرانتفاعی و خصوصی آموزشی نیز بیشتر به آن دامن می‌زنند؛ اما اگر من نوعی به عنوان معلم زیست‌شناسی به درک درستی از پدیده‌های زیستی رسیده باشم، محال است که در کلاس‌های درس به صورت سطحی از کنار آنها بگذرم و منحصراً به بیان نکته‌ها و تست‌های کنکوری بپردازم

تعدد سرفصل‌ها و حجم زیاد محتوای کتب درسی زیست‌شناسی به نسبت ساعات تدریس هفتگی، استفاده ثابت و درست از این روش‌ها باعث کمبود وقت در تمام کردن به موقع مباحث و بودجه‌بندی تدریس می‌شود. ظاهراً کتاب‌های درسی زیست‌شناسی برای استفاده از این روش‌ها طراحی نشده‌اند.

● شما تا چه حد از این روش‌ها استفاده می‌کنید؟

○ به‌عللی که در پاسخ به سؤال قبلی گفتم، به صورت ثابت از این روش‌ها استفاده نمی‌کنم. منظورم این است که من، زمان‌های

کوتاهی از وقت تدریس را برای عمقی‌تر کردن نکات مهم و یا پیچیده به این کار اختصاص می‌دهم. مثلاً بخش‌هایی از پاورپوینت و یا پویانمایی و فیلم‌های کوتاه را، که مؤید نکات مورد نظر است، به بحث می‌گذارم، گروه‌های دانش‌آموزی را از قبل تعیین می‌کنم و نظرهای گروه‌ها را جمع‌آوری و جمع‌بندی می‌کنم. پاسخ اغلب این سؤالات در ادامه اسلاید و یا پویانمایی پیش‌بینی شده است. به همین دلیل دانش‌آموزان با کنجکاوی و اشتیاق منتظر ادامه مباحث و دیدن و شنیدن نتیجه‌اند.

● آیا به این ترتیب دانش‌آموزان به زیست‌شناسی علاقه‌مند می‌شوند؟

○ بله، می‌شوند.

● از کجا متوجه می‌شوید؟

○ یادگیری مقدمه علاقه‌مندی است. اگر دانش‌آموزی بفهمد و یاد بگیرد قطعاً علاقه‌مند می‌شود.

● از کجا می‌فهمید دانش‌آموز مطلب را یاد گرفته است؟

○ یادگیری یا درک مطلب نمود بیرونی دارد و در عملکرد دانش‌آموز ظاهر می‌شود.

● چگونه؟

○ به‌صورت پرسش برای رفع ابهام قسمتهایی که نفهمیده

است، اظهار نظر، بازگو کردن خاطره‌های وابسته به مطلب، پردازش موضوع و بیان آن با واژه‌ها و جملات خودش، حل مسائل زیستی و درخواست منابعی برای مطالعه بیشتر.

● با توجه به وضعیت حاکم بر نظام آموزشی ما، آیا می‌توان انتظار داشت معلم در کلاس درس به‌جای نکته و تست کنکور به یادگیری واقعی بپردازد؟

○ بله، رسالت واقعی معلم جز این نیست. درست است که به خاطر شرایط خاصی که جامعه ما در آن قرار گرفته است به نوعی کنکورزده شده‌ایم و مؤسسات غیرانتفاعی

و خصوصی آموزشی نیز بیشتر به آن دامن می‌زنند؛ اما اگر من نوعی، به عنوان معلم زیست‌شناسی، به درک درستی از پدیده‌های زیستی رسیده باشم، محال است که در کلاس‌های درس به صورت سطحی از کنار آنها بگذرم و منحصرأ به بیان نکته‌ها و تست‌های کنکوری بپردازم.

من به این جمله معتقدم که: بسیاری از مشکلات فردی، خانوادگی، اجتماعی و زیست‌محیطی و حتی اقتصادی ما ریشه در کمبود اطلاعات زیستی ما دارند. می‌خواهم بگویم که ما اصل را فراموش کرده‌ایم، آموزش زندگی درست و ارتباط با خود و طبیعت را به فراموشی سپرده‌ایم. در مسیری افتاده‌ایم که جز برنده شدن مقصدی ندارد. نگاه ما به انتهای مسیر است و با شتاب زیاد به جلو می‌رویم. در مقصد چیزی از مناظر اطراف و زیبایی‌های آنها به خاطر نداریم، آنها را

ندیده‌ایم و نمی‌شناسیم. زمان را از دست داده‌ایم. راه برگشتی نیست. چگونه می‌توانیم در مورد چیزهایی که ندیده‌ایم و نمی‌شناسیم به درستی قضاوت کنیم و یا برنامه‌ریزی کنیم؟ این همان فاجعه زیستی است که با

قبول مسئولیت‌ها و عدم آگاهی‌های لازم به تدریج دامن کل جامعه زیستی و کره حیات را خواهد گرفت.

● به نظر شما آیا نظام آموزشی و برنامه کنونی می‌تواند دانش‌آموزان را به سواد زیست‌شناختی مورد انتظار یک جامعه مترقی برساند؟

○ در دوره‌های راهنمایی و خصوصاً ابتدایی گام‌های خوبی برداشته شده است. تحولی که در نظام آموزشی ابتدایی از نظر محتوا و روند آموزش روی داده قابل تقدیر است. برای رسیدن به سواد زیست‌شناختی مورد انتظار چنین گام‌هایی در راهنمایی و متوسطه نیز باید برداشته شود.

هنوز متناسب با زمان خودمان سرمایه‌گذاری آموزشی نکرده‌ایم. چگونگی تدوین و نگارش محتوای کتاب‌ها، فضای کلاس‌ها، اندازه کلاس (حداقل ۳۰ نفر)، میز

و نیمکت کلاس‌ها و چیدمان آنها، فقدان امکانات پژوهشی و رایگان در مدارس، نداشتن سرانه لازم برای بازدیدها و گردش‌های علمی، اهمیت ندادن به آزمایشگاه‌ها و... همه و همه دست در دست هم می‌دهند تا هنوز هم الگوهای تدریس ما کماکان قدیمی و معلم‌محور باشد، و ذهن اغلب دانش‌آموزان ما انبار اطلاعات، دستانشان خالی و چشمانشان ناتوان از برقراری ارتباط باشد.

● شما یکی از موانع تدریس مناسب و رسیدن به دانش‌آموز محوری را بر حجم بودن کتاب‌های درسی می‌دانید. اما برخی از معلمان از کم محتوا بودن کتاب‌های درسی می‌نالند و معتقدند مثلاً نسبت به فلان موضوع حق مطلب ادا نشده و مطالب بسیار مختصر بیان شده‌اند. از سوی دیگر همان معلمان

زیست‌شناسی دریای بی کرانه‌ای است که ساحلی برای استراحت ندارد و می‌دانم که تسلط بر چنین دریایی کار هیچ کس نیست

با گروهی دیگر می‌گویند که حجم کتاب‌ها بیش از اندازه است و وقت کافی برای آموزش مفاهیم وجود ندارد. اگر شما برنامه‌ریز کتاب‌های درسی بودید،

به جز درخواست افزایش ساعات درسی هفتگی، که فعلاً امکان‌پذیر نیست، برای بهبود کتاب‌های درسی چه می‌کردید؟

○ عرض من این بود که این کتاب‌ها برای الگوهای دانش‌آموزمحوری و مشارکتی طراحی نشده‌اند و نسبت به اجرای درست این روش‌ها که برای هر مطلب چون و چرا و پژوهش و تجزیه و تحلیل و ارائه گزارش، زیاد دارند، به نسبت ساعات تدریس هفتگی پرمحتوا هستند.

متأسفانه نحوه آموزش رایج در کشور ما طوری است که دانش‌آموزان به جای یادگیری مطالب آنها را حفظ می‌کنند و از کاربردشان در زندگی روزمره و یا طبیعت عاجزند. مثلاً در مورد چیرگی جوانه رأسی مطالبی را به

خاطر می‌سپارند، اما عملاً نمی‌دانند که از رشد طولی یک شاخه چگونه می‌توان جلوگیری کرد! و یا با وجود این که مطالب زیادی در مورد ساختار سلول‌های یوکاریوتی و اندامک‌های آنها خوانده‌اند، از نشان دادن یک سلول در زیر میکروسکوپ ناتوان‌اند!

من فکر می‌کنم که محتوای کتاب‌های درسی باید طوری تألیف و تنظیم شوند که دانش‌آموز خود با مطالعه و پژوهش و آزمایش به مطلب برسد، طوری که پس از یادگیری درس بتواند با خود و طبیعت پیرامون خود رابطه برقرار کند. اگر چنین اتفاقی بیفتد قطعاً اثرهای مثبت یادگیری در رفتار و اعمال روزمره دانش‌آموز و نهایتاً در اجتماع بروز پیدا می‌کند.

● آیا فکر می‌کنید که مجله رشد آموزش زیست‌شناسی توانسته است

به بیشتر نیازهای معلمان زیست‌شناسی پاسخ دهد؟ چه پیشنهادهایی برای بهبود آن دارید؟

○ فکر می‌کنم چنین است. چراکه قطعاً از سطح علمی خیلی خوبی برخوردار است. در انتخاب

مقالات و محتوا، رشد آموزش زیست‌شناسی از دقت بسیاری برخوردار است. من آن را به همین شکل پسندیده‌ام، اما از فاصله طولانی زمان نشر آن گله‌مندم.

● چه صحبت یا پیامی برای همکاران خود دارید؟

○ من، با عرض ادب، دست‌شان را می‌بوسم. زیست‌شناسی دریای بی کرانه‌ای است که ساحلی برای استراحت ندارد و می‌دانم که تسلط بر چنین دریایی کار هیچ کس نیست؛ اما می‌توان درست شنا کرد و آن را به درستی به دیگران آموخت. آنان که توان غواصی دارند از رازهای درون آن برآیمان خواهند گفت.

● از شما سپاسگزاریم.

پی‌نوشت

۱. مراجعه کنید به سرمقاله شماره ۸۸ همین مجله (تابستان ۱۳۹۱).

گیرنده‌های حسی رطوبتی گرمایی و مکانیکی بندپایان



غلامرضا مقدسی

کارشناس ارشد فیزیولوژی جانوری
دبیر زیست‌شناسی شیروان
Ghr.mogjaddasi@gmail.com

اشاره

بندپایان قدیمی‌ترین و غالب‌ترین موجودات زنده کره زمین‌اند که از نظر کثرت، تنوع گونه‌ای و تنوع ساختاری مقام اول را در فرمانروای جانوری دارند. شاخه بندپایان بیش از ۸۰ درصد گونه‌های شناخته شده بی‌مهره و ۷۵ درصد گونه‌های جانوری را در خود جای داده است. مبدأ پیدایش بندپایان احتمالاً مربوط به بیش از دوره کامبرین و بیش از یک بیلیون سال پیش است. بندپایان اسکلت خارجی، بدن و ضمایم بندبند دارند و علاوه بر گیرنده‌های بینایی، دارای گیرنده‌های شیمیایی، مکانیکی و گرمایی متعدد نیز هستند.

مقدمه

بندپایان، نسبت به دیگر بی‌مهرگان، کتاف‌های اکولوژیک زمین را با موفقیت بیشتری مورد استفاده قرار داده‌اند. بی‌تردید، یکی از دلایل این موفقیت بزرگ، رشد و تکامل کوتیکول آن‌هاست که محافظت جانور را در برابر آسیب‌های مکانیکی عهده‌دار است. کوتیکول همچنین مانع هدر رفتن آب بدن جانور می‌شود. علت دیگر موفقیت بندپایان، وجود «اندام‌های حسی حیرت‌انگیز» آن‌هاست. این اندام‌ها ساختارهایی کاملاً جدید هستند که با اسکلت خارجی^۱ سخت و محکم که همانند سدی بین محیط خارج و محیط داخلی بدن جانور^۲ قرار دارد، مطابقت دارند. اندام‌های حسی بندپایان با وجود تنوع زیاد از لحاظ ریخت‌شناسی، اساس ساختاری یکسان دارند و به‌طور کلی از سه گروه سلول اکتودرمی تشکیل شده‌اند:

* گروه اول شامل یک یا چند سلول حساس است که توسط سلول‌های روپوستی ویژه‌ای احاطه شده‌اند. ساختار آن‌ها برای دریافت تحریکات حسی اختصاص یافته است. به علاوه، یک رشته عصبی از مراکز عصبی به آن‌ها متصل می‌شود. این سلول‌ها نقطه آغاز یک مدار انعکاسی عصبی را به وجود می‌آورند که حداقل شامل یک سلول عصبی رابط و یک سلول عصبی حرکتی^۳ است.

* گروه دوم شامل اندام‌های کوتیکولی متعدد است که بر حسب گونه جانور و نقشی که از لحاظ انتقال تحریکات خارجی به سلول حساس دارند، شکل‌های بسیار متفاوتی دارند.

* گروه سوم عناصر ضمیمه اندام‌های حسی‌اند که از اجتماع یک یا چندین سلول هیپودرمی تشکیل شده‌اند. این سلول‌ها که نقش اصلی آن‌ها محافظت از سلول‌های حسی است، معمولاً مواد کوتیکولی ترشح و تشکیلات ویژه‌ای را برای این منظور پدید می‌آورند. مجموعه این اجسام به‌طور کلی یک عضو یا ساختار حسی^۴ را به وجود می‌آورند که تحریکات بیرونی و درونی را دریافت می‌کند.

مهم‌ترین اندام‌های حسی بندپایان عبارت‌اند از: موهای حسی، اسکولوپوفورم، اندام حسی شنوایی، کوردونوال، اندام حسی جونستون، اندام حسی گنبدی یا کامپانیفرم، اندام حسی زیرزانویی، گیرنده‌های شیمیایی و اندام حسی بینایی. در این مقاله به بررسی گیرنده‌های حسی رطوبتی و گرمایی بندپایان^۵ به همراه دو نمونه از گیرنده‌های مکانیکی^۶، یعنی موهای رشته‌ای^۷ و آشکارسازهای کوتیکولی فشار یا گیرنده‌های فشار^۸ می‌پردازیم.

* گیرنده‌های گرمایی و رطوبتی: اگرچه امروزه توانایی برخی از بندپایان در تشخیص تغییرات اندک ما و رطوبت ثابت شده است (ویگل ورث ۱۹۴۱)، ولی ساختار و عملکرد گیرنده‌های حسی مربوطه هنوز با میکروسکوپ الکترونی و روش‌های الکتروفیزیولوژیک به‌طور دقیق شناسایی نشده است.

کلیدواژه‌ها: گیرنده‌های حسی بندپایان، گیرنده‌های رطوبتی، گیرنده‌های گرمایی، گیرنده‌های مکانیکی.

گیرنده‌های رطوبتی و گرمایی اولین بار ساختار مژه‌های حساس به رطوبت و گرما را در سوسک حمام آمریکایی^{۱۱} تشریح کردند. یوکوهاری و همکارانش (۱۹۷۵) برای سوسک حمام
جزئیات بیشتر این گیرنده‌ها را چنین توضیح دادند:
یک دیواره محافظ بخش داخلی قارچ

مانند این گیرنده را احاطه کرده است، به طوری که فقط کلاهک پهن تنه داخلی^{۱۳} از بیرون دیده می‌شود. کوتیکول به جز یک شکاف طولی در دیواره محافظ و یک منفذ مسدود پوست‌اندازی در رأس، کاملاً بدون منفذ است. چهار سلول گیرنده، یک سلول گلیایی، چهار سلول پوششی و دو سلول غده‌ای در این گیرنده مشاهده می‌شوند. قطعات خارجی دندریت سلول‌های حسی، قطر متفاوت دارند. باریک‌ترین آن‌ها تقریباً در زیر کوتیکول قرار می‌گیرد. سه سلول باقی مانده که بزرگ‌ترین آن‌ها شاخه‌دار است، روزن تنه داخلی را هدف قرار می‌دهند. غلاف دندریت که دندریت را محکم احاطه می‌کند، با دیواره کوتیکولی تنه داخلی ممزوج می‌شود و هیچ‌گونه فضای لنف رسپتوری در اطراف دندریت‌ها باقی نمی‌گذارد. با این حال، در قاعده رسپتور حفره بزرگ لنفی وجود دارد که محتوی قطرات بزرگ چربی است. چندین ساختار کوچک شبیه اندام‌های کوردونال^{۱۴} نیز در آن مشاهده می‌شوند.

یوکوهاری و تاتدا^{۱۵} با مطالعات الکتروفیزیولوژیک سه واحد عملی در اندام حسی سوسک حمام مشاهده کرده‌اند:

* یک گیرنده رطوبتی که با افزایش رطوبت تحریک می‌شود^{۱۶}،

* گیرنده رطوبتی دیگری که با کاهش رطوبت تحریک می‌شود^{۱۷}

* گیرنده گرمایی^{۱۸} که با کاهش دما تحریک می‌شود.

این سه گیرنده (یعنی واحدهای سه گانه سرما، خشکی و رطوبت در سوسک حمام) قبلاً توسط آلتنر^{۱۹} (۱۹۷۳) به شکل دیگری توصیف شده بودند.

یوکوهاری و تاندا نوعی ارتباط متقابل بین رطوبت و دما در گیرنده‌های رطوبت و خشکی مشاهده کردند. با وجود این، منحنی‌های تغییرات رطوبتی در دماهای مختلف، وقتی منحنی پراکنش با رطوبت مطلق رسم می‌شود، منطبق نمی‌شوند. البته مشروط بر این که فقط محرک‌ها به‌طور مستقل از دمای اتاق تغییر کنند. آزمایش‌های بیشتر نشان داده‌اند که پاسخ به رطوبت از جریان محرک مستقل است و

گیرنده‌های رطوبت و خشکی به طور متضاد به تغییر شکل‌های مکانیکی پاسخ می‌دهند. پاسخ سلول‌های حساس به رطوبت نسبت به آب، در صورت تحریک به وسیله رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد با محلول کلرید کلسیم متوقف نمی‌شود. گلیسرول اثرهای متضادی در مقایسه با آب بر هر دو نوع گیرنده رطوبتی دارد که احتمالاً با دهیدراسیون عضو حسی باعث این کار می‌شود.

نتایج به دست آمده توسط یوکوهاری به صورت فرضیه‌ای بیان می‌شود:

(۱) مکانیسم واکنش اولیه گیرنده رطوبتی در سوسک حمام شیمیایی نیست.

(۲) گیرنده‌ها تغییرات رطوبت را به وسیله فشارهای مکانیکی اعمال شده بر

اجزای گیرنده‌های رطوبتی توسط رطوبت نسبی، به پتانسیل‌های الکتریکی تبدیل می‌کند. بنابراین، تصور می‌شود که سلول‌های گیرنده رطوبتی خودبه‌خود گیرنده‌های مکانیکی تغییر یافته باشند.

سازوکار اولیه گیرنده سرما که یوکوهاری آن را به عنوان سلول گیرنده با بزرگ‌ترین شاخه

دندریتی توصیف کرده، هنوز روشن نیست. لوفتوس^{۲۰} اشاره کرده است که این گیرنده یک دماسنج کوچک است که به تغییرات دمایی بسیار حساس است. حساسیت

تشخیص دمایی آن حتی از گیرنده‌های معروف دمایی در اندام پیت^{۲۱} مارهای زنگی هم بیشتر است.

مقایسه گیرنده‌های رطوبتی و گرمایی در بندپایان

این تصور که گیرنده‌های رطوبتی و گرمایی در ساختارهایی حسی با دیواره منفذدار قرار گرفته‌اند، با مطالعات دقیق رد شده است. گاهی فقط یک واحد دریافت‌کننده سرما در گیرنده‌های بویایی وجود دارد. گیرنده‌های گرمایی و رطوبتی که تاکنون شناسایی شده‌اند، در گروه‌های سه‌گانه به صورت دو گیرنده رطوبتی متضاد

و یک گیرنده گرمایی مخصوص سرما قرار می‌گیرند. علاوه بر این، گیرنده‌های متضاد سرما/گرمای هم وجود دارند. با وجود تنوع راسته‌های مختلف حشرات، ساختارهای حسی شباهت قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهند:

* اغلب به صورت بدون منفذ، کوچک و به تعداد خیلی کم مشاهده می‌شوند. این گیرنده‌ها، اغلب در حفره‌ها یا در بین تارهای بلندتر دیگر ساختارهای حسی پنهان‌اند.

* دو یا سه دندریت، تار را عصب‌دهی و روزن آن‌ها را کاملاً پر می‌کنند، در نتیجه هیچ‌گونه لنف رسپتوری در اطراف آن‌ها مشاهده نمی‌شود.

* انتهای یکی از دندریت‌ها اغلب

*** یک علت موفقیت بندپایان، وجود «اندام‌های حسی حیرت‌انگیز» آن‌هاست. این اندام‌ها ساختارهایی کاملاً جدید هستند که با اسکلت خارجی سخت و محکم که همانند سدی بین محیط خارج و محیط داخلی بدن جانور قرار دارد، مطابقت دارند**

زیر قاعده تار قرار دارد. این وضعیت خیلی متفاوت است. ممکن است منشعب یا بدون انشعب و در چند گونه لایه‌بندی وسیعی را نشان می‌دهد.

*** گیرنده‌های گرمایی و رطوبتی که تاکنون شناسایی شده‌اند، در گروه‌های سه‌گانه به صورت دو گیرنده رطوبتی متضاد و یک گیرنده گرمایی مخصوص سرما قرار می‌گیرند**

* دندریت‌ها، داخلی‌ترین سلول پوشاننده و اتصالات بین دندریت‌ها و سلول پوشاننده در ساختار میکروسکوپی به اندام‌های کوردونال^{۲۲} شبیه هستند. با این حال، فرایند دریافت محرک و انتقال تحریکات هنوز نامعلوم است. آیا همان‌طور که یوکوهاری و بیکر تصور

می‌کردند، دریافت محرک نتیجه تغییر شکل هیگروسکوپیک است؟ کدام یک ساختارهای متورم یا چروکیده اندام حسی هستند؟ چه دلیل برای تجمع واحدهای حساس به گرما و رطوبت با دو عمل متفاوت به عنوان یک جفت پادکردار در یک ساختار حسی وجود دارد؟ آیا این وضعیت ابهام پیام‌های واحدهای

سه بخش است:

* اندام حسی اصلی منفذدار

* اندام حسی جانبی منفذدار

* اندام بلونچی^{۲۵} یا اندام حسی جانبی X

اندام بلونچی نوعی ساختار عصبی ترشچی است. مطالعات نشان می‌دهند که در ساختار این اندام همانند اندام‌های حسی منفذدار اصلی و فرعی، سلول‌های

حسی دو قطبی وجود دارد؛ ولی ساختار شبه‌مویی ندارد و آرایش سلولی آن تفاوت بسیار دارد. اندام حسی مرکب دیگر مخروط حسی راسی^{۲۶} جور پایان است که در چند گونه از جور پایان خاکزی بررسی شده است. این اندام به صورت یک

ساختار متراکم، از حدود ۵۰ تار تشکیل شده است که هر یک به نوبه خود دارای منفذ انتهایی است.

* گیرنده‌های مکانیکی

گیرنده‌هایی مکانیکی در همه جانوران از تک‌سلولی‌ها تا پستانداران عالی یافت می‌شوند. این گیرنده‌ها وظیفه درک محرک‌های مکانیکی محیط بیرون و محیط داخلی بدن جانور را بر عهده دارند. بعضی از این گیرنده‌ها با مقدار زیادی انرژی مکانیکی تحریک می‌شوند. در حالی که دیگر گیرنده‌های مکانیکی، مانند اندام‌های شنوایی به امواج صوتی که حتی کیلومترها دورتر تولید شده‌اند، حساسیت کافی دارند. موهای رشته‌ای و دریافت‌کننده‌های کوتیکولی

فشار^{۲۷} دو نمونه مهم از گیرنده‌های مکانیکی هستند

ساختار حسی مویی^{۲۸}؛ این گیرنده‌ها بیشترین نوع ساختارهای حسی در اسکلت خارجی بندپایان هستند، ولی همه آن‌ها به محرک‌های مکانیکی حساس نیستند. موهای حسی ممکن است به محرک‌های شیمیایی، گرمایی و رطوبتی نیز حساس باشند. ساختارهای حسی چندکاره علاوه بر محرک‌های مکانیکی به انواع دیگر انرژی نیز حساس‌اند. در موهایی که عمل دریافت

*** در رده‌های دیگر بندپایان، به جز حشرات، ساختارهای حسی تنوع زیادی دارند، ولی اطلاعات فیزیولوژیک در مورد فعالیت آن‌ها بسیار اندک است**

گیرنده‌های منفرد را کاهش می‌دهد؟ به نظر می‌رسد بررسی فعالیت پردازشی مرکزی گیرنده‌های رطوبت و گرما به این سؤال‌ها پاسخ خواهد داد. امروزه حتی روشن نیست کدام یک از دندریت‌ها گیرنده گرما و کدام یک گیرنده رطوبت است.

در رده‌های دیگر بندپایان، به جز حشرات، ساختارهای حسی تنوع زیادی دارند، ولی اطلاعات فیزیولوژیک در مورد

*** یک نمونه از گیرنده‌های لمسی، به صورت موهای ستبر با مفصل بندی نسبتاً محکم، در ناحیه ران سوسک حمام به فراوانی یافت شده است. در نقطه مقابل، بعضی موها بسیار نرم‌اند و با جریان ملایم هوا به آسانی خم می‌شوند**

فعالیت آن‌ها بسیار اندک است. طرح‌های موفولوژیک مشاهده شده در بندپایان (غیر از حشرات) به عنوان ساختارهای ابتدایی نام برده می‌شوند و عبارت‌اند از:

* وجود دو یا چند ساختار حسی در ارتباط با یک دندریت داخلی.

* تعداد زیاد سلول‌های غلاف.

* زواید سلول غلاف که متمایل به درون موی کوتیکولی^{۲۹} هستند.

برجسته‌ترین ساختار حسی در ساقه چشم مالاکوستراکا^{۳۰} دیده می‌شود که شامل

محرک‌های مکانیکی را بر عهده دارند، ابعاد و ساختار میکروسکوپی میله، استحکام و ساختار مفصل‌بندی آن اثر مهمی بر حساسیت و جهت‌یابی آن‌ها دارد. یک نمونه از گیرنده‌های لمسی، به صورت موهای ستبر با مفصل بندی نسبتاً محکم، در ناحیه ران سوسک حمام به فراوانی یافت شده است. در نقطه مقابل، بعضی موها بسیار نرم‌اند و با جریان ملایم هوا به آسانی خم می‌شوند.

نوع دوم در حشرات به عنوان ساختار رشته‌مانند یا نخ‌مانند^{۲۹} و در عنکبوت‌مانندها به تریکوبوتیوم^{۳۰} معروف‌اند. به نظر می‌رسد، تریکوبوتیوم‌ها ساده‌ترین گیرنده‌های مکانیکی باشند. این گیرنده‌ها موهای حساسی هستند که با یک نورون حسی عصبدهی می‌شوند. همه سلول‌هایی که با موهای دارای حساسیت مکانیکی مرتبط‌اند طی هستی‌زایی از یک سلول مادر اپیدرمی^{۳۱} منشأ می‌گیرند.

در حالی که گیرنده‌های مویی حشرات فقط با سلول حسی دو قطبی عصبدهی می‌شود، در عنکبوت‌ها دو یا چند سلول در ارتباط با آن وجود دارند. علاوه بر آن معمولاً سه سلول غلافی^{۳۲} وجود دارند:

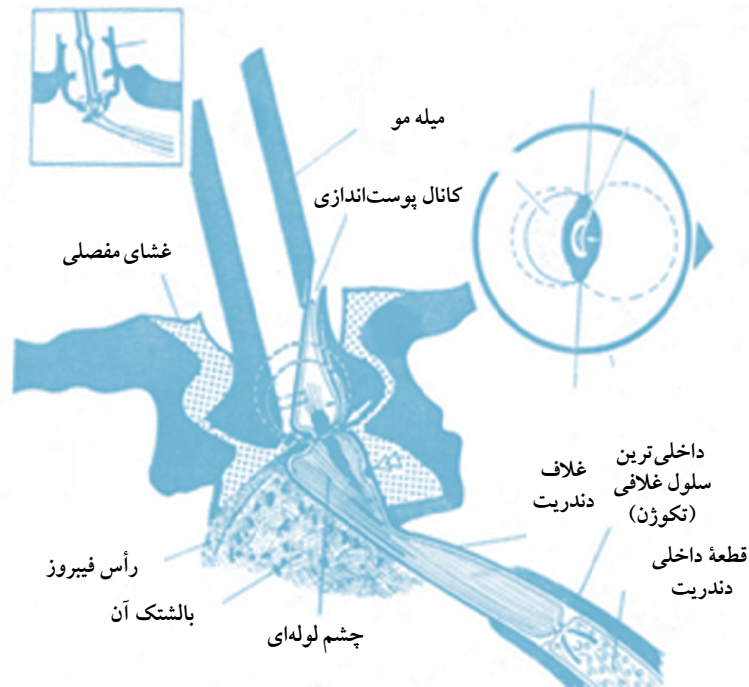
* یک سلول نرولمایی داخلی^{۳۳} که غلاف کوتیکولی را اطراف دندریت ترشح می‌کند.

* یک سلول تریکوزن که میله مو را ترشح می‌کند.

* یک سلول ترموزن که غشای حفره موکوتیکول آن را ترشح می‌کند.

سلول‌های تریکوزن و ترموزن در جهت کسب نقش مرفوزنتیک اعطایی خود در طی رشد و نمو، از کوتیکول مشتق می‌شوند. در ضمن رشد یک فضای خارج سلولی لنف رسپتوری در اطراف قاعده بخش دور دست دندریت‌های مو تشکیل می‌شود. فضای لنف رسپتوری و سلول‌های غلافی، به ویژه سلول ترموزن، نقش مهمی در تولید جریان رسپتوری بازی می‌کنند. این سلول‌ها در موهای حسی حشرات و ساختار حسی زنگوله‌ای شکل دارای ریزپرزهای رأسی است که به داخل فضای لنف رسپتوری جوانه می‌زنند. غشای رأسی ریزپرز جایگاه یک پمپ الکترونیک است که به عنوان منبع

این گیرنده‌ها در اسکلت خارجی حشرات عنکبوتیان و به تعداد کمتر در سخت‌پوستان وجود دارند. در حشرات شکل حفره گرد یا بیضی است. نام ساختار حسی زنگوله‌ای شکل از این واقعیت ناشی می‌شود که غشای احاطه‌کننده معمولاً به طرف خارج برآمده می‌شود و دندریت شبیه زبانه زنگ به آن متصل می‌شود. در سوراخ ساختار حسی عنکبوتیان حفره کوتیکولی قدری طویل می‌شود و غشای پوشاننده به طرف داخل برآمده می‌شود. ابعاد حفرات گیرنده فشار متغیرند. در ساختار حسی زنگوله‌ای حشرات نسبت طول به سطح به ندرت از ۱:۳ بیشتر است و اندازه محور طولی از ۱۳ μm است. منفذ ساختار حسی ممکن است ۲۰ μm طول داشته باشد، ولی فقط ۱-۲ مساحت دارد.



شکل ۱: موهای رشته‌ای - ساختار دقیق قاعده موی رشته‌ای جیرجیرک.

غشای پوشاننده در ساختار حسی

منفذدار در حدود $0.25/25 \mu\text{m}$ ضخامت دارد و عمدتاً از لایه متراکم اپی کوتیکول تشکیل می‌شود. در ساختار حسی زنگوله‌ای حشرات، چند لایه‌ای است و یک میکرون ضخامت دارد. برآمدگی رو به داخل ساختار حسی منفذدار و رو به خارج ساختار حسی نمونه‌هایی از غشای پوشاننده‌اند. اجزای سلولی گیرنده‌های فشار بندپایان شبیه موهای رشته‌ای است. همولوژی این دو عضو حسی ای این نتیجه‌گیری شده است. برخلاف شباهت کلی، تفاوت‌هایی در جزئیات ساختاری، تولید جریان گیرنده و محل شروع نیز در منحنی پتانسیل عمل وجود دارد.

به نظر می‌رسد، تریکوبوتیوم، ساده‌ترین گیرنده مکانیکی باشد. این گیرنده‌ها، موهای حساسی هستند که با یک نورون حسی عصب‌دهی می‌شوند. اندام‌های کوردوتونال، شامل چندین گیرنده مکانیکی است که توسط تعدادی نورون دو قطبی سطوح داخلی اسکلت خارجی را به یکدیگر مرتبط می‌کنند. از معروف‌ترین اندام‌های کوردوتونال می‌توان اندام‌های صماخی^{۳۶}، عضو جانستون^{۳۷} را نام برد.

پاسخ می‌دهند و با جریان خفیف پاسخ می‌دهند و با جریان ملایم هوا خم می‌شوند. حساسیت آن‌ها چنان است که فقط به جریان هوایی بدون جهت پاسخ نمی‌دهند، بلکه به جریان خفیف منظم هوا در حوزه نزدیک شنوایی پاسخ می‌دهند. طول موهای رشته‌ای *Barathra caterpillar* ۶۵۰-۴۵۰ میکرومتر است. تریکوبوتریاها در نوعی عنکبوت ۱۳۰۰ (*cupiennius*) - ۱۰۰ میکرومتر و در عنکبوت پرند بیش از ۲۵۰۰ میکرومتر طول دارند. طول تریکوبوتریاهای عقرب بین ۵۰۰ تا ۱۰۵۰ میکرومتر است.

* گیرنده‌های فشار^{۳۵} اسکلت خارجی بندپایان روزنه‌های حسی مربوط به حواس مختلف را دارند. اسکلت ساختار معینی هم برای گیرنده‌های کوتیکولی فشار دارد. این گیرنده‌ها به صورت حفراتی در اسکلت خارجی هستند.

نوک دندریت یک سلول حسی به غشای کوتیکولی پوشاننده حفره می‌رسد. دگرریختی برآمدگی‌های گودال باعث تغییر شکل این غشا و سپس دندریت می‌شود که بعد از آن پاسخ سلول عصبی جلوه می‌کند.

مهم محرک انرژی جریان گیرنده، شبیه چشم مهره‌داران، تعبیر می‌شود. دندریت‌های سلول‌های حسی دو قطبی به دو بخش داخلی و خارجی تقسیم می‌شوند که در بین آن‌ها یک ناحیه مژکی قرار دارد. جسم لوله‌ای آنها، طرح اختصاصی گیرنده‌های مکانیکی بندپایان است. جسم لوله‌ای قطعه انتهایی دندریت است. جسم لوله‌ای محتوی میکروتوبول‌های متراکمی است که در یک ماده اسموفیل با ترکیب شیمیایی ناشناخته، احاطه می‌شوند. دلایل قانع‌کننده‌ای وجود دارد که احتمالاً جایگاه انتقال حسی است. مطالعات اخیر نشان می‌دهند که مخروط‌ها یا رشته‌ها همان‌طور که نقش مهمی در جذب انرژی محرک دارند، به عنوان مولکول‌های گیرنده نیز عمل می‌کنند (شکل ۱).

* موهای رشته‌ای^{۳۴}: موهای رشته‌ای حشرات و عنکبوتیان کامل‌ترین نوع ساختارهای حسی مومانند می‌باشند. معروف‌ترین آن‌ها در بخش دمی سوسک حمام و جیرجیرک، بخش سینه‌ای صدپایان و تریکوبوتریاهای عقرب قرار دارند. موهای رشته‌ای و تریکوبوتریاها به حرکات خفیف

تولید مثل ماهیان

سیدمرتضی ابراهیمزاده

مدرس مرکز آموزش جهاد کشاورزی بابلسر

چکیده

اولین ماهیان در حدود ۴۷۰ میلیون سال قبل در دریاها ظاهر شدند. در حال حاضر، نزدیک به ۳۰۰۰۰ گونه ماهی از کوسه وال عظیم‌الجثه تا ماهی گویی کوچک شناسایی شده‌اند. ماهیان در آب رودخانه‌ها، نه‌رها، دریاچه‌ها و آب شور دریا و اقیانوس به سر می‌برند. تفاوت در نوع ماهیان سبب ایجاد تنوع در نوع تولیدمثل آن‌ها شده است. برخی از آن‌ها لقاح خارجی دارند و سلول‌های جنسی خود را داخل آب رها می‌کنند یا برخی از آن‌ها تخم‌ها را در دهان خود حمل می‌کنند و یا برخی دیگر لقاح داخلی دارند. با آن که اکثر ماهیان بعد از تولیدمثل تخم‌های خود را ترک می‌کنند، ولی برخی از آن‌ها از تخم‌های لقاح یافته خود محافظت می‌کنند.

کلیدواژه‌ها: ماهی، تولیدمثل، تخمک، اسپرم.

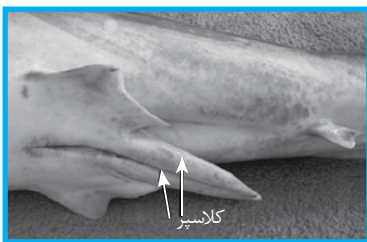
تنوع تولیدمثل

بخشی از اویدوکت یا مجرای تخم بر تبدیل گوناگونی سیستماتیک قابل توجه به رحم می‌شود.

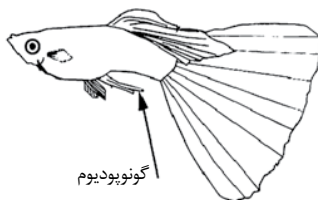
در ماهیان و تنوع مکان‌های زیستی آن‌ها در ایجاد تنوع زیاد استراتژی‌های تولیدمثلی که در مورفولوژی دستگاه‌های تولیدمثلی آن‌ها

در ماهیان و تنوع مکان‌های زیستی آن‌ها در ایجاد تنوع زیاد استراتژی‌های تولیدمثلی که در مورفولوژی دستگاه‌های تولیدمثلی آن‌ها

برخی دیگر از ماهیان تخم‌ها را با خود حمل می‌کنند، بیشتر آن‌ها تخم‌ها را در دهان خود حمل می‌کنند و برخی دیگر در حفره آیششی یا در کیسه‌های ویژه در روی بدن خود تخم‌ها را حمل می‌کنند



شکل ۱- تغییر شکل باله شکمی به اندام جفت‌گیری (کلاسیپر) در کوسه



شکل ۲- تغییر شکل باله منخرجی به اندام جفت‌گیری (کلاسیپر) در ماهی گویی

انعکاس یافته، مؤثر بوده است. اکثر ماهیان سلول‌های جنسی خود را به داخل آب رها می‌کنند اما برخی از آن‌ها زنده‌ها هستند. ماهیان زنده‌ها ممکن است تخمگذار زنده‌ها باشند که تخم‌ها در بدن ماهی ماده تفریح می‌یابد یا ممکن است زنده‌ها باشند که جنین از طریق بافت مادر تغذیه می‌شود. در برخی از ماهیان تخمگذار زنده‌ها جنین در داخل تخمی که هنوز در فولیکول قرار دارد، تکامل می‌یابد و اوولاسیون (یا آزادسازی تخم) و تولد هم‌زمان اتفاق می‌افتد. در دیگر ماهیان تخمگذار زنده‌ها تخم از فولیکول خارج می‌شود و در حفره تخمدان به رشد خود ادامه می‌دهد. در برخی از ماهیان زنده‌ها دیواره فولیکول تخم در تماس نزدیک با جنین قرار دارد و به این طریق تغذیه آن‌ها انجام می‌گیرد. در کوسه‌های زنده‌ها،

پی‌نوشت

1. Exoskeleton
2. milieu interior
3. motoneurone
4. sensillum
5. Hygro- and thermoreceptor
6. Mechanaoreceptors
7. thread hairs
8. cuticular strain – detectors
9. wigglesworth
10. Yokohari
11. Periplantae Americana
12. Tominaga
13. sesillum caoitulum
14. chordotonal organ
15. Tateda
16. moist unit
17. dry unit
18. cold unit
19. Altner
20. Loftous
21. pit organ
22. chordotonal organ
23. cuticular hair
24. Malacostraca
25. Bellonci
26. apical sensory cone
27. cutialar strain detectors
28. Hair sensilla
29. filiform
30. Trichobothrium
31. Epidermal mother cell- stammzelle
32. sheath cell
33. neurolemma
34. Thread hairs
35. strain detectors
36. tympany
37. jounston

منابع

1. Champan, R., F. (1999) The Insects structure and function, The English univeysity pressLtd. London.
2. Bereiter- Hahn, t. and Mtolisty, A. G, (2004). Biology of integument invertebrate. Springer- verlage company. Berlin.
3. John R. MEYER. ENTOMOLOGY. Department of Entomology. NC State University. 2006.

۴. باقری‌زنوز، ابراهیم. اصول مورفولوژی و فیزیولوژی حشرات. انتشارات دانشگاه تهران. تهران، ۱۳۸۲.
۵. شجاعی، محمود. حشره‌شناسی (جلد ۱ و ۲). انتشارات دانشگاه تهران. تهران، ۱۳۸۵.

انواع لقاح

در ماهیان زنده‌زا و برخی از ماهیان تخمگذار، لقاح داخلی است و روش‌های

ماهیان می‌توانند با سایر ماهیان هم‌افروودیت جفت‌گیری داشته باشند. در یک ماهی هم‌افروودیت در زمانی که تخمک و اسپرم خود را هم‌زمان رها

می‌کند، خودلقاحی خارجی اتفاق می‌افتد. در برخی دیگر از این ماهیان ممکن است خودلقاحی داخلی اتفاق بیافتد. در برخی از ماهیان یک تناوب

زمانی در هم‌افروودیتی دیده می‌شود. در این ماهیان، ماهیان جوان با ادامه رشد جنسیت خود را تغییر می‌دهند.

در تولیدمثل به صورت بکرزایی، تخم‌های لقاح نیافته به جنین تبدیل می‌شوند. این حالت در تعداد معدودی از ماهیان دیده شده است. به عنوان مثال در *Poecilia Formosa* بکرزایی طبیعی دیده شده است (شکل ۳). در این ماهی گرچه فرایند تکامل جنین بدون لقاح انجام می‌گیرد اما جفت‌گیری با یک ماهی نر برای تحریک تخم لازم است.

*** در برخی از ماهیان تخمگذار زنده‌زا جنین در داخل تخمی که هنوز در فولیکول قرار دارد، تکامل می‌یابد و اوولاسیون (یا آزادسازی تخم) و تولد هم‌زمان اتفاق می‌افتد**

مختلفی برای انتقال اسپرم به بدن جنس ماده وجود دارد. در کوسه‌ها باله‌های شکمی ماهی نر به اندام انتقال دهنده اسپرم به بدن جنس ماده به نام «کلاسیپر» تغییر می‌یابد (شکل ۱). در ماهی گوپی باله منجر جی به اندامی مشابه کلاسیپر کوسه‌ها به نام «گونوپودیوم» تغییر می‌یابد (شکل ۲).

انواع الگوهای تولیدمثلی

حداقل سه نوع تولیدمثل جداجنسی، هم‌افروودیت و بکرزایی در ماهیان دیده شده است. در اکثر ماهیان، تولیدمثل از نوع جداجنسی است که در آن‌ها ماهی نر و ماده از هم جدا هستند، با وجود این در این حالت نیز تنوع زیادی وجود دارد. در برخی از ماهیان زنده‌زا ماهیان ماده قادر به ذخیره اسپرم برای ۸ تا ۱۰ ماه هستند. در برخی موارد ماهی ماده قادر به حمل اسپرم چند ماهی نر به طور هم‌زمان است.

در تولید مثل هم‌افروودیت یک ماهی دارای هر دو جنسیت نر و ماده است و هر

مراقبت والدینی

مراقبت والدینی نیز در بین ماهیان دارای تنوع بالایی است. برخی از ماهیان مانند هرینگ اقیانوس آتلانتیک، گروه‌ها و دستجات بزرگی از نر و ماده تشکیل می‌دهند و به طور آزاد تخمک و اسپرم خود را رها و سپس آن‌ها را ترک می‌کنند. دیگر

در برخی از ماهیان زنده‌زا ماهیان ماده قادر به ذخیره اسپرم برای ۸ تا ۱۰ ماه هستند. در برخی موارد ماهی ماده قادر به حمل اسپرم چند ماهی نر به طور هم‌زمان است

دو سلول اسپرم و تخمک (به طور هم‌زمان یا در زمان‌ها مختلف) را تولید می‌کند. این

ماهیان آشیانه می‌سازند و از تخم و لاروهای تازه بیرون آمده از تخم مراقبت می‌کنند. برخی دیگر از ماهیان تخم‌ها را با خود حمل می‌کنند، بیشتر آن‌ها تخم‌ها را در دهان خود



شکل ۴- نگهداری تخم در دهان ماهی تا زمان تخم‌گشایی

حمل می‌کنند و برخی دیگر در حفره آبششی یا در کیسه‌های ویژه در روی بدن خود تخم‌ها را حمل می‌کنند.

پی‌نوشت

1. Ovoviviparous
2. Viviparous

منابع

درفشان، سالار و ابراهیم‌زاده، سیدمرتضی (۱۳۸۹). زیست‌شناسی تولیدمثل ماهی، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، صفحات ۵۰-۶۳.
Coward K. Bromage N.R. Hibbitt O. Parrington J. (2002). Gamete physiology, fertilization and egg activation in teleost fish, *Reviews in fish biology and fisheries*, 12: 33-58.

Helfman G.S. Collette B.B. Facey D.E. (1997). *The Diversity of fishes*. Blackwell Science, Inc. pp. 47-48.

Hoar W.s. (1982) Reproduction. In: Hoar, W.S. and Randall, D.J. (eds), *Fish Physiology Volume III Reproduction and Growth, Bioluminescence, Pigments and Poisons*. Academic Press, New York/ London, pp. 1-72.

Jalabert B. (2005). Particularities of reproduction and oogenesis in teleost fish compared to mammals. *Reprod. Nutr. Dev.* 45: 261-279.

McMillan D.B. (2007). *Fish Histology: Female Reproductive Systems*. Springer. Pp. 1-5.



شکل ۳- ماهی *Poecilia Formosa* که دارای بکرزایی است

فیلوژنی و رسم ساده درخت تکاملی

مسیح شرافتیان

دبیر دبیرستان سالم تجریش

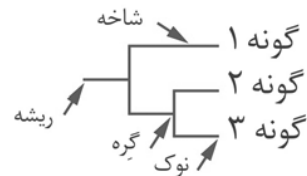
اشاره

فیلوژنی با تاریخ تکاملی موجودات زنده سر و کار دارد و گونه‌زایی با تغییرات ساختار ژنتیک و واگرایی جمعیت‌ها همراه است. بنابراین باید بتوانیم با استفاده از تفاوت‌های ژنتیک بین گونه‌های امروزی، تاریخ تکاملی آن‌ها را بازسازی کنیم. این روابط معمولاً به صورت درخت‌های فیلوژنتیک یا درخت‌های تبارزایشی نشان داده می‌شوند. این درخت‌ها روابط اجدادی میان گروه‌های موجودات زنده را نشان می‌دهند. این گروه‌ها ممکن است گونه‌ها، یا گروه‌های بزرگ‌تر باشند.

کلیدواژه‌ها: فیلوژنی، درخت تکاملی، درخت تبارزایشی.

اجزای درخت فیلوژنتیک

درخت فیلوژنتیک (شکل ۱)، وجود و انشعاب شاخه‌ها، دودمان‌ها را در طول زمان نشان می‌دهد. طول هر شاخه ممکن است اختیاری، یا برگرفته شده از مقیاس زمانی خاصی باشد که زمان بین وقوع گونه‌زایی‌ها را نشان می‌دهد. نقطه‌هایی را که در آن‌ها دودمان‌ها واگرا می‌شوند **گره** می‌نامند. هر گره نماینده یک جد مشترک برای گونه‌های واگرا شونده در گره است. **نوک** شاخه‌ها، نمایانگر گونه‌ها، یا گروه‌های بزرگ‌تری است که امروزه زنده‌اند، یا منقرض شده‌اند. **ریشه** درخت فیلوژنتیک نشان‌دهنده قدیمی‌ترین جد مشترک همه گروه‌های نشان داده شده روی درخت است.



شکل ۱. اجزای یک درخت فیلوژنتیک نشان دهنده روابط بین سه گونه.

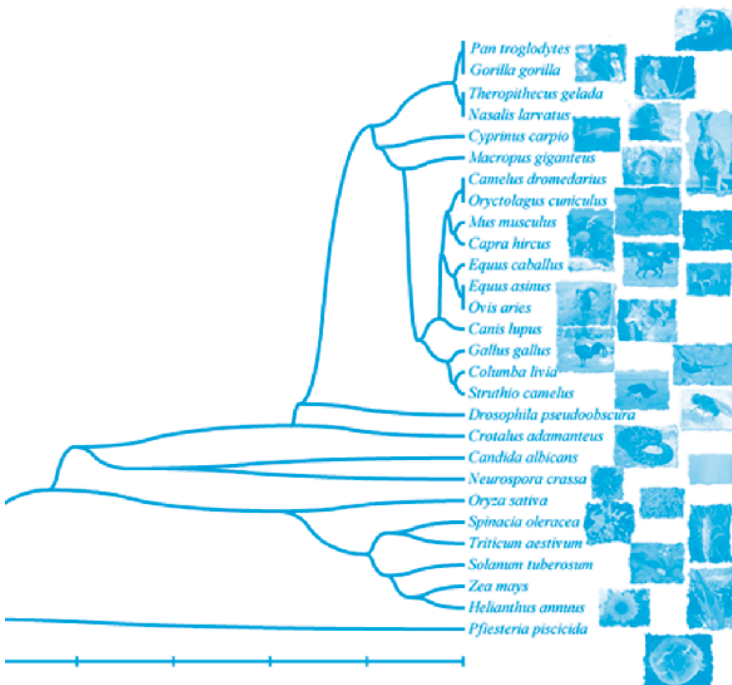
ساختن درخت تکاملی با استفاده از توالی آمینواسیدها

در یکی از مهم‌ترین مثال‌های بازسازی درخت فیلوژنتیک از

موجود زنده	تفاوت آمینواسید	کم‌ترین فاصله با جهش
شامپازه	۰	۰
میمون قرمز	۱	۱
خرگوش	۹	۱۲
خوک	۱۰	۱۳
سگ	۱۰	۱۳
اسب	۱۲	۱۷
پنگوئن	۱۱	۱۸
شاپره	۲۴	۳۶
مخمر	۳۸	۵۶

داده‌های مربوط به توالی سیتوکروم C در بسیاری از موجودات زنده استفاده کرده‌اند. سیتوکروم C، یکی از اجزای زنجیره انتقال الکترون در میتوکندری است که توالی آمینو اسیدی آن به کندی تکامل پیدا کرده است.

تغییرات آمینو اسیدها، محصول تغییرات نوکلئوتیدهاست. ممکن است تغییر بیش از یک نوکلئوتید برای تغییر هر آمینواسید خاص لازم باشد. وقتی که تغییرات نوکلئوتید لازم برای تفاوت همه آمینواسیدهای یک پروتئین جمع شود، حداقل فاصله با جهش بین ژن‌های هر دو گونه دلخواه محاسبه می‌شود. ستون دوم حاصل این محاسبات را برای ژن‌های رمزکننده سیتوکروم C نشان می‌دهد. همان‌طور که انتظار می‌رود این اعداد از تفاوت آمینواسیدی متناظرشان بزرگ‌ترند. از داده‌های تفاوت مابین ژن‌های سیتوکروم C، از تعدادی از موجودات زنده آشنا استفاده شده است و درخت تکاملی آن‌ها رسم شده است



شکل ۲. درخت تکاملی رسم شده با مقایسه توالی سیتوکروم C با استفاده از نرم‌افزار مگا

محمد بن زکریای رازی

پزشک تجربه‌گرا



محمد علی ابوعلی

او تک‌نگاشت‌هایی کم‌حجم، اما برخی دیگر رساله‌هایی پر حجم و پر محتوا هستند. پزشکی، علوم طبیعی، شیمی، ریاضیات، نورشناسی، نجوم، علم کلام و فلسفه از موضوع‌های مورد علاقه او بود. معروف‌ترین آثار او در پزشکی کتاب‌های «الحاوی»، «طب منصور» و «الجدری و الحصبه» است.

«ابوریحان بیرونی نوشته است که رازی در ابتدا به کیمیا اشتغال داشته است، اما پس از آن که چشمان او بر اثر کار مداوم با مواد تند و تیز آسیب دیده، به قصد درمان بیماری چشمان خود به پزشکی روی آورد.» مورخان نوشته‌اند که رازی مدتی در بغداد اقامت کرد، در آن جا به تحصیل علم و پزشکی پرداخت و در همان جا به ریاست بیمارستان معتضدی برگزیده شد. اما پس از مدتی به ری بازگشت و در مقام ریاست بیمارستان ری تا پایان عمر به درمان بیماران مشغول بود.

می‌گویند هنگامی که می‌خواستند بیمارستان معتضدی بغداد را بسازند، با او برای انتخاب محل مناسب برای آن بیمارستان مشورت کردند. رازی فرمان داد چند قطعه مسایو گوشت را در محله‌های گوناگون شهر بپاویزند و گفت جایی که قطعه گوشت در آن جا دیرتر فاسد می‌شود برای احداث بیمارستان مناسب است. از این رو او را نخستین دانشمندی می‌دانند که درباره تئوری عامل مولد و رد تئوری تولید خود به خودی موجودات زنده (خلق الساعه) شرح نوشته است. رازی بخش ویژه بیماران روانی را در آن بیمارستان بنیان گذاشت و برای هر گروه از بیماران رژیم غذایی مناسب آن‌ها را تعیین می‌کرد. رازی دانشمند و پزشکی مبتکر و تجربه‌گرا بود. نوشته‌های دیگران را با دید انتقادی می‌خواند و آن اندیشه‌هایی را که با واقعیت‌ها و تجربه‌های او سازگار نبودند رد می‌کرد. او با دقت بیماران را معاینه می‌کرد و سپس به تشخیص و درمان می‌پرداخت. مثلاً خود او نوشته است: «عبدالله بن سواده به تب‌های نامنظم دچار شده بود که گاه هر روز، گاه یک روز در میان و گاه هر چهار روز یاشش روز یک بار به

کلیدواژه‌ها: تاریخ پزشکی اسلامی، الحاوی، طب منصور، الجدری و الحصبه.

ری در سده سوم هجری شهری بزرگ بود که در سرزمینی حاصل خیز بین رشته کوه البرز و دشت قرار داشت. «ابن حوقل» این شهر را یکی از شهرهای بزرگ و زیباترین شهر خاورزمین دانسته، «استخری» آن را شهری با ساختمان‌هایی از گل رس و آجر با مساحت حدود ۸ در ۸ فرسنگ برآورد کرده و «ابن فقیه همدانی»

ابوریحان بیرونی نوشته است که رازی در ابتدا به کیمیا اشتغال داشته است، اما پس از آن که چشمان او بر اثر کار مداوم با مواد تند و تیز آسیب دیده، به قصد درمان بیماری چشمان خود به پزشکی روی آورد

ابریشم، صنایع چوبی و ظروف لعابی را از صنایع این شهر برشمرده و نوشته است که ری در آن زمان پنج دروازه و هشت بازار بزرگ داشته است. «محمد بن احمد مقدسی» آن را یکی از شهرهای بزرگ اسلامی دانسته و از وجود بازار بزرگ میوه و بازار بزرگ کتاب در این شهر سخن گفته است. این شهر بزرگ در سده سوم هجری در اوج شکوفایی بوده و دانشمندی بزرگ را در دامان خود پرورش داده است. «ابوبکر محمد بن زکریای رازی» در سال ۲۵۱ هجری قمری در شهر ری متولد شد، دوران کودکی، نوجوانی و جوانی خود را در زادگاه خویش سپری کرد؛ در جوانی با فلسفه، موسیقی، شیمی و شعر آشنا شد، اما بعداً به زرگری و کیمیاگری و سپس به پزشکی روی آورد. رازی نویسنده، پزشک و شیمی‌دانی خلاق، پرکار و توانا بود. او بیش از دویست اثر از خود به یادگار گذاشته است. برخی از نوشته‌های



بسیاری ادرار، حدس مرا در زخم کلیه او قوی تر کرد، ولی نمی دانستم که پدرش نیز سستی مثانه دارد و از چنین دردی شکایت می کند...»
زمانی که رازی رئیس بیمارستان ری بود، روش خاصی برای آموزش پزشکی ابداع کرده بود. نخست دانشجویان تازه کار، هر بیمار جدیدی را که به بیمارستان وارد می شد، معاینه می کردند. اگر آنان خود را در تشخیص یا درمان ناتوان می دیدند، آن گاه از دانشجویان قدیم تر کمک می خواستند و چنان چه دانشجویان قدیم هم در این کار درمی ماندند، به خود رازی مراجعه می کردند. این روش آموزش پزشکی هنوز در بیمارستان های آموزشی جهان به کار می رود.

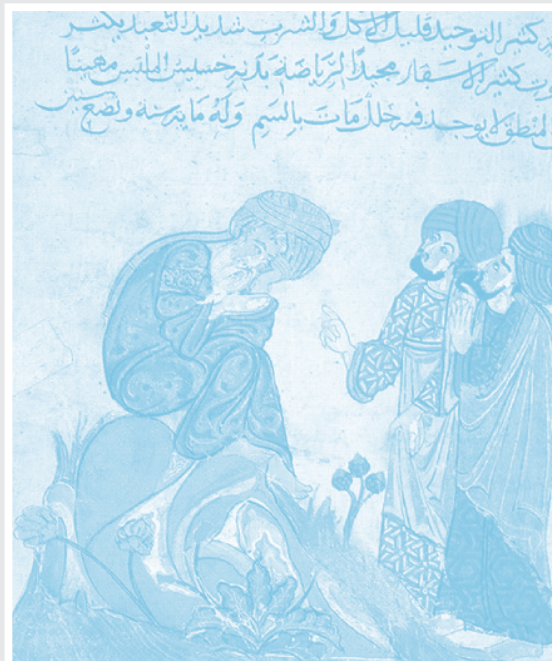
آثار رازی

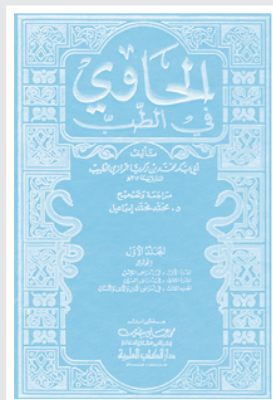
می گویند هنگامی که می خواستند بیمارستان معتضدی بغداد را بسازند، با او برای انتخاب محل مناسب برای آن بیمارستان مشورت کردند. رازی فرمان داد چند قطعه مساوی گوشت را در محله های گوناگون شهر بپاویزند و گفت جایی که قطعه گوشت در آنجا دیرتر فاسد می شود برای احداث بیمارستان مناسب است. از این رو او را نخستین دانشمندی می دانند که درباره تئوری عامل مولد و رد تئوری تولید خود به خودی موجودات زنده (خلق الساعه) شرح نوشته است

رازی در کتاب «السیره الفلسفیه» نوشته است که: «کوشش و پشتکار من در فراگیری دانش به اندازه ای بود که بیش از ۲۰ هزار ورقه به خط تعویذ نوشتم و پانزده سال از عمر خود را شب و روز در تألیف «جامع کبیر» (الحاوی) صرف کردم. بر اثر این کار در نیروی بنیایی و عضله دست من سستی پدید آمد و مرا از نوشتن محروم کرد. با این همه، از جست و جوی علم باز نمانده ام و دائماً به یاری اطرافیانم می خوانم و با دست ایشان می نویسم.»

فهرست آثار رازی را «ابن ندیم» در کتاب «الفهرست» آورده است. ابوریحان بیرونی نیز کتابی درباره آثار رازی نوشته است. بر پایه

سراغ او می آمد. پیش از شروع تب، لرز مختصری همراه با تکرر ادرار به او دست می داد. من گفتم که یا این تبها به تب ربع تبدیل خواهند شد، یا بیمار زخمی در کلیه دارد. کمی بعد، در ادرار او چرک ظاهر شد. به او گفتم که دیگر تب باز نخواهد گشت و چنین شد. تنها چیزی که مانع شد که در نخستین بار نظر خود را درباره زخم کلیه این بیمار ابراز کنم، این بود که پیش از آن به تب غب و تب های دیگر مبتلا بود و گمان می رفت که این تب های نامنظم از التهاب هایی باشند که چون قوت گیرند به تب ربع تبدیل می شوند. به علاوه، بیمار از سنگینی گرده شکایت نکرده بود که چون برمی خیزد آن را احساس می کند و من نیز فراموش کرده بودم که در این باره چیزی از او بپرسم. در واقع





فهرست بیرونی، رازی ۱۸۴ کتاب در موضوع‌های مختلف نوشته است: پزشکی، ۵۶ کتاب؛ طبیعیات، ۳۳ کتاب؛ منطق، ۷ کتاب؛ ریاضیات و اخترشناسی، ۱۰ کتاب؛ تفسیر و تخلص کتاب‌های فلسفی و پزشکی

کوشش و پشتکار من در فراگیری دانش به اندازه‌ای بود که بیش از ۲۰ هزار ورقه به خط تعویذ نوشتم و پانزده سال از عمر خود را شب و روز در تألیف «جامع کبیر» (الحاوی) صرف کردم. بر اثر این کار در نیروی بینایی و عضله دست من سستی پدید آمد و مرا از نوشتن محروم کرد. با این همه، از جست و جوی علم باز نمانده‌ام و دائماً به یاری اطرافیانم می‌خوانم و با دست ایشان می‌نویسم

دیگران، ۷ کتاب؛ علوم فلسفی و تخمینی، ۱۷ کتاب؛ ماوراءالطبیعه، ۶ کتاب؛ الهیات، ۱۴ کتاب؛ کیمیا، ۲۲ کتاب؛ و فنون مختلفه، ۱۰ کتاب.

محمود نجم‌آبادی، پژوهشگر تاریخ علم طب، با برابر نهادن فهرست بیرونی، ابن‌قفطی، ابن‌ابی‌اصیبه و ابن‌ندیم، کتابی به نام مؤلفات و مصنفات ابوبکر محمد بن زکریای رازی، فراهم آورده است که در سال ۱۳۳۹ از سوی انتشارات دانشگاه تهران منتشر شد. او در این کتاب ۲۷۱ کتاب برای رازی برشمرده است. رازی در پنجم شعبان ۳۱۳ هجری (۱۵ اکتبر ۹۲۵ میلادی) در ری وفات یافت. مکان اصلی آرامگاه او نامعلوم است.

- منابع**
۱. صاحب، غلامحسین. **دایره‌المعارف فارسی** (مقاله‌ی رازی). انتشارات فرانکلین، چاپ اول ۱۳۴۵
 ۲. محقق، مهدی. **فیلسوف ری، محمدبن زکریای رازی**. نشر نی، چاپ سوم، ۱۳۶۸
 ۳. براون، ادوارد. **تاریخ طب اسلامی**. ترجمه مسعود رجب‌نیا. انتشارات علمی و فرهنگی، چاپ ششم، ۱۳۸۳
 ۴. نصر، سید حسین. **علم و تمدن در اسلام**. ترجمه احمد آرام. چاپ دوم ترجمه فارسی ۱۳۵۹
 ۵. هونکه، زیگريد. **فرهنگ اسلام در اروپا**. ترجمه مرتضی رهبانی. دفتر نشر فرهنگ اسلامی، چاپ چهارم ۱۳۷۳
 ۶. سارتن، جرج. **مقدمه‌ای بر تاریخ علم**. ترجمه غلامحسین صدیقی افشار. انتشارات علمی و فرهنگی، چاپ دوم، ۱۳۸۳

پدروس

میدان زیست ایران

علی اصغر موسوی کیا (صحراگرد)

کارشناس ارشد حشره شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین
دبیر زیست‌شناسی بیرجند

دراکولای کوچک

شکار حشرات دیگر وجود دارد.

* سینه: سینه بسیار بزرگ و بزرگ‌تر از سر، بال‌های جلویی به رنگ سبز یا آبی متالیک‌اند که به بالپوش تبدیل شده‌اند. ضمناً عرض بالپوش‌ها بیشتر از طول آن‌هاست. بال‌های عقبی حشره غشایی و به هر بند سینه یک جفت پای رونده متصل است.

* شکم: شکم حشره ۸ بندی است که هرچه به انتهای بدن حشره نزدیک می‌شود، باریک‌تر می‌شود.

پدروس‌ها دگرذیسی کامل و چهار مرحله‌ای، شامل تخم، لارو، شفیره و حشره کامل دارند. طول دوره لاروی آن‌ها یک ماه و دوره زندگی حشره بالغ ۱۲ ماه است.

حشره بالغ، نقاط مرطوب و سایه‌دار را به عنوان زیستگاه ترجیح می‌دهد. کوتاه بودن بالپوش‌ها موجب از دست رفتن مقدار زیادی از آب بدن حشره می‌شود. به همین علت حشره بالغ نسبت به تغییرات شدید دمایی و کاهش رطوبت بسیار حساس است و با پناه بردن به محیط‌های مناسب سعی در برطرف کردن این ضعف دارد. بدین لحاظ در مناطقی که تغییرات روزانه و فصلی و محلی گرما و رطوبت محیط زیاد باشد، زیستگاه‌های پدروس موقتی و پراکنده است.

تخم‌گذاری این حشرات متمرکز نیست، بلکه تخم‌ها را بر سطح زیستگاه پراکنده می‌کنند. تخم‌ها سفید، کدر، کروی و بسیار ریزند. لارو این حشرات حدود ۴ میلی‌متر طول دارد. شفیره آن‌ها را در سطح خاک، یا در عمیق چندمیلی‌متری زیر خاک می‌توان یافت. حشره بالغ

* پدروس‌ها به شدت از تابش آفتاب گریزان‌اند و به هنگام روز در سایه پناه می‌گیرند، اما در مقابل تمایل زیادی به نورهای مصنوعی دارند و به همین علت شب هنگام به اماکن مسکونی هجوم می‌آورند

تمایل کمتری به پرواز دارد و زمانی که احساس خطر کند، خود را در لابه‌لای ریشه‌های گیاهان، لانه‌های مورپانه‌ها، مورچه‌ها و شکاف‌های سطح خاک پنهان می‌کند.

این حشرات برای زمستان‌گذرانی به عمق توده گیاهان وحشی و علف‌های هرز پناه می‌برند. اوج فعالیت پروازی این سرده از سوسک‌ها بین ساعات ۲۱ تا ۲۲ است. پدروس‌ها به شدت از تابش آفتاب

مقدمه

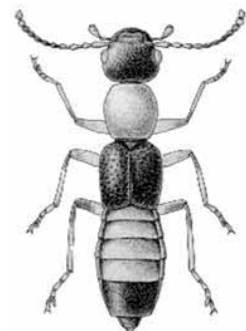
«پدروس» حشره‌ای با نام علمی *paederus fuscipes*



است دراکولا در گیلان به نام‌های «شب‌سوز»، «تله‌گز»، «زرخ پوتار»، «گرنزه پوتار»، «چی سوزان» و «تله مورجونه» نیز شناخته می‌شود.

پدروس‌ها حشراتی از خانواده استافیلینیده از راسته قاب‌بالان‌اند. سرده پدروس دارای ۶۲۲ گونه با پراکندگی جهانی است که ۳۰ گونه آن بیماری‌زایند. این حشره بدنی باریک و کشیده به رنگ سیاه و نارنجی دارد.

از ویژگی‌های مشخص این سرده کوتاه بودن بالپوش‌هاست. بالپوش‌ها فقط چند بند اول شکم را می‌پوشانند و بدین لحاظ پنج بند انتهایی شکم قابل رؤیت باقی می‌مانند. جفت بال‌های عقبی غشایی و توسعه یافته‌اند و در پرواز به کار می‌روند. رنگ بالپوش‌ها آبی یا سبز متالیک است. اندازه این حشره بین ۱۴-۱۲ و گاهی ۲۵ میلی‌متر است.



کلیدواژه‌ها: پدروس، دراکولا.

ریخت‌شناسی

بدن پدروس از سه قسمت سر، سینه و شکم تشکیل شده است. * سر: روی سر آنتن یا شاخک‌ها (۱۱ بندی، طویل، نخی شکل)، چشم‌های مرکب درشت و نزدیک به هم و قطعات دهانی مناسب برای

اهمیت پزشکی

اهمیت پزشکی این حشرات به علت ایجاد ضایعات پوستی است که به آن «پدروسیس» یا «درماتیت پدروس» گویند. درماتیت پدروس که درماتیت خطی نیز نامیده می‌شود، در پی له شدن حشره روی پوست بدن به وجود می‌آید. بر اثر له شدن این حشرات ماده فعالی که به طور طبیعی در همولنف آنها وجود دارد، سطح پوست را آغشته می‌کند و موجب بروز درماتیت می‌شود. این ماده که «پدرین» نام دارد، فقط بر اثر له شدن حشره آزاد می‌شود و گزش یا نیش حشره نقشی در آزاد شدن آن ندارد. این ترکیب در برخی از گونه‌ها و نه در همه آنها، توسط حشره ماده بالغ تولید می‌شود و به هنگام تخم‌گذاری سطح تخم‌ها را می‌پوشاند این ماده که ماده‌ای ترش‌حی و دفاعی در برابر عقرب و دیگر بندپایانی است که قصد تغذیه از تخم این حشرات را دارند، دارای اثر ضدباکتریایی ضعیف است اما برای سلول‌های یوکاریوتیک بسیار سمی است. بلع این ماده موجب بروز آسیب‌های داخلی بسیار شدید می‌شود و تزریق وریدی آن موجب مرگ می‌شود و می‌گویند از سم مار کبری نیز قوی‌تر است.



سمیت پدرین بیشتر به واسطه توقف در بیوسنتز پروتئین و تقسیم سلولی است. ساختار این ماده بسیار شبیه به ساختار شیمیایی

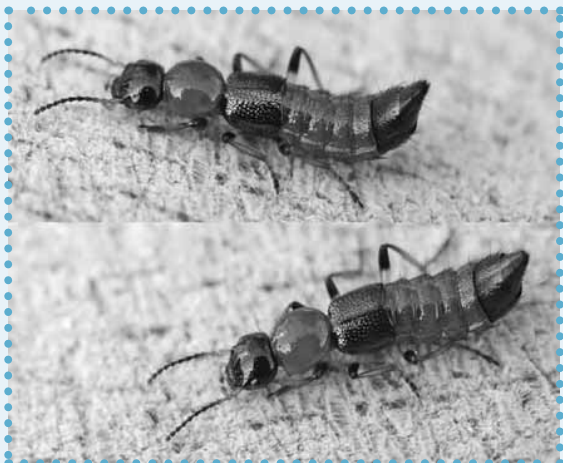
* پدرین در برخی از گونه‌ها و نه در همه آنها، توسط حشره ماده بالغ تولید می‌شود و به هنگام تخم‌گذاری سطح تخم‌ها را می‌پوشاند این ماده که ماده‌ای ترش‌حی و دفاعی در برابر عقرب و دیگر بندپایانی است که قصد تغذیه از تخم این حشرات را دارند، دارای اثر ضدباکتریایی ضعیف است اما برای سلول‌های یوکاریوتیک بسیار سمی است

گریزان‌اند و به هنگام روز در سایه پناه می‌گیرند، اما در مقابل تمایل زیادی به نورهای مصنوعی دارند و به همین علت شب هنگام به اماکن مسکونی هجوم می‌آورند. معمولاً در شب‌هایی که دمای هوا زیاد و رطوبت محیط بالاست، پرواز این حشرات به میزان زیادتری صورت می‌گیرد. این حشرات از قدرت پرواز خوبی برخوردارند، به طوری که از فاصله ۷۹ کیلومتری ساحل دریا به سوی نور کشتی جلب می‌شوند

* این حشرات شکارچی‌اند و در بسیاری از کشورهای دنیا به عنوان عامل مبارزه زیستی با آفات مزارع برنج، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و آفتابگردان و غیره استفاده شده‌اند

و این نکته قابلیت تحرک و مهاجرت این حشره‌ها را نشان می‌دهد. فعالیت فصلی حشره بالغ در شهرستان‌های مختلف متفاوت است و به عواملی چون تعداد نسل و طول دوره زمستان‌گذرانی وابسته است. در شمال ایران، مزارع برنج از عمده‌ترین زیستگاه‌های این حشره است در حالی که در استان فارس نقش مزارع برنج شمال را مزارع یونجه ایفا می‌کنند. این حشرات شکارچی‌اند و در بسیاری از کشورهای دنیا به عنوان عامل مبارزه زیستی با آفات مزارع برنج، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و آفتابگردان و غیره استفاده شده‌اند. یکی از خصوصیات این حشرات این است که وقتی بر سطح زمین حرکت می‌کنند، انتهای بدن خود (شکم و دم) را مثل عقرب از زمین بلند می‌کنند.

* درماتیت پدروس که درماتیت خطی نیز نامیده می‌شود، در پی له شدن حشره روی پوست بدن به وجود می‌آید



ماده‌ای به نام MYCALAMIDE است. آزمایش‌هایی انجام گرفته، حاکی است که پدیرین دارای خاصیت ضدتومور است و از این نظر با ماده ضدتومور MYCALAMIDE قابل مقایسه است.

حشره نر و حشره ماده، هر دو حاوی سم هستند؛ ولی درمانیتی که توسط حشره ماده ایجاد می‌شود، شدیدتر است در ابتدا دانشمندان متعددی، اعضای تناسلی این حشره را منبع ایجاد سم معرفی کرده‌اند، اما استخراج سم از سر، قفسه سینه و شکم این حشره در سال

* آزمایش‌هایی انجام گرفته، حاکی است که پدیرین دارای خاصیت ضدتومور است و از این نظر با ماده ضدتومور MYCALAMIDE قابل مقایسه است

۱۹۶۳ گواهی وجود این ماده در سرتاسر بدن حشره است.

میزان پدیرین در بدن این حشره آنقدر ناچیز است که برای به دست آوردن مقدار لازم به منظور تعیین ساختمان شیمیایی آن به ۱۰۰ کیلوگرم از این حشره، یعنی معادل حدود ۲۵ میلیون عدد از آن‌ها نیاز بوده است.

درمانیت پدروس نوعی درمانیت تماسی تاولی سوزش‌دار و اپیدرمولیزیس خود التیام‌یابنده پوست انسانی است که شکل و اندازه آن منوط به شکل و وسعت منطقه تحت تأثیر ماده پدیرین است.

* میزان پدیرین در بدن این حشره آنقدر ناچیز است که برای به دست آوردن مقدار لازم به منظور تعیین ساختمان شیمیایی آن به ۱۰۰ کیلوگرم از این حشره، یعنی معادل حدود ۲۵ میلیون عدد از آن‌ها نیاز بوده است

کانون‌های فرعی این بیماری بر اثر خارانندن محل آلوده به سم و انتقال یافتن آن به اطراف و نیز آزاد شدن پروتئازهای اپیدرمی و در نتیجه تخریب اپیدرم در اطراف کانون اولیه زخم به وجود می‌آید.

عارضه در سه مرحله تکامل می‌یابد

۱. حدود ۲۴-۴۸ ساعت بعد از تماس پوست با سم لکه‌هایی در محل تماس به وجود می‌آیند که قرمز رنگ و پراکنده‌اند اما به تدریج به هم می‌پیوندند و نسبتاً تیره‌رنگ می‌شوند و موجب اریتماتوز کامل ناحیه تماس می‌شوند. در این زمان زخم شبیه حالتی مشابه زخم حاصل از چکیدن مایعی داغ روی پوست است.

۲. در این مرحله که حدود روز سوم تا چهارم پس از التهاب اولیه آغاز می‌شود، وزیکول‌های کوچکی ظاهر می‌شوند که به تدریج بزرگ

می‌شوند و شکلی خطی پیدا می‌کنند.

۳. این مرحله همراه با خارش شدید است. در این مرحله زخم خشک می‌شود و سطح آن ترک برمی‌دارد و در واقع حالتی اسکواموزی پیدا می‌کند. سپس به تدریج پوسته‌های زخم ریزش می‌کنند و لکه‌هایی هیپرپیگمانته جای آن را می‌گیرند. هیپرپیگمانتاسیون اغلب زودگذر و موقتی است، ولی گاه ممکن است تا چند ماه هم باقی بماند. پوسته‌ریزی نیز ممکن است چند مرتبه صورت بگیرد یعنی ممکن است پس از پوسته‌ریزی اولیه در اثر خارانندن محل و یا به طور خودبه‌خودی پوست جدید نیز مجدداً به همان ترتیب ریزش می‌کند و تعویض می‌شود.

زمان شیوع

موارد بیماری درمانیت پدروس هر ساله با شدت و ضعف از ماه‌های اردیبهشت تا آبان، به خصوص در ماه‌های خرداد و تیر و مرداد که هوا به شدت گرم و مرطوب است، مشاهده می‌شود. در همین موقع وفور حشره نیز در بالاترین حد تراکم است. در شمال ایران درمانیت و عوارض پوستی ناشی از پدروس‌ها به علت وجود شرایط مساعد پرورش برای تکثیر پدروس‌ها زیاد است. این عارضه در همه گروه‌های سنی از هر دو جنس و از هر شرایط اجتماعی و طبقاتی به یک نسبت مشاهده می‌شود.

منابع

۱. مصطفی نیکدل، مطالعات بیشتر در زمینه بیولوژی و بیماری‌زایی پدروس در رامسر (پایان‌نامه جهت دریافت کارشناسی ارشد در رشته حشره‌شناسی پزشکی)، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران سال تحصیلی ۷۵-۷۴.
۲. نیکبخت‌زاده، سیدمحمود، تیرگری، دکتر سیاوش (۱۳۷۸)، گزارش دوگونه قاب بال دارای اهمیت پزشکی از استان فارس به مجله بهداشت ایران، سال بیست‌وهشتم، شماره ۴-۱ صفحه ۸۶-۷۳.
۳. مجیدی شاد، بیژن، بررسی گون‌های بیماری‌زای جنس پدروس مولد درمانیت در شمال ایران (پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در حشره‌شناسی پزشکی) دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران سال ۱۳۸۶.
۴. پورموسی ملک‌شاه، ع، بررسی مقدماتی تأثیر یک روش شیمیایی در کاهش جمعیت پدروس در شمال ایران در شهرستان بابل، (پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در حشره‌شناسی پزشکی مایند) دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران سال ۸۰-۱۳۷۹.
۵. نیکدل م، تیرگری، س، بررسی خصوصیات زیستی رفتار بیماری‌زایی سوسک‌های دراکولا در منطقه رامسر، فصلنامه علمی پژوهشی سازندگی ۱۳۷۷.

6. p.kocienski, jarowicki and s. marczak, pedrin: the metallited dihydropyran approach, stereoselective reduction of n-acylimidates via rhodium-catalysed hydroboration, synthesis. 1991

7. T.M.L. willson, P. locienski, K.Jaeowicki. A. Faller, K.Isaac, S.F.campbell and J.Bordner, studies Related to the sybthesis of Pederin.

Part 1. Synthesis of Ethyl peederate and Benzoylselenopederic ACID., Tetrahedron, 46, 1990, 1757.

پاکسازی زیستی خاک‌های آلوده به نفت

حمیده حیدری، زهرا حسینی

دبیر راهنما: شهره سلیمی

مرکز تحقیقات انجمن زیست‌شناسی پژوهش‌سرای دانش‌آموزی محمد بن زکریای رازی ۱ ری

چکیده

در این پروژه مشخص شد که در بعضی از منابع طبیعی، مانند خاک و آب میکروارگانیسم‌هایی وجود دارد که می‌توانند مواد نفتی را تجزیه کنند. آزمایش‌های انجام شده روی ۹ نمونه خاک نشان داد که خاک مناطق میدان آرژانتین، اسفندآباد و رسوبات فین کاشان دارای میکروارگانیسم‌های مؤثرتری برای تجزیه مواد نفتی نسبت به سایر مناطق است. پس از پاکسازی خاک‌های آلوده به نفت به وسیله میکروارگانیسم‌های موجود در نمونه‌های مذکور، میزان کشت گیاه گندم در خاک‌های تیمار شده با نمونه‌های خاکی و انجام کروماتوگرافی برای تعیین ترکیبات نفتی مورد آزمایش قرار گرفت. آزمایش‌ها نشان دادند که میزان رشد گندم در خاک‌های تیمار شده با نمونه‌های خاکی مورد بررسی، بیشتر از خاک‌هایی است که صرفاً آلوده به نفت‌اند.

کلیدواژه‌ها: پاکسازی زیستی، میکروارگانیسم، قارچ، باکتری، آنزیم.

مقدمه

پاکسازی زیستی فرایندی تدریجی است و در آن از موجودات زنده در از بین بردن سموم محیط استفاده می‌کنند. این فرایند یکی از مؤثرترین روش‌های ساماندهی محیط‌های آلوده و پاکسازی خاک‌های آلوده است (۴). این روش پاکسازی در بسیاری از کشورها، خصوصاً کشورهای اروپایی، مورد استفاده قرار گرفته و نتایج موفقیت‌آمیز داشته است (۴). پاکسازی زیستی هم در هر دو شرایط، *in situ* و هم *ex situ* پیشرفت‌های علمی بسیاری داشته است که علت اصلی آن افزایش استفاده از مخرب‌های زیستی توسط انسان‌هاست (۴). در تجزیه زیستی، میکروارگانیسم‌ها از مواد آلوده‌کننده محیط به‌عنوان ماده غذایی و عامل انرژی‌زا استفاده می‌کنند (۲). امروزه یکی از مشکلاتی که مردم جهان با آن روبه‌رو هستند، مشکلات زیست‌محیطی است. افزایش روزافزون آلاینده‌هایی که بسیار دیر تجزیه می‌شوند یا اصلاً تجزیه نمی‌شوند از سال‌های دور اساس فعالیت و تحقیق بسیاری از دانشمندان شده است.

ابتدا دانشمندان از روش‌های علم شیمی و مواد شیمیایی استفاده می‌کردند تا این آلاینده‌ها را تجزیه کنند اما مواد استفاده شده و مواد باقیمانده حاصل از واکنش آنها خود باعث آلودگی محیط زیست می‌شد. از طرف دیگر این صنعت از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نبود. امروزه دانشمندان سعی می‌کنند با روش‌های زیستی این مواد را تجزیه کنند و موجودات و مواد زیستی را با روش‌های مهندسی ژنتیک و نانو زیست فناوری چنان تغییر دهند و ترکیب کنند که بتوانند در سطح صنعتی و مقرون به صرفه اقتصادی و حداقل مصرف برای این تجزیه زیستی، استفاده کنند. بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته تا حدی به این صنعت دست یافته‌اند (۳). در ایران نیز بعضی از زمین‌های کشاورزی به علت نشت لوله‌های نفتی و استخراج نفت، آلوده شده‌اند و قابل کشت نیستند.

باتوجه به اینکه اکنون ما واردکننده صنعت تجزیه زیستی با قیمت‌های گزاف هستیم، در صورتی که روش‌های پاکسازی زیستی برای خاک و آب‌های زیرزمینی حاوی مواد آلوده‌کننده، در کشورهایی که به این صنعت دست پیدا کرده‌اند، به دلیل مقرون و به صرفه بودن به‌طور وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد (۵-۶).

ما در انجمن زیست‌شناسی دانش‌آموزی پژوهش‌سرای رازی با طراحی پروژه‌های پژوهشی، با استفاده از رنگ‌آمیزی و معرف‌های مختلف و باتوجه به امکانات پژوهش‌سرا درصد برداشتن گامی هرچند اندک در جهت انجام این صنعت تجزیه زیستی بر آمدیم تا بتوانیم با اعلام نتایج این بررسی در جهت خودکفایی کشور از این صنعت به کشورهای پیشرفته سهمی داشته باشیم.

مواد آزمایش

۱. نمونه‌های خاک (استریل- پالایشگاه- مناطق اطراف شهری و سایر مناطق)
۲. نمونه‌های آب
۳. نفت خام
۴. کاغذ لیتموس
۵. میتل آمین
۶. میتل اورانژ
۷. برم تیمول بلو
۸. سبز میتل
۹. فنیل فتالین
۱۰. متلین بلو
۱۱. پیرو گال
۱۲. فوشین بازی
۱۳. کاغذ کروماتوگرافی
۱۴. استون
۱۵. کاغذ صافی
۱۶. اتانول
۱۷. کاغذ باطله

وسایل

۱. اتو کلاو (Zaim medical- Iran Tab- Zaeem 87419)
- پلیت
- بشر
- استوانه مدرج
- ترازو (با دقت ۰/۰۱)
- میکروتیوپ استریل شده
- پیپت
- لوله آزمایش

تیمار خاک‌های آلوده با نمونه‌های زیستی

نمونه‌های موجود خاک (10 gr) را که از مناطق مختلف از جمله مناطق اطراف شهری جمع‌آوری شده بود به خاک‌های پالایشگاه که به مقدار مساوی (هر کدام 30 gr) در پلیت توزین شده بود اضافه کردیم. پس از گذشت 30 روز مراحل زیر را انجام دادیم. مقداری از هر نمونه را در میکروتیوپ‌های از قبل تهیه شده ریختیم، به طوری که تنها یک چهارم حجم میکروتیوپ استریل را داشته باشد. از آنجا که بعضی مواد به عنوان واسطه به واکنش تجزیه کمک می‌کنند، ما از هر نوع نمونه 2 لوله تهیه کردیم و به یکی از لوله‌ها علاوه بر مواد لوله دیگر کاغذ باطله خیس کرده و له شده (به عنوان لایه سلولزی) را نیز اضافه کردیم که این لایه نیز تنها یک چهارم حجم لوله را به خود اختصاص می‌داد. در مرحله آخر مقداری از نفت خام را در لوله‌ها می‌ریختیم به طوری که تنها یک چهارم حجم لوله را داشته باشد. بدین ترتیب یک دوم لوله‌ها بدون لایه سلولزی و سه چهارم لوله‌های دارای لایه سلولزی پر شد. هدف از کامل پر نکردن لوله این بود که در آخر حجمی از لوله برای اضافه کردن معرف رنگی باقی

روش انجام آزمایش

مقدار خاک آلوده گرفته شده از روابط عمومی پالایشگاه نفت شهری را به 6 دسته 30 gr وزن کردیم و به مقدار مساوی در 5 لیوان یکبار مصرف ریختیم. این در حالی بود که 3 نمونه خاک را استریل کرده بودیم (به عنوان شاهد) و گندم را خیس کردیم و پس از آنکه ریشه‌های آن‌ها به طول 1 سانتی‌متر رسید در هر لیوان 10 گندم را کاشتیم. تعداد گندم رشد کرده و میزان رشد را پس از 30 روز طبق جدول یک یادداشت کردیم.

نمونه خاک	نمونه شماره 1	نمونه شماره 2	نمونه شماره 3	نمونه شماره 4	نمونه شماره 5	نمونه شماره 6
تعداد گندم رشد کرده	1	1	2	0	0	0
طول رشد بلندترین گندم	2/5	2	2	0	0	0

جدول شماره 1 شمارش تعداد گندم‌های رشد کرده در خاک‌های تیمار نشده طرف پالایشگاه

معرف رنگی	میتل آمین	تورنسل	میتل اورانژ	برم تیمول بلو	سبز میتل	فنل فتالین	متلین بلو	پیروگال
معرف+ حلال آب	سفید	بنفش کم‌رنگ	نارنجی	سبز لجنی	آبی	سفید	آبی پررنگ	قهوه‌ای
معرف+ نفت	ایجاد رسوب دانه دانه	بدون تغییر رنگ و شکل	بدون تغییر	سیاه	بدون تغییر	بدون تغییر	ایجاد رسوب دانه دانه	بدون تغییر

جدول 2 اثر معرف‌های رنگی بر نفت خام

آزمایش‌های مشابه را روی نمونه‌های جمع‌آوری شده تکرار کردیم. از آنجا که تغییر رنگ نمونه‌های تیمار شده دلیل قانع‌کننده‌ای برای تجزیه نفت‌خام نیست در گام بعدی برای اثبات اینکه نفت درون نتایج به شرح ذیل است:

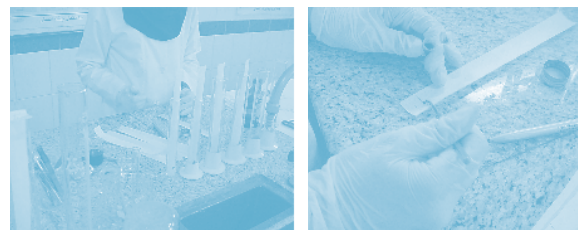
تغییر رنگ		تغییرات ظاهری		تغییرات نمونه زیستی
با کاغذ	بدون کاغذ	با کاغذ	بدون کاغذ	
سبز رنگ	سبزرنگ	کاهش حجم	-	خاک امامزاده
سبز	قهوه‌ای روشن	کاهش حجم	کاهش حجم	خاک قارچ‌دار
سبزرنگ	سبز یشمی	-	-	خاک نوبنیاد
سبزرنگ	-	کاهش حجم	کاهش حجم	خاک قنات
سبزرنگ و نارنجی	قهوه ای مایل به قرمز	کاهش حجم	-	خاک سرلک رشت
به صورت لایه لایه سبز شده است	تغییر رنگ نداد	کاهش حجم	لایه لایه شدن	خاک اسفندآباد
سبز رنگ	-	کاهش حجم بسیار	کاهش حجم	خاک خیابان لنگری
سبز و قرمز	-	لایه لایه شده و حباب هوا بین لایه‌ها وجود داشت	کاهش حجم	آب فردیس کرج
سبز	-	لایه لایه شده و حباب هوا بین لایه‌ها وجود داشت	کاهش حجم	آب بید گنه کرج
سبز	-	لایه لایه شده و حباب هوا بین لایه‌ها وجود داشت	کاهش حجم	آب موتور کرج
سبز	-	لایه لایه شده و حباب هوا بین لایه‌ها وجود داشت	کاهش حجم	آب قنات زمان آباد
سبز و نارنجی	قهوه‌ای تیره	بدون تغییر	بدون تغییر	آب آبشار سرلک
سبز رنگ	-	کاهش حجم	-	آب خیابان لنگری
-	-	کاهش حجم	کاهش حجم	آب آهک

جدول ۴ اثر نمونه‌های زیستی بر نفت خام

میکروتیوپ تجزیه شده‌اند یا خیر از روش کروماتوگرافی استفاده کردیم. البته برای نشان دادن تجزیه یک ماده می‌توانیم از روش‌های مختلف مثل تقطیر جزء به جزء، کروماتوگرافی، الکتروفورز استفاده کرد اما چون حجم ماده استفاده شده ما کم بود از روش تقطیر استفاده نکردیم.

مراحل انجام کروماتوگرافی

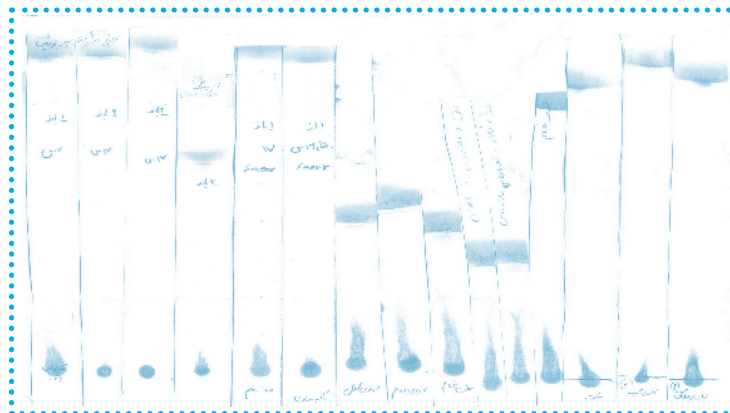
۱. ابتدا کاغذهای کروماتوگرافی را به عرض ۲ سانتی‌متر و طول ۲۵ سانتی‌متر بریدیم. ۲. سانتی‌متر بالای لبه کاغذ را بامداد علامت



شکل ۲ انجام کروماتوگرافی روی کاغذ را نشان می‌دهد



شکل ۳ انجام کروماتوگرافی روی کاغذ را نشان می‌دهد



شکل ۴ نتایج کروماتوگرافی

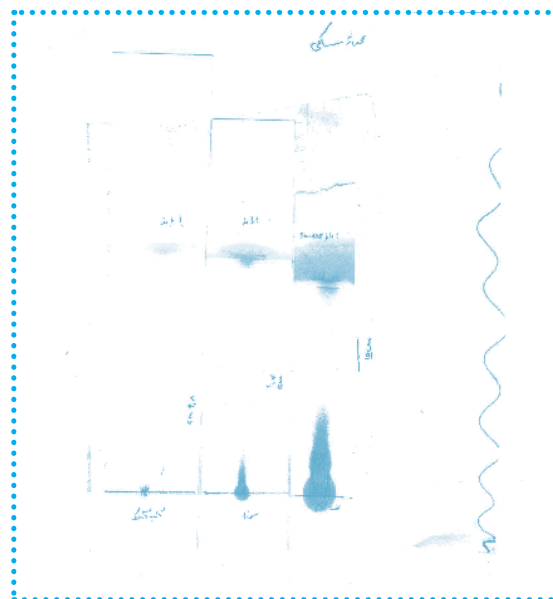
گذاشتیم.

۲. روی یک کاغذ نمونه نفت خام و روی کاغذهای دیگر نمونه نفت خام حاوی مواد زیستی را گذاشتیم.

۳. درون استوانه مدرجها را حلال بوتانل پر کرده و کاغذهای کروماتوگرافی را درون آنها گذاشتیم.

۴. وقتی حلال به یک سانتی متر لبه بالایی کاغذ رسید کاغذ را از درون استوانه مدرج خارج کرده و پس از خشک شدن از آن عکس گرفتیم.

چنانچه در شکل (۴ و ۵) مشاهده می شود سرعت حرکت مواد در نمونه نفت خام و نمونه های تیمار شده فرق می کند که دلیل بر تغییرات حاصل بر نفت می باشد.



شکل ۵ نتایج کروماتوگرافی

کاشت گندم مجدد

برای اینکه مطمئن شویم نفت موجود در خاک آلوده تجزیه شده و برای کشت قابل استفاده است، نمونه های تیمار شده را مانند مرحله اول که در خاک های مناطق اطراف پالایشگاه گندم کشت داده بودیم عمل کردیم و در نمونه های تیمار شده خود به کشت گندم روی آوردیم.

استفاده گیاه گندم دو علت داشت:

الف) گندم گیاهی مقاوم است

ب) گندم یکی از گیاهان بومی منطقه شهر ری است.

در آخر نتایج کشت گندم را در جدولی نوشتیم

نوع زمین نمونه زیستی	تعداد گندم رشد کرده در خاک آلوده به نفت	طول رشد بلندترین گندم در خاک آلوده	تعداد گندم رشد کرده در خاک استریل شده (نمونه شاهد)	طول رشد بلندترین گندم در خاک استریل شده (نمونه شاهد)	تعداد گندم رشد کرده در خاک آلوده	طول رشد بلندترین گندم در خاک آلوده
خاک میدان معلم	۱	۴	۰	۰	۹	۵
خاک امامزاده	-	۲	۰	۰	۴	۵/۵
خاک باغچه پژوهش سرا	-	۲	۱	۱/۵	۶	۴/۵
خاک قنات	-	۳	۱	۲	۱	۴
خاک بید گنه	-	۶	۰	۰	۲	۴
خاک خیابان لنگری	۲	۵	۰	۰	۱۰	۷
خاک اسفندآباد	۱	۹	۰	۰	۱۰	۶/۵
رسوب فین کاشان	-	۶	۰	۰	۱۰	۸
خاک با قارچ درختی	۵	۹	۲	۲/۵	۱۰	۷/۵
خاک سرلک	۱	۱۰	۰	۰	۷	۵
خاک کرج	۳	۸	۰	۰	۱۰	۷/۵

جدول ۵ مشخصات گندم های رشد کرده در زمین های سالم، آلوده تیمار شده، خاک آلوده به نفت

نتایج آزمایش

نمونه‌های زیستی ما شامل خاک، آب و قارچ بود. هر آزمایش ۲ بار تکرار می‌شد. هدف ما قابل کشت شدن زمین‌های آلوده به نفت بود. آنچه مشخص نیست نتایج براساس نوع خاک و نمونه زیستی استفاده شده اختلاف داشت اما ظاهراً چنانچه خاک آلوده تحت تأثیر تجزیه زیستی قرار گیرد نه تنها قابل کشت می‌شود بلکه نسبت به خاک معمولی حاصلخیزتر نیز شده است.

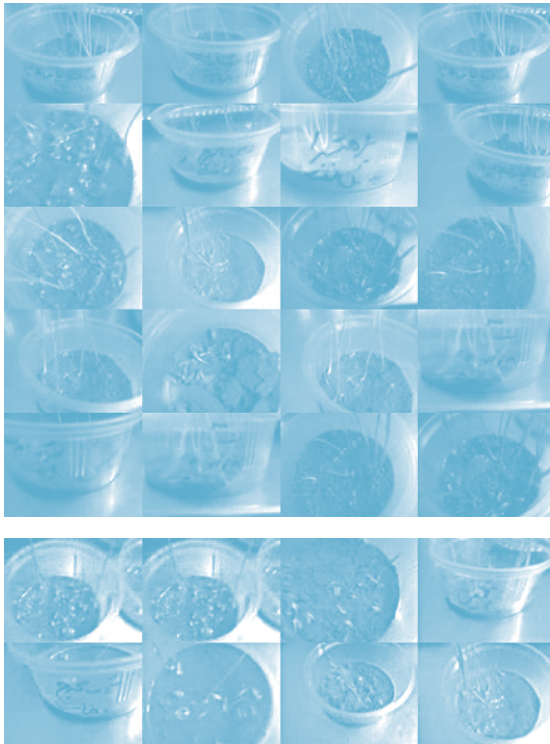
با توجه به نمودار ۱ نتیجه می‌شود که گندم در خاک استریل شده پالایشگاه هیچ رشدی ندارد و امکان رشد گندم در خاک غیراستریل اطراف پالایشگاه بسیار کم است.

باتوجه به نمودار ۲ نتیجه می‌شود که خاکی که همراه قارچ است با وجود آلوده بودن به نفت خام اثر مؤثرتری بر رشد گندمها دارد.

با توجه به نمودار ۳ نتیجه می‌شود که خاک‌های مناطق میدان معلم، خیابان لنگری، اسفندآباد، رسوب فین کاشان، خاک همراه با قارچ درختی، خاک کرج دارای میکروارگانیسم‌هایی مؤثرتری نسبت به سایر نمونه‌ها هستند که می‌توانند شرایطی را برای رشد گندم در خاک‌های آلوده پالایشگاه فراهم کنند.

بحث:

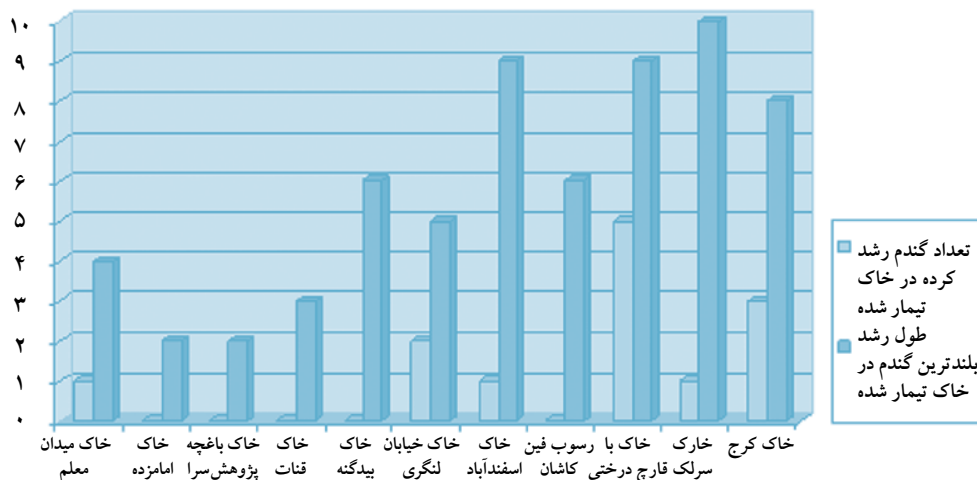
به‌طور کلی پاکسازی زیستی راهی مؤثر و مقرون به صرفه برای پاکسازی آب‌های زیرزمینی و خاک‌های آلوده پیشنهاد می‌کند.



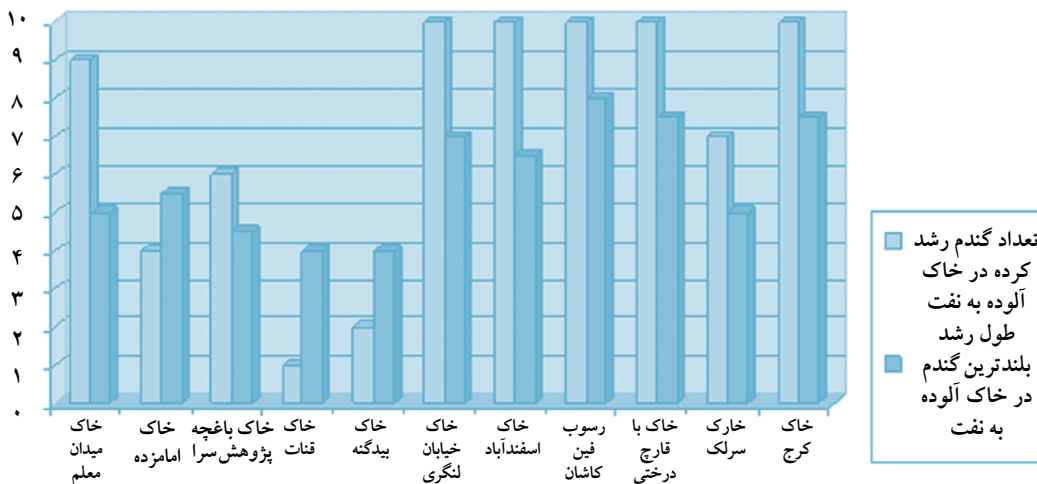
شکل ۶ گندم‌های رشد کرده در زمین‌های آلوده تیمار شده



نمودار ۱- ۲ تعداد و طول گندم‌های رشد کرده در خاک آلوده پالایشگاه در شرایط استریل و غیراستریل



نمودار ۲- ۳ تعداد و طول گندم‌های رشد کرده در نمونه‌های خاکی تیمار شده



نمودار ۲-۲ تعداد و طول گندم‌های رشد کرده در نمونه‌های خاکی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف

polluted gianfred soils,2004,university of Napoli, Italy

2. Hammel, K. E., and P. J. Tardone. 1988. The oxidative 4-dechlorination of polychlorinated phenols is catalyzed by extracellular fungal lignin peroxidase. *Biochemistry* 27:6563-6568.

3. Janssen, G. G., T. M. Baldwin, D. S. Winetzky, L. M. Tierney, H. Wang, and C. J. Murray. 2004. Selective targeting of a laccase from *Stachybotrys chartarum* covalently linked to a carotenoid-binding peptide. *J. Pept. Res.* 64:10-24.

4. Karhunen, E., A. Kantelinen, and M. L. Niku-Paavola. 1990. Mn-dependent peroxidase from the lignin-degrading white rot fungus *Phlebia radiata*. *Arch. Biochem. Biophys.* 279:25-31.

5. Sasek, V., J. A. Glaser, and P. Baveye. 2003. The utilization of bioremediation to reduce soil contamination: problems and solution. Kluwer Academic publishers, Amsterdam, The Netherlands.

6. van der Gast, C., A. S. Whiteley, M. Starkey, C. J. Knowles, and I. P. Tompson. 2003. Bioaugmentation strategies for remediating mixed chemical effluents. *Biotechnol. Prog.* 19:1156-1161

7. Vyas, B. R. M., S. Bakowsky, V.Šašek, and M. Matucha. 1994. Degradation of anthracene by selected white rot fungi. *FEMS Microbiol. Ecol.* 14:65-70.

8. wangij, bioremediation process, swghwj898. cupedu. cn, 2007.

9. White, T. J., T. Bruns, S. Lee, and J. Talor. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics, p. 315-322. In M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, and T. J. White (ed), *PCR protocols: a guide to methods and applications*. Academic Press, San Diego, Calif.

10. Wunch, K. G., T. Feibelman, and J. W. Bennett. 1997. Screening for fungi capable of removing benzo[a]pyrene in culture. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 47-620:624.

11. zablutowicz, R.M.,spedeliH.K.,Bioremediation of contaminated soils, 757, southern weed seipnce laboratory.

12. Zak D., Holmes W., MacDonald N. and Pregitzer K (1999) Soil temperature, matri potential, and the kinetics of microbial respiration and nitrogen mineralization. *Soil Science Society of Amerrica Journal*; 63: 575-584.

13. Zjang J. and Chiao C. (2002) Novel Approches for remediation of pesticide pollutants. *International Journal Environmental and Pollution*; 18(5):423-433

14. Zhou J. Xia B., Huang H., Palumbo A. and Tiedge J. (2004) Microbial diversity and heterogeneity in sandy subsurface soils. *Applied and Environmental Microbiology*; 70 (3): 1723-1734

مزیت‌های این روش در مقایسه با مضرات آن بیشتر است، گواه اینکه بسیاری از کشورها این روش را برای پاکسازی انتخاب می‌کنند (۴).

بعضی منابع خاک جمع‌آوری شده به خوبی نفت خام را تجزیه کرده بود علائم این تجزیه برای ما، تغییر رنگ نفت خام سیاه به رنگ سبز و قرمز با استفاده از معرف رنگی، تغییر سرعت حرکت نفت، تعداد لایه‌های ایجاد شده روی کاغذ کروماتوگرافی و رشد گندم در خاک، واجد آلاینده نفتی بود که بدون افزایش عامل مورد بررسی، رشد نمی‌کرد. برای ما مسلم شد که در بعضی خاک‌ها میکروارگانسیم‌هایی از قبیل باکتری‌ها و قارچ‌هایی وجود دارند که می‌توانند مواد نفتی را تجزیه کنند. لازم به تذکر است که در سال ۲۰۰۴ آزمایشی انجام گرفته^۱ و به نتایج مشابهی منجر شده است.

در این پروژه ما درصدد برداشتن گامی هرچند اندک در جهت انجام این صنعت تجزیه زیستی برآمدیم تا بتوانیم با اعلام نتایج این بررسی در جهت خودکفایی کشور از این صنعت به کشورهای پیشرفته، سهمی داشته باشیم. امید است افرادی دیگر در ادامه این پروژه نتایج مؤثرتری به ثمر رسانند.

پیشنهادها

۱. تخلیص و جداسازی باکتری‌ها و قارچ‌های مؤثر در پاکسازی آلاینده‌های نفتی از منابع طبیعی

۲. بررسی و مقایسه کارایی این باکتری‌ها و قارچ‌ها نسبت به یکدیگر پاکسازی آلاینده‌های نفتی از منابع طبیعی

۳. ایجاد باکتری‌ها و قارچ‌های موتانت با استفاده از موتاژن‌ها که قدرت تجزیه کردن آلاینده‌های نفتی را بیشتر دارند.

پی‌نوشت

۱. درون موجود زنده

۲. خارج از شرایط موجود زنده

منابع

1. A, Rao,m.potential of extra cellular enzymes inremediation of



کنو کاو

کاربرد ریز جلک ها در تولید سوخت های زیستی

ترجمه: هاجر بخشی پور

مدرس دانشگاه پیام نور مرکز رامسر
و دانشجوی دکترای سیستماتیک گیاهی

مقدمه

درک استفاده مناسب و مؤثر از انرژی پاک برای آینده یکی از چالش های نگران کننده جامعه است و ارتباط نزدیکی با ثبات کره زمین، ترقی اقتصادی و کیفیت زندگی دارد. سوخت ها حدود ۷۰ درصد کل احتیاجات انرژی کره زمین را به ویژه در حمل و نقل، صنعت و گرمای خانگی شامل می شوند. در حال حاضر الکتریسیته، ۳۰ درصد مصرف انرژی دنیا را به خود اختصاص داده است. در اتحادیه اروپا بخش حمل و نقل، مسئول نشر ۲۵ درصدی گازهای گلخانه ای است. پس لازم است روش های کاهش این خروج را بررسی کنیم. وسایل نقلیه باید تمیزتر باشند و کارایی سوخت ها افزایش یابد و باز میزان وابستگی به سوخت های فسیلی کاسته شود. سوخت های دیزلی باید از منابع تجدیدشدنی، غیرسمی و زیست تجزیه پذیر تهیه شوند (۵).

کلیدواژه ها: دیزل زیستی، هیدروژن زیستی، متان زیستی.

تعریف سوخت های زیستی

سوخت های زیستی^۱، نوعی سوخت است که از منابع زی توده به دست می آید. یعنی ماهیت سوخت زیستی به گیاهانی برمی گردد که فقط چند ماه یا چند سال از برداشت آن ها می گذرد.

انواع سوخت های تولیدی زیستی

اتانول مایع، متانول، دیزل زیستی^۲ سوخت های دیزل گازی مانند بیهیدروژن و بیومتان از انواع سوخت های زیستی هستند. آلودگی های زیست محیطی ناشی از مصرف

سوخت های فسیلی و همچنین محدود

بودن ذخایر این نوع سوخت ها سبب شده

* آلودگی های زیست محیطی ناشی از مصرف سوخت های فسیلی و همچنین محدود بودن ذخایر این نوع سوخت ها سبب شده است انرژی حاصل از سوخت های زیستی، بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد

کرد. سوخت دیزلی زیستی، جانشین تجدیدپذیری برای سوخت های دیزلی سنتی یا معدنی است که معمولاً از روغن های گیاهی حاصل از محصولاتمانند کلم و سویا به دست می آید. اتانول زیستی نیز نوعی سوخت جایگزین الکلی برای بنزین است که از محصولات نشاسته ای و قندی مانند ذرت،

نیشکر و چغندر قند تولید می شود. به طور کلی منابع اولیه سوخت های زیستی در ضایعات چوبی، تفاله های محصولات کشاورزی، نیشکر، غلات، روغن گیاهان و سبزیجات، پسماندهای روغن، روغن گیاهان

است انرژی حاصل از سوخت های زیستی، بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. سوخت دیزلی زیستی و اتانول زیستی از مهم ترین سوخت های زیستی هستند که می توان از آن ها در صنعت حمل و نقل استفاده

تازه و محصولات غیر خوراکی (مانند روغن جلبک‌ها) اشاره کرد (۶).

مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده سوخت‌های زیستی

سوخت‌زیستی اولین‌بار در دهه ۷۰ در برزیل تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. برزیلی‌ها از بقایای نیشکر اتانول تهیه کردند و در کنار بنزین آن را به عنوان سوخت کمکی به کار بردند. امروزه ۲۰ درصد از سوخت مصرفی برزیل دارای منشأ گیاهی است و این کشور توانسته است وابستگی خود را به سوخت‌های فسیلی کاهش دهد. در اروپا کشت گیاهان

برای تهیه سوخت‌زیستی در دهه ۸۰ به عنوان گزینه‌ای برای استفاده از زمین‌هایی که به علت تولید بیش از حد محصولات کشاورزی بی‌استفاده مانده بود، معمول شد. بعدها نگرانی روزافزون جهانی از تأثیرهای مخرب سوخت‌های فسیلی بر وضعیت محیط زیست باعث شد که سوخت زیستی به عنوان سوخت سبز مورد توجه کشورهای اروپایی قرار گیرد. هدف اتحادیه اروپا برای کاربرد سوخت‌های گیاهی آن است که تا سال ۲۰۲۰ سهم سوخت با منشأ گیاهی ۱۰ درصد کل سوخت مصرفی اتحادیه اروپا باشد (۱).

چرا ریزجلبک‌ها به عنوان منبع سوخت زیستی انتخاب می‌شوند؟

ریزجلبک‌ها^۳ گروهی از میکروارگانیسم‌های فتوسنتزی ساده یک یا چندسلولی هستند که رشد سریع دارند و تا مادامی که انرژی نور خورشید را با کارایی ۱۰ تا ۵۰ مرتبه بیشتر از سایر گیاهان خاکی به دام بیندازند، توانایی تثبیت کربن دی اکسید را دارند. البته این ریزجلبک‌ها هم شامل جلبک‌های پروکاریوتی مانند سیانوباکتری‌ها و هم جلبک‌های یوکاریوتی

مانند کلروفیتا و باسیلاریوفیتا هستند. از آنجا که سوخت‌های زیستی از محصولات روغنی مانند دانه کلم، سویا، آفتابگردان و نخل تولید می‌شوند، گروهی از محققان مؤسسه فناوری در کره جنوبی به منظور جلوگیری از مصرف مواد غذایی در تولید سوخت‌های زیستی، از ریزجلبک‌ها به عنوان جانشین مناسب برای تولید سوخت‌زیستی استفاده

* سوخت‌زیستی اولین‌بار در دهه ۷۰ در برزیل تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. برزیلی‌ها از بقایای نیشکر اتانول تهیه کردند و در کنار بنزین آن را به عنوان سوخت کمکی به کار بردند

کردند. زیرا تحت شرایط کشت مناسب، تولید زی‌توده و روغن ریزجلبک‌ها نسبت به گیاهان آوندی بسیار بیشتر است. برخی از گونه‌های ریزجلبکی سرشار از روغن هستند که می‌توان روغن را استخراج کرد و سپس با استفاده از فناوری موجود، فرایند فرآوری و پالایش را طی کرد و به شکل سوخت‌های وسایل نقلیه مورد استفاده قرار داد. به گفته این گروه تحقیقاتی، از جمله فواید ریزجلبک‌ها نسبت به گیاهان عالی عبات‌اند از:

۱. می‌توان به میزان جذب بالای کربن دی اکسید، رشد سریع و امکان درو در ۶ دوره طی یک سال و یا حتی برداشت روزانه

* هر سلول جلبکی از نظر فتوسنتزی فعال است، در حالی که تنها یک مجموعه از سلول‌های گیاهان عالی فتوسنتز انجام می‌دهند

آن‌ها اشاره کرد. ۲. به علت نداشتن ساختار چوبی در این گیاهان، جلبک‌های دریایی نیازی به آماده‌سازی اولیه برای تبدیل به سوخت‌زیستی نخواهند داشت. ۳. هر سلول جلبکی از نظر فتوسنتزی

فعال است، در حالی که تنها یک مجموعه از سلول‌های گیاهان عالی فتوسنتز انجام می‌دهند.

۴. سلول جلبکی می‌تواند مواد غذایی معدنی را مستقیماً از محیط اطراف جذب کند. بنابراین جلبک به مصرف انرژی، انتقال طولانی مسافت مواد غذایی از طریق ریشه و ساقه تکیه نمی‌کند.

۵. فرایند فتوسنتز علاوه بر نور به CO₂ نیز نیازمند است. در گیاهان بافت فتوسنتزی می‌تواند به کربن دی اکسید فقط از طریق روزنه‌ها دسترسی داشته باشد. این منافذ همیشه باز نیستند و مسیر انتشار CO₂ از سطح

بافت فتوسنتزی در گیاهان عالی نسبت به یک سلول فتوسنتزکننده در ریزجلبک‌ها طولانی‌تر است و با افزایش ضخامت ساختار فتوسنتزی، این مسیر طولانی‌تر می‌شود. بنابراین جلبک‌ها CO₂ را آسان‌تر از گیاهان آوندی در اختیار می‌گیرند و این در رشد نسبتاً سریع جلبک‌ها تأثیر دارد.

۶. از طرفی به عنوان یک منبع اصلی، متوسط کارایی تولید دیزل‌زیستی از ریزجلبک‌ها می‌تواند ۱۰ تا ۲۰ مرتبه بیشتر از متوسط تولیدی باشد که از دانه‌های روغنی یا روغن‌های گیاهی حاصل می‌شود.

با استفاده از شیوه ابداعی محققان کره‌ای همه نمونه‌های خزها و جلبک‌های دریایی را می‌توان با استفاده از آنزیمی خاص به قند ساده تبدیل کرد و در انتها با استفاده از مخمر به اتانول زیستی دست یافت. چنین سوخت‌های زیستی از قیمت پایین و سرعت تولید بالاتر برخوردارند و هیچ تأثیر نامطلوبی بر قیمت مواد غذایی نخواهد داشت (۲).

اهمیت جلبک‌ها

جلبک‌های دریایی با ایجاد جایگاه مناسبی برای زیست بچه ماهیان، تغذیه و تولیدمثل انواع آبزیان از نظر اکولوژیک حائز

اهمیت بسیاری دارند، همچنین حدود ۴۰ درصد فتوسنتز دریایی توسط جلبک‌ها صورت می‌گیرد که بدین طریق زنجیره اصلی تولید یا تولید اولیه را تشکیل می‌دهند. جلبک‌ها به لحاظ دارا بودن پروتئین، مواد معدنی، ویتامین و اسیدهای چرم امگا۳ ارزش تغذیه‌ای بسیاری دارند. مواد استخراجی جلبک‌ها نظیر آگار، اسید آلژینیک و کاراگینان اهمیت آن‌ها را دوچندان کرده، به طوری که در صنایع نساجی، کاغذسازی، رنگ‌سازی، علوم پزشکی و کشاورزی کاربرد فراوانی دارند. جلبک‌ها نقش مؤثری در تصفیه زیستی پساب‌های مزارع پرورش میگو نیز دارند.

تغذیه ریز جلبک‌ها

برای متوسط رشد باید مواد غذایی کافی برای رشد جلبکی فراهم شود. کربن، نیتروژن، فسفر و سولفور مهم‌ترین عناصری هستند که سلول‌های جلبکی را می‌سازند. عناصر ضروری دیگر شامل آهن، منیزیم، عناصر کم‌مصرف و در برخی موارد سیلیکون است.

منابع مختلف دریافت CO₂ توسط ریز جلبک‌ها

ریز جلبک‌ها می‌توانند کربن دی‌اکسید را از منابع مختلفی دریافت و تثبیت کنند. این منابع عبارت‌اند از:

۱. اتمسفر
۲. گازهای خروجی از صنایع
۳. CO₂ تثبیت شده به شکل کربنات محلول (بیکربنات سدیم و کربنات سدیم)

تولید لیپیدها توسط ریز جلبک‌ها در طبیعت

در طبیعت تجمع لیپیدهای ریز جلبکی تحت شرایط معینی، افزایش می‌یابد. ریز جلبک‌ها به فراوانی در آب‌های غنی از مواد غذایی رشد می‌کنند و بارها شکوفایی

جلبکی انجام می‌دهند. یک‌باره جمعیت جلبکی به حدی می‌رسد که به علت محدودیت زیاد (کاهش و به اتمام رسیدن مواد غذایی یا تراکم سلولی بالایی که نفوذ نور را محدود می‌کند) سبب مرگ سلول‌های جلبکی می‌شود. به دنبال این اتفاقات، کاهش دمای آب توسط موجوداتی که از اکسیژن محلول استفاده می‌کنند، حاصل می‌شود.

*** جلبک‌های دریایی با ایجاد جایگاه مناسبی برای زیست بچه ماهیان، تغذیه و تولیدمثل انواع آبزیان از نظر اکولوژیک حائز اهمیت بسیارند و همچنین حدود ۴۰ درصد فتوسنتز دریایی توسط جلبک‌ها صورت می‌گیرد**

این نتایج منجر به افزایش ناحیه بی‌هوازی می‌شود و می‌تواند در مرحله نهایی همه محیط آبی توسط منطقه بی‌هوازی اشغال شود. در مرحله پایانی شاهد مرگ همه موجودات عالی‌ام از جانوران و گیاهان خواهیم بود. هرچند در طول تاریخ چنین وقایعی در مقیاس بزرگ‌تر در اقیانوس‌ها اتفاق افتاده است، علت وقایع کم‌اکسیژنی اقیانوسی را می‌توان به افزایش مقدار CO₂ و دمای کره زمین نسبت داد. هرچند ثابت شده که بخشی از تجمع روغن جهان زمانی صورت گرفته که جلبک‌ها توانسته‌اند به ذخیره کربن در طول وقایع کم‌اکسیژنی اقیانوس‌ها اقدام کنند

*** فرایند تولید هیدروژن زیستی از این لحاظ جالب است که از انرژی نور خورشید برای تبدیل آب به هیدروژن و اکسیژن استفاده می‌شود تا در مرحله دوم هیدروژن به صورت گاز آزاد شود**

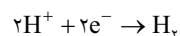
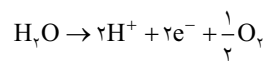
تولید هیدروژن زیستی جلبکی

تولید هیدروژن زیستی توسط ریز جلبک‌ها بیش از ۶۵ سال است که شناخته شده است. این فرایند اولین بار در جلبک سبز *Scenedesmus obliquus*

مشاهده شده است و اخیراً در بسیاری از گونه‌های فتوسنتزی سیانوباکتری‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است.

مطالعات زیادی در ارتباط با تولید هیدروژن جلبکی از جلبک سبز *Chlamydomonas reinhardtii* انجام گرفته است. فرایند تولید هیدروژن زیستی (bio-H₂) از این لحاظ جالب است که از انرژی نور خورشید برای تبدیل آب به هیدروژن و اکسیژن استفاده می‌شود تا در مرحله دوم هیدروژن به صورت گاز آزاد شود.

انرژی نور خورشید برای تبدیل آب به هیدروژن و اکسیژن استفاده می‌شود تا در مرحله دوم هیدروژن به صورت گاز آزاد شود.



نخستین واکنش در همه موجودات فتوسنتزی هوازی انجام می‌گیرد در حالی که واکنش دوم با واسطه آهن خاصی که در آنیم دهیدروژناز کلروپلاستی بسیاری از گروه‌های انتخابی ریز جلبک‌ها وجود دارد، اتفاق می‌افتد. تحت شرایط هوازی و نور طبیعی، پروتون و الکترون حاصل از تجزیه آب برای سنتز ATP توسط فسفریلاسیون اکسیداتیو و NADPH استفاده می‌شود.

واکنش دوم تحت شرایط بی‌هوازی اتفاق می‌افتد. در غیاب اکسیژن، هم تولید ATP و هم تشکیل NADH/NADPH متوقف می‌شود. تحت این شرایط برخی ریز جلبک‌ها مانند *Chlamydomonas reinhardtii*

سبب آزادسازی انرژی در کربوهیدرات‌هایی مانند نشاسته برای هیدروژناز کلروپلاستی می‌شوند تا تولید ATP از طریق فتوفسفریلاسیون آسان و زنجیره انتقال الکترون از احیای بیش از حد حفظ شود. بنابراین هیدروژناز با فرایندهای تخمیری مختلف

اصلاً به عنوان یک دریچه آزادسازی الکترون/پروتون عمل می‌کند. الکترون از فردوکسین احیا شده برای تولید گاز هیدروژنی که از سلول خارج می‌شود، استفاده می‌شود. یک مزیت اصلی تولید هیدروژن این است که

هیدروژن در شرایط کشت تجمع نمی‌یابد، بلکه به شکل گاز آزاد می‌شود و این برخلاف سایر فراورده‌های تخمیری است که تا سطوحی که برای سلول‌ها سمی و خطرناک هستند، ساخته می‌شوند.

پیشرفت‌های اخیر به طرف افزایش کارایی تولید هیدروژن زیستی جلبکی گرایش داشته است. برای مثال، گونه‌های جهش

یافته که به طور افزایشی نشاسته ذخیره می‌کنند و جریان چرخه‌ای الکترون در اطراف PS_1 متوقف می‌شود و دریافت گلوکز بیرونی افزایش می‌یابد و این بهبودی کامل را نشان می‌دهد. برای توسعه سیستم‌های کارآمد تولید H_2 جلبکی، جریان متابولیک برای H_2 باید به واسطه مهندسی زیستی

و از طریق مطلوب‌سازی پارامترهای مربوط به فرایند در سیستم‌های بسته بیوراکتور مطلوب‌تر شود. مهندسی زیستی شامل روش‌هایی برای بهبود میزان کارایی تبدیل فوتون از گستره ۱ درصد به میزان پرسود اقتصادی ۷ درصد است.

تولید بیوهیدروژن جلبکی می‌تواند به نمک‌زدایی ارتباط داشته باشد (البته در مقادیر نسبتاً پایین تولید). جلبک‌های هالوفیتیک و جلبک‌های آب‌های شور می‌توانند هیدروژن (به صورت پروتون و الکترون) و اکسیژن را از آب دریا استخراج و با سوزاندن هیدروژن و اکسیژن، آب شیرین تولید کنند. در نتیجه با استفاده از سلول‌هایی که سوخت ثابتی دارند و از اکسیژن و هیدروژن برای تغذیه الکتریسیته در شبکه ملی استفاده می‌کنند، تولید انرژی می‌تواند با نمک‌زدایی ارتباط داشته باشد، در حالی که سایر محصولات تبدیلی این گونه نیستند. محصول آب مستقیماً به

فراورده H_2 تبدیل می‌شود. مطالعه مداوم نشان می‌دهد که با توسعه موفقیت‌آمیز فرایند، راکتور نوری زیستی ۱ میلیون لیتری می‌تواند بیش از $10^3 \times 610$ لیتر آب شیرین

در سال تولید کند (۵).

تولید متان زیستی جلبکی

یک فاکتور محدود کننده مهم و اصلی برای توسعه تولید متان زیستی از منابع گیاهی، موجودیت زی توده حاصل از فتوسنتز است. ریزجلبک‌ها بسیار مورد توجه‌اند زیرا کارایی زی توده در هکتار آن‌ها حدود ۵-۳۰

*** یک مزیت اصلی تولید هیدروژن این است که هیدروژن در شرایط کشت تجمع نمی‌یابد، بلکه به شکل گاز آزاد می‌شود و این برخلاف سایر فراورده‌های تخمیری است که تا سطوحی که برای سلول‌ها سمی و خطرناک هستند ساخته می‌شوند**

مرتبه بیشتر از گیاهان زراعی برآورد می‌شود. محتوای نسبتاً بالای لیپید، نشاسته و پروتئین و فقدان چوب که نمی‌تواند به آسانی تخمیر شود، باعث شده که ریزجلبک‌ها یک نماینده‌ای آرمانی برای تولید متان زیستی کارآمد باشند.

همین‌طور برای دیزل زیستی نیز لیپیدها نقش مهمی ایفا می‌کنند. نظر به این که ظرفیت تبدیل لیپید به متان زیستی (۱۳۹۰ لیتر بیوگاز در کیلوگرم ماده خشک آلی = ۷۲ درصد CH_4 و ۲۸ درصد CO_2) بیشتر از پروتئین‌ها (۸۰۰ لیتر بیوگاز در کیلوگرم ماده خشک آلی = ۶۰ درصد CH_4 و ۴۰ درصد

*** محتوای نسبتاً بالای لیپید، نشاسته و پروتئین و فقدان چوب که نمی‌تواند به آسانی تخمیر شود، باعث شده که ریزجلبک‌ها یک نماینده‌ای آرمانی برای تولید متان زیستی کارآمد باشند**

CO_2) و کربوهیدرات‌ها (۷۴۶ لیتر بیوگاز در کیلوگرم ماده خشک آلی = ۵۰ درصد CH_4 و ۵۰ درصد CO_2) است. یکی از نخستین مطالعات روی عملی

شدن استفاده از ریزجلبک‌ها برای تولید متان زیستی، از ۵۰ سال قبل انتشار یافته است و باعث شده که فرایند بتواند عملی شود و در آینده نیز مطلوب‌تر شود (۵).

دیزل‌های زیستی از ریزجلبک‌ها

ریزجلبک‌ها مقادیر زیادی از ترکیبات هیدروفوبیک را ذخیره می‌کنند. بهترین مثال در ریزجلبک‌ها *Botryococcus braunii* است. این ریزجلبک،

لیپید نمی‌سازد، بلکه ایزوپرن‌های فاقد اکسیژنی می‌سازد که غالباً ساختاری مشابه آلکان دارد و تعداد کربن آن ۳۲-۳۸ کربن است. این ترکیبات در پالایشگاه‌های روغن فعلی استفاده می‌شود. غلظت این ترکیبات می‌تواند ۷۰ درصد زی توده را شامل شود. علاوه بر

این دیواره سلولی *Botryococcus* نازک است و روغن می‌تواند به آسانی استخراج شود. سلول‌ها غالباً این روغن‌ها را به‌طور خود به خود دفع می‌کنند. متأسفانه کشت *Botryococcus* مشکل است و بنابراین در توسعه فرایندهای مربوط به تولید دیزل زیستی از ریزجلبک‌ها نمی‌تواند به فراوانی استعمال شود.

تولید لیپیدها از ریزجلبک‌ها، ترجیحاً تری‌آسیل گلیسریدها بیشترین توجه را به خود جلب کرده است. غلظت آن بین ۲۰ و ۶۰ درصد تغییر می‌کند. تجمع مقادیر بالایی از گلوبول‌های لیپیدی عموماً بعد از استرس اتفاق می‌افتد.

ابتدا جلبک‌ها پرورش می‌یابند و سپس نیاز به استرس دارند. به عنوان مثال، محدودیت مواد غذایی به انباشته شدن لیپیدها کمک می‌کند. در حال حاضر به ندرت جلبکی برای تولید لیپیدها برای ساختن دیزل زیستی کشت

می‌شود. بنابراین تخمین‌ها بسیار مشکل است. برآورد می‌کنیم که جلبک‌ها ممکن است حدود ۲۰۰۰۰ - ۸۰۰۰۰ لیتر لیپید در هکتار در سال تولید کنند. براساس فناوری

حاضر، تولید بالاتر از ۲۰۰۰۰ لیتر در هکتار در سال نمی‌تواند باشد. اگر فناوری توسعه یابد، ماممکن است در نهایت به ۸۰۰۰۰ لیتر در سال برسیم. این بسیار بیشتر از تولید از طریق گیاهان خاکزی مانند روغن‌های نخل، کلم است که حدود ۶۰۰۰ و ۱۵۰۰ لیتر در هکتار در سال است (۳).

لیپیدها برای تولید دیزل زیستی لازم است که از ریز جلبک‌ها استخراج شوند. دو فرایند برای تبدیل لیپید به دیزل زیستی وجود دارد:

۱. استریفیکاسیون: در این فرایند استرهای گلیسرول به استرهای متیل تبدیل می‌شوند و سپس با تبدیل هیدروکاتالیتیک، تری گلیسریدها به زنجیره‌های هیدروکربنی خطی تبدیل می‌شوند.

۲. هیدروژناسیون: لیپیدها به آلکان‌ها تبدیل می‌شوند.

ویژگی گونه‌ها و ارقام جلبکی برای تولید دیزل زیستی

تنها گونه‌های اندکی از ریز جلبک‌ها از نظر تجاری تولید می‌شوند. این گونه‌ها احتمالاً بهترین گونه‌های جلبکی برای تولید دیزل زیستی نیستند. به همین علت جدا کردن گونه‌های جدید و اصلاح ارقام جهت تولید بهینه ترکیبات لیپیدی برای دیزل‌های زیستی که از نظر عملی شذنی هستند، نیاز داریم. ریز جلبک‌های مناسب باید ویژگی‌های زیر را داشته باشند:

۱. تولید بالای متابولیت‌ها: تولید زی توده باید بالا باشد. علاوه بر تولید زی توده، تولید متابولیت‌های ثانویه‌ای مانند لیپیدها نیز باید بالا باشد. بسیاری از فرایندها در دو مرحله انجام می‌شوند: ابتدا زی توده افزایش می‌یابد و سپس استرس در مرحله‌ای که لیپید شروع به تجمع یافتن می‌کند، به جلبک داده می‌شود.

۲. راندمان بالا در نور: در ارتباط با تولید، کارایی در نور مهم است. ماکزیمم فرآورده در حضور نور خورشید ۹ درصد است. هرچند در عمل از این مقدار نیز کمتر است. گونه‌هایی

که گیرنده کوچک‌تری را توسعه داده‌اند، راندمان فتوسنتزی بیشتری را در شدت نور بالاتر به دنبال دارد.

۳. رشد در pH بالا: مادامی که استفاده از CO₂ برای رشد جلبک‌ها در تولید بالا ضروری است، یک عامل مهم و ارزشمند محسوب می‌شود. کربن‌دی‌اکسید مطلوب باید از اتمسفر دریافت شود ولی غلظت آن برای تولید بیشتر، کم است. متناوباً منبع کربن‌دی‌اکسید گاز باقی مانده‌ای است که لازم است در طول ستون آب به صورت حباب خارج شود. از آنجا که غلغل زدن گاز به انرژی نیاز دارد، انتقال توده‌ای کربن‌دی‌اکسید مؤثر است. در pH بالا (۱۰-۱۱) انتقال توده‌ای بیشتر است و به علاوه شرایط عملی، انتخابی است.

۴. عدم حساسیت برای اکسیژن: ریز جلبک‌ها اکسیژن تولید می‌کنند. در اکثر فرایندها اکسیژن در غلظت بالایی تجمع می‌یابد. در غلظت بالای اکسیژن تولید ریز جلبک‌ها به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. با این حال، ما ترجیح می‌دهیم فرایندها در غلظت بالای اکسیژن انجام شوند. زیرا گاززدایی سیستم به انرژی نیاز دارد و گاز غنی از اکسیژن یک فرآورده جانبی مناسبی است.

۵. سلول‌های بزرگ با دیواره سلولی نازک: ریز جلبک‌ها در کل کوچک‌اند و دیواره سلولی ضخیم دارند. برای شکست سلول‌ها جهت استخراج تولیدات، شرایط خیلی دشواری برای استفاده از فرآورده‌ها وجود دارد (مانند استرس فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی). این عامل نه تنها شکستن سلول‌ها را پر هزینه می‌کند، بلکه بر عملکرد ترکیباتی مانند پروتئین‌ها اثر می‌گذارد. استخراج مطلوب آن است که بسیار آرام و مناسب باشد. این نیازمند آن است که سلول‌ها به آسانی شکسته شوند، ولی به قدر کافی قوی باشند تا هیچ آسیب پارگی در طول تولید اتفاق نیفتد. سلول‌های کروی و کوچک با دیواره ضخیم مانند *Nannochloropsis* از این لحاظ جلبک مناسبی نیستند.

۶. کرکینه شدن (رشته‌های انبوه): برداشت ریز جلبک‌ها گران است زیرا ریز جلبک‌ها کوچک و اغلب تک‌سلولی هستند. به همین علت از سانتریفوژ به عنوان یک روش برداشت استفاده می‌کنند. سانتریفوژ نوارهای رقیق شده به یک سانتریفوژ با سرعت بالا نیاز دارد و در نتیجه برداشت گران است. اگر جلبک‌ها به شکل رشته‌های انبوه درآیند، هزینه‌های برداشت می‌تواند به قدر کافی کاهش یابد و از فیلتراسیون، ته‌نشینی و یا شناوری می‌تواند برای برداشت جلبک‌ها به جای سانتریفوژ استفاده شود. جلبک مناسب در مرحله مشخصی از فرایند خوبه خود کرکینه می‌شود (۵).

پی‌نوشت

1. Biofuels
2. Biodiesel
3. Microalgae

منابع

1. Chisti, Y. 2010. Fuels from microalgae. *Biofuels* (2), 233-235.
2. Gouveia, L. & Oliveria, C. 2009. Microalgae as a raw material for biofuels production. *J Ind Microbiol Biotechnol* 36:269-274.
3. Wijffels, R. et al. 2011. Microalgae for the production of bulk chemicals and biofuels. *Biofuels Bioproducts & Biorefining* 4:287-295.
4. Wang, B. et al. 2008. CO₂ bio-mitigation using microalgae. *Appl Microbiol Biotechnol* 179:707-718.
5. Schenk, P.M. et al. 2008. Second Generation Biofuels: High-Efficiency Microalgae for biodiesel production. *Bioenerg. Res.* 1: 20-43.
6. Wigmosta, M.S. et al. 2011. National microalgae biofuel production potential and resource demand. *Water Resources Research*, Vol. 47.

فراصوت

فهمیه دهقان
کارشناس ارشد مهندس شیمی

کاربردها و اثرهای آن بر بدن

کلیدواژه‌ها: صوت، فراصوت، امواج فراصوت کانونی با شدت بالا، کاویتاسیون.

تاریخچه

در سال ۱۸۷۶ میلادی، فرانسیس گالتون^۱ برای اولین بار به وجود امواج فراصوت پی برد. در زمان جنگ جهانی اول انگلستان برای جلوگیری از غرق شدن کشتی‌هایش توسط زیردریایی‌های آلمانی، دستگاهی به نام سونار^۲ ابداع کرد که زیردریایی‌ها را به کمک امواج صوتی کشف می‌کرد. این دستگاه برای پیدا کردن مسیر کشتی‌ها امواج فراصوت تولید می‌کرد. این فن در جنگ جهانی دوم تکمیل شد و بعدها به طور گسترده در صنعت این کشور برای آشکارسازی شکاف‌ها در فلزات و سایر موارد مورد استفاده قرار گرفت [۱]. پس از آن کاربرد فراصوت با افزایش فرکانس در علم پزشکی، مورد توجه قرار گرفت و سال‌هاست که برای تشخیص پزشکی از فراصوت استفاده می‌شود. امروزه از فناوری فراصوت برای تولید امواج فراصوتی که به داخل بدن نفوذ می‌کنند، گرفتن صدای منعکس شده و ایجاد تصویر ساختارهای داخلی بدن استفاده می‌شود [۲].

موج‌های صوتی

صحبت کردن یکی از ساده‌ترین راه‌ها برای برقراری ارتباط با دیگران است. صدای ما توسط موج‌های صوتی به دیگران انتقال می‌یابد. هر صوت مقداری انرژی دارد و به صورت موج از چشمه صوت انتشار می‌یابد. موج صوتی توسط یک جسم مرتعش تولید می‌شود. بنابراین به هر جسمی که صوت تولید کند، چشمه صوت می‌گوییم، برای نمونه، حنجره انسان یک چشمه صوت است و هر کس با عبور دادن هوا از حنجره خود، تارهای صوتی را به ارتعاش درمی‌آورد و ذرات هوای مجاور خود را نیز وادار به نوسان می‌کند. این نوسان از یک ذره به ذره دیگر منتقل می‌شود و ارتعاش تارهای صوتی، صوت را به وجود می‌آورد تا سرانجام صدا از چشمه صوت به گوش ما برسد. موج صوتی برای انتشار در یک محیط مانند هوا یا آب باید توسط ذره‌های آن محیط، منتشر شود. این گونه موج‌ها را امواج مکانیکی می‌نامند [۳].

فراصوت

موج‌های صوتی برحسب فرکانس سه نوع هستند:
* به موج‌های صوتی که فرکانس آن‌ها در حدود ۲۰ تا ۲۰۰۰۰

در ثانیه باشد «صوت» می‌گویند

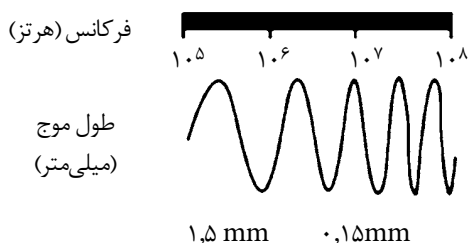
* به صوت‌هایی که فرکانس آن‌ها کمتر از ۲۰ هرتز باشد، «فروصوت» می‌گویند

* به صوت‌هایی که فرکانس آن‌ها از ۲۰۰۰۰ هرتز بیش‌تر باشد، «فراصوت» گفته می‌شود.

فراصوت نیز مشابه صوت، تراکم مکانیکی امواج است که از میان بعضی واسطه‌ها عبور می‌کند. اگرچه فرکانس فراصوت فراتر از گستره شنوایی انسان (۲۰۰۰۰ هرتز) است اما می‌توان آن را با بعضی از خواص فیزیکی توصیف کرد. برای تشریح صوت از ویژگی‌هایی مانند فرکانس، طول موج و میدان نوسان یا شدت استفاده کنند [۲].

متغیرهای مهم صوت

۱. سرعت انتشار صوت: سرعت انتشار صوت در مواد غیرمشابه متفاوت است و با افزایش سختی متوسط افزایش می‌یابد. برای نمونه، سرعت حرکات صوت از میان هوا تقریباً ۳۴۰ متر بر ثانیه و از میان بافت بدن انسان تقریباً ۱/۵۴۰ متر بر ثانیه است. سرعت صوت وابسته به فرکانس و طول موج صوت است. نماد سرعت انتشار صوت v و یکای اندازه‌گیری آن متر بر ثانیه یا میلی‌متر بر ثانیه است [۲].

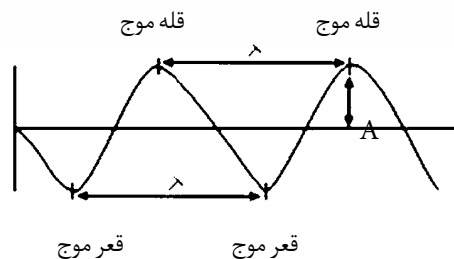


شکل ۱. متغیرهای کلیدی فراصوت دامنه و فرکانس هستند که در سیکل‌ها در هر ثانیه یا هرتز اندازه‌گیری می‌شوند [۲].

۲. فرکانس صوت: تعداد نوسان‌هایی که جسم نوسان‌کننده در مدت یک ثانیه انجام می‌دهد که نماد فرکانس f و یکای اندازه‌گیری آن هرتز Hz است.

۳. طول موج صوت: هر موج صوت دارای برجستگی‌ها و فرورفتگی‌هایی است که فاصله هر دو برجستگی (قله موج) پیاپی، یا

فاصله‌ی هر دو فرورفتگی (قعر موج) پیاپی را طول موج می‌نامند که طول موج را با λ نشان می‌دهند و یکای اندازه‌گیری آن متر (m) است. ۴. دامنه موج صوت: حداکثر فاصله‌ای است که مولکول‌ها نسبت به وضع تعادل خود قرار می‌گیرند و معمولاً آن را با حروف A یا a نشان می‌دهند [۳].



شکل ۲. برجستگی‌ها و فرورفتگی‌های یک موج فرضی [۱].

کاربردهای فراصوت

* کاربردهای تشخیصی

۱. امروزه به فراصوت و استفاده از آن در صنعت پزشکی اهمیت بسیار داده می‌شود. خصوصاً در پزشکی و به این علت که فراصوت روی بافت‌های بدن انسان اثرهای تخریب پرتوهای X را ندارد، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. به عنوان نمونه، در پزشکی از فراصوت برای بررسی رشد جنین در بدن مادر و اطمینان از سلامتی آن استفاده می‌شود [۱ و ۳].

هنگامی که امواج فراصوت از ناحیه شکم به درون بدن فرستاده می‌شوند، با عبور از مرزها و فصل مشترک بین بافت‌ها و اعضای داخلی بدن، منعکس و پس از خروج از بدن وارد یک گیرنده می‌شوند، در گیرنده به موج الکتریکی تبدیل می‌شوند و روی صفحه نمایشگر، تصویری به وجود می‌آورد که در صورت لزوم، یک دستگاه چاپگر آن را چاپ می‌کند [۳].

۲. از فراصوت در جست‌وجوی تومورها و دیگر عوامل غیرطبیعی حفره شکمی استفاده می‌شود [۱ و ۳].
 ۳. از امواج فراصوت می‌توان برای تمیز کردن دستگاه‌های پزشکی و دندانپزشکی استفاده کرد [۳].
 ۴. از امواج پراثری فراصوت می‌توان برای بریدن بافت‌های بدن استفاده کرد [۳].

۵. از امواج فراصوت برای بررسی قلب نیز استفاده می‌شود که به آن «اکو داپلر» می‌گویند. این روش یک فن مطمئن و قدرتمند، غیرتهاجمی و بدون درد برای بررسی قلب است. آکو روی واقعیات فیزیولوژیک و فیزیکی ساده بنیانگذاری شده است که به راحتی قابل درک است؛ دارای طرز عمل کاربردی است و به مهارت زیاد و اپراتور یا شخصی که انجام آن را به عهده گرفته است، بستگی

امواج فراصوت کانونی با شدت بالا (HIFU)

اگر شدت امواج فراصوت بیشتر از ۵ وات بر سانتی‌متر مربع باشد، آنها را «امواج فراصوت با شدت بالا» می‌گویند که اساس کار آن مانند فراصوت معمولی است. در بررسی‌های انجام گرفته امواج فراصوت دارای انرژی پایینی هستند و متمرکز کردن آنها روی هیچ ناحیه‌ای از بدن به‌طور کامل

امکان‌پذیر نیست. در مقابل، امواج فراصوت با شدت بالا، انرژی و همگرایی نسبتاً بالاتری دارند و در موقعیت‌های خاص با داشتن انرژی کافی و در حجم خیلی کوچک می‌توانند بدون آسیب رساندن به بافت از میان آن عبور کنند و به‌طور کامل متمرکز شوند. در نتیجه، در نقطه متمرکز شده، دما به سرعت افزایش پیدا می‌کند. این کار در موقعیتی انجام می‌گیرد که در بافت‌های اطراف کم‌ترین صدمه را وارد کند. این امواج با تولید حفرات صوتی باعث تخریب و مرگ سلول‌های سرطانی می‌شوند و با افزایش دمای بالاتر از حد آستانه، مرگ سلول‌های بافتی را به همراه دارند.

گاه در روش‌های درمانی با به کارگیری امواج فراصوت با شدت بالا می‌توان دما را در مدت‌زمان بسیار کوتاه در حد چند ثانیه حتی بالاتر از حد آستانه برای ایجاد یک اثر خاص روی بافت افزایش داد تا

درد که چگونه و با چه کیفیتی اطلاعات ناشی شده از آن را تجزیه و تحلیل خواهد کرد. در اکو دو کمیت اندازه‌گیری می‌شود: الف) زمان تأخیر میان ارسال نبض یا تپش و دریافت اکوی منعکس شده. ب) شدت سیگنال منعکس شده که در واقع بازتاب اکوی بافت یا حد فاصل بافت - بافت است.

در روش اکو سیگنال‌هایی که به ارسال‌کننده برمی‌گردد، نشان‌دهنده عمق و شدت انعکاس است و اطلاعات الکترونیک ارسال شده به نمایشگر با زمینه خاکستری یا روی کاغذهای سفید (در

صورت انعکاس)، خاکستری (در

صورت انعکاس کمتر)، یا سیاه (بدون انعکاس) نمایان می‌شوند.

اکوی داپلر یکی از فنونی است

که از امواج فراصوت برای حرکت

یا جنبش گویچه‌های سرخ خون

استفاده می‌کند. امواج فراصوت

منعکس شده نسبت به امواج

فراصوت ارسال شده تغییر می‌کنند

که این تغییر توسط سرعت و

جریان مستقیم خون تعیین می‌شود. این تغییر به ما اطلاعاتی راجع

به مجراهای خون و قلب می‌دهد که می‌تواند برای اندازه‌گیری شدت

یا سختی تنگی مجرا یا برای نمایان کردن برگشت خون استفاده شود.

البته این فن خود به روش‌های دیگری نیز طبقه‌بندی می‌شود [۲].

* کاربرد گرمایی

با توجه به این که بخشی از انرژی امواج فراصوت که به وسیله

بدن جذب و به گرما تبدیل

می‌شود، گرمای موضعی حاصل

از جذب امواج فراصوت با افزایش

قابلیت کش‌سانی پروتئین و ایجاد

کشش در زخم و آزاد کردن زخم

از بافت‌های زیرین خود، بهبودی را

تسریع می‌کند [۱].

* کاربردهای درمانی و پزشکی

طبق نتایجی که دانشمندان از ۱۶۴ بیمار دارای چندین نوع

سرطان شامل سرطان کبد و پستان، تومور بدخیم استخوان، تومور

بافت نرم و تومورهای بدخیم دیگر که تحت امواج فراصوت با شدت

بالا قرار گرفتند، به دست آوردند، تومورهای خارج شده با استفاده

از این تکنیک در فرکانس‌های ۰.۸-۳.۲ مگاهرتز و پیک کانونی

۵۰۰۰-۲۰۰۰۰ Watts/cm² به سرعت انجام شد و نیاز بیماران برای جراحی را رفع کرد. انواع سرطان‌هایی که با HIFU درمان می‌شوند عبارتند از: سرطان پروستات، سرطان کبد، سرطان مثانه، سرطان پستان سرطان کلیه و سرطان استخوان.

در مورد سرطان‌های دیگر تحقیقات بسیار محدود بوده است.

HIFU همچنین برای تسکین درد در بیماران مبتلا به سرطان‌های

پیشرفته مثل سرطان پانکراس (لوزالمعده) نیز به کار رفته و نتایج

خوبی از آن حاصل شده است. از کاربردهای دیگر که در زمینه درمانی

و پزشکی از HIFU استفاده

می‌شود، می‌توان به امراض زنانه،

عصب‌شناسی، قلب و زیبایی اشاره

کرد [۲].

* اثرهای امواج فراصوت بر

بدن

* اثرهای شیمیایی

اثرهای شیمیایی فراصوت از

فرایندهای فیزیکی ناشی می‌شود که باعث ایجاد، گسترش و انفجار

گازها و حباب‌های بخار در مایع شده‌اند. همچنین فراصوت می‌تواند

با سرعت بالا در نقطه‌ای از برخورد با فلز، ذرات فلز را تحریک کند

و باعث ذوب آن شود و حتی می‌تواند تابش‌های میکروسکوپی را در

مایعات سرد تولید کند [۵].

* تغییرات ماکروسکوپی

بررسی ماکروسکوپی بافت

بدن بیماران مورد آزمایش، نشان

داده است که در هیچ‌کدام از

بیماران جراحات حرارتی در نتیجه

استفاده از امواج فراصوت با شدت

انرژی بالا در بافت اطراف نقطه

کانونی دیده نشده است [۲].

* سوختگی

اگر هنگام استفاده از دستگاه به منظور استفاده از امواج فراصوت،

امواج به‌طور مداوم و در یک مکان بدون چرخش به کار روند، در محل

بافت باعث سوختگی می‌شود. بنابراین، برای جلوگیری از سوختگی،

این امواج را باید توسط دستگاهی که در اختیار داریم حرکت دهیم

[۱].



* پارگی کروموزومی

وقتی امواج فراصوت را برای مدت زمان زیاد و با شدت خیلی بالا به کار ببریم، این امر سبب پارگی در رشته DNA می شود که خود عوارض ناگواری را در پی خواهد داشت [۱].

* ایجاد حفره یا کاویتاسیون

امواج شدید فراصوت با عبور از میان مایعات و با ایجاد گرمای زیاد، موجب لرزش بافت می شوند و حفرات یا حباب های کوچکی تولید می کنند. حباب ها یا حفرات تشکیل شده با فشار وارد می شوند از طرف آب می ترکند و همین امر موجب به وجود آمدن نوسانات در مایع می شود. در نتیجه انرژی امواج فراصوت کاهش پیدا می کند. به این پدیده کاویتاسیون می گویند [۴]. بنابراین کاهش انرژی امواج صوت هنگام گذشتن از بافت های

بدن ایجاد همین پدیده (کاویتاسیون) است. همه محلول ها شامل مقدار قابل ملاحظه ای حباب های گاز غیر قابل دیدن هستند و دامنه بزرگ نوسان های امواج فراصوت در داخل محلول ها می تواند روی بافت ها تغییرات زیستی مانند پارگی دیواره سلول ها و از هم گسستن مولکول های بزرگ را ایجاد کند [۵، ۴، ۲، ۱، ۶].

* اثر گرمایی

انرژی فراصوت که به وسیله بافت بدن جذب می شود، موجب ارتعاش مولکولی بر اثر انرژی گرمایی و در نتیجه افزایش سریع دما در فاصله کانونی می شود. علاوه بر این، تراکم و انبساط پی در پی موجب می شود امواج فراصوت در بافت بدن پخش شوند و در سطح سلولی در میان شکاف ها قرار گیرد. اگر دمای بافت به بالای ۵۶ درجه سانتی گراد (به مدت ۱ ثانیه) برسد، باعث مرگ سلولی و تخریب بافت در نقطه کانونی می شود اما بافت اطراف بدون تأثیر باقی می ماند. همان طور که فرکانس افزایش می یابد، توانایی متمرکز شدن امواج فراصوت نیز افزایش می یابد. علاوه بر این، انرژی که یک موج فراصوت با خود حمل می کند، با عبور از بافت تضعیف می شود، این تضعیف در اثر جذب و پخش صوتی است. جذب صوت باعث افزایش دما در بافت می شود. در عمل جذب ۸۰-۶۰ درصد کل تضعیف را تشکیل می دهد و بقیه مربوط به پدیده پخش صوت است [۲].

جمع بندی

علی رغم تحقیقات ارزشمندی که در زمینه HIFU انجام شده است، استفاده از آن به عنوان یک وسیله جراحی غیرتهاجمی در بسیاری از موارد برای قطع بافت زیرپوستی و یا روش های جراحی که می توانند مقادیر زیادی از بافت چربی دار را از میان ببرند، هنوز در مرحله مقدماتی خود قرار دارد. طبیعت غیرتهاجمی HIFU و آزادی عمل روی فرکانس و شدت انرژی استفاده شده چندین فایده مانند رفع نیاز برای تسکین و کاهش ریسک عفونت، از بین بردن بافت چربی دار با درجه بالایی از دقت و ظرافت نسبت به سایر روش های جراحی فراهم می کند که مکانیزم عمل آن را منحصر به فرد ساخته است، اما به نظر می رسد که محدوده بیماری های قابل درمان با HIFU بسط وسیع باشد و با توجه به تحقیقات انجام شده و پیشرفت های حاصل شده در سال های اخیر، HIFU در آینده می تواند نقش مهمی در درمان سرطان ایفا کند. [۲].

* امواج شدید فراصوت با عبور از میان مایعات و با ایجاد گرمای زیاد، موجب لرزش بافت می شوند و حفرات یا حباب های کوچکی تولید می کنند. حباب ها یا حفرات تشکیل شده با فشار وارد می شوند از طرف آب می ترکند و همین امر موجب به وجود آمدن نوسانات در مایع می شود

پی نوشت

1. Francis Galton
2. Sonar

مراجع

[۱]. دانشنامه مرجع مهندسی ایران.

[2] "High Intensity Focused Ultrasound", Jens U. Quistgaard, Ph.D., President, General Manager Charls Desilets, Ph.D., Chief Technology Officer Pat Martin, BS, Executive Director of Clinical Affairs Medicis Technologies Corpoation, Bothell, Washington, U.S, Spring 2010.

[۳] سایت علمی نخبگان جوان.

[4] "Cleaning membrane with focused ultrasound beams for drinking water treatment", Jian- Yn Lu1, Xi Du2, Glenn Lipscomb2, Department of Bioengineering and 2Department of Chemical Engineering, USA.

[5] "The chemical Effects of Ultrasound", Kenneth S. Suslick, SCIENTIFIC AMERICAN, February 1989.

[6] "Sonochemistry and its application nanochemistry", Aharon Gedanken, Department of Chemistry, Bar-Ilan University, Israel.

دستکاری هورمونی یا سایر درمان‌های ستوتوکسیک مقاوم است. این شکل از بیماری به شدت تهاجمی است. هنوز مشخص نیست که کدام یک از مسیرهای داخلی یا خارجی پس از اخته کردن باعث القای اپوپتوز در پروستات می‌شود؛ اگرچه یافته‌های بوتیان و کولابور تیس به‌طور قطع حاکی از دخالت راه میتوکندریایی است (۵).

نقش مدل‌های پروستات رت، در درک اپوپتوز القا شده بر اثر آندروژن

اپوپتوز سلول‌های اپیتلیال ۴۸ ساعت بعد از اخته کردن ظاهر می‌شوند و تعداد آن‌ها پس از ۴۸ تا ۷۲ ساعت به بیشترین حد خود می‌رسند. پس از دو هفته از زمان اخته کردن وزن خالص پروستات به‌طور واضحی کاهش می‌یابد و حداکثر ۸۵ درصد از سلول‌های آن دچار اپوپتوز می‌شوند. حوادثی که اپوپتوز القا شده بر اثر فقدان آندروژن در سلول‌های اپیتلیال ترشحی روی می‌دهند، توسط بوتیان و همکارانش از نظر ریخت‌شناسی توضیح داده شده است. آنان پدیده‌هایی عمومی شامل تورم غشای رآسی که با پروکیدی سلول، تجمع کروماتین، تشکیل اجرام اپوپتوتیک و جدا شدن از غشای پایه و سلول‌های اطراف را شرح داده‌اند. از نظر بیوشیمیایی، تعدادی از ژن‌ها که در مواقع اپوپتوز القا و بر اثر اخته کردن غیرفعال می‌شوند، شناسایی شده‌اند. از جمله موادی که پس از اخته کردن در پروستات بیش از حد ترشح می‌شوند، کلاسترین، فاکتور رشد بتا (C-myc, C-fos (TGF-β)، پروتئین‌های شوک حرارتی، اسیدکربوکسی گلوتامیک ماتریکس، گلوکوتائین S ترانسفراز هستند. به نظر می‌رسد که کلاسترین در جهت مهار اپوپتوز عمل می‌کند (۶). در بین ژن‌هایی که بیان آن‌ها بر اثر اخته کردن دچار کاهش می‌شود، می‌توان به فاکتور رشد اپیدرمی اشاره کرد. این فاکتور نوعی فاکتور رشد سیتوژنیک است که عدم آن به همراه فاکتور رشد بتا احتمالاً یکی از ساز و کارهایی است که باعث القای اپوپتوز در سلول‌های اپیتلیال پروستات می‌شود. مطالعات بعدی

تصور کرد که در حالت عادی آندروژن باعث تحریک تولید کالرتیکولین می‌شود و با این اثر باعث به حداکثر رسیدن خاصیت بافری سلول نسبت به کلسیم داخل سلولی و پیشگیری از اپوپتوز می‌شود. پس از اخته کردن مقدار کالرتیکولین کاهش می‌یابد که متعاقب آن توانایی سلول در عمل بافری نسبت به یون کلسیم کاهش می‌یابد و سلول بیشتر در معرض خطر بروز اپوپتوز قرار می‌گیرد (۳). تغییر مهم دیگری که در موش‌های اخته شده مشاهده شده، کاهش میزان خون‌رسانی به بافت‌های پروستات آن‌ها است. جالب توجه این است که عمل اخته کردن باعث بروز هیچ گونه تغییری در خون‌رسانی دیگر بافت‌های وابسته به آندروژن نمی‌شود و تجویز تستوسترون در جانوران اخته شده باعث جلوگیری از بروز تغییرات خون‌رسانی در پروستات آن‌ها می‌شود. به علت این که اپوپتوز با تغییرات جریان خون همراه است و چون این تغییرات جریان خون زودتر از اپوپتوز رخ می‌دهند، برخی محققان عقیده دارند که آسیب‌های اپیتلیوم پروستات ناشی از شرایط هیپوکسی و ایسکمی بعد از اخته کردن است (۱).

استفاده از سلول‌های اپوپتوتیک برای القای اپوپتوز درمانی در سرطان پروستات به این علت که سرطان پروستات غیروابسته به آندروژن دارای شیوع زیادی است و قابل درمان نیست، محققان در حال انجام تحقیقات زیادی برای یافتن روش‌های درمانی جدید هستند. روش جدیدی که براساس استفاده از ژن‌های دخیل در روند اپوپتوز به عنوان عوامل درمانی استوار است، در دست بررسی است. هنگامی که این ژن‌ها فعال می‌شوند روند خودکشی غیرقابل برگشت و مؤثر در داخل سلول به راه می‌افتد و بنابراین می‌توان آن‌ها را به عنوان عوامل دارای پتانسیل درمانی در نظر گرفت. بررسی‌ها برای درک این که آیا می‌توان از دستکاری بیان و فعالیت این ژن‌ها برای القای اپوپتوز سلول‌های سرطانی رشد کرده در آزمایشگاه درون بدن بهره‌برداری کرد، هنوز ادامه دارد (۲).

عملکرد صحیح محور آندروژن - گیرنده آندروژن برای توسعه و عملکرد طبیعی پروستات ضروری است

منابع

1. Catz S.D., and J.L. Johanson., 2003 BCL-2in prostate cancer. PP:8:29-37
2. Johanson S.D. 2000 animal reproduction science. Prostatic Disorder in the dog. PP:405-515.
3. Kothakota S., 1997. The Rold of Caspase -3 Apoptosis. Department of Molecullar and Cellular Science, Western Unhversity of Science. PP:278, 294-298.
4. Meuten D.J., 2002. Tunors in domestic animals. 4 Edition. Iowa state university Press/Ames. PP:397-405.
5. Pierre Allard et ai. 1997. Estardiol Activates P60, P53/56 and renatured P50/55 protein tyrosine Kinases in the dog prostate. PP:25-34.
6. Ye Zang, Ann.N.Y Acad.. From Castration Induced Apoptosis of Prostate Epitheliom to the Use of Apoptotic Genes in Treatment of Prostate cancer, Sci. 963:191-203 (2002).

هم‌چنین تغییراتی را در بیان ژن‌های پیش اپوپتوزی و ضد اپوپتوزی مثل Bcl-2 را نشان داده‌اند (۵). پروستات جانوران اخته شده پس از تجویز آندروژن‌ها احیا می‌شود. وانگ و همکاران تعداد ۲۵ نوع افزایش فعالیت ژنی و تعداد کاهش ۴ نوع فعالیت ژنی را در پروستات گرفته شده از رت مشخص کردند. این بیانگر این است که ژن‌هایی که در فرایند احیای پروستات نقش دارند در عمل ضد اپوپتوزی و تکثیر سلولی دخیل هستند. از جمله این ژن‌ها می‌توان به افزایش بیان ژن کالرتیکولین اشاره کرد که یکی از تنظیم‌کننده‌های مهم اپوپتوز است و سلول را در برابر اپوپتوز ناشی از افزایش فراخوانی کلسیم محافظت می‌کند. کالرتیکولین با افزایش فعالیت بافری نسبت به کلسیم در داخل سلول از اپوپتوز ناشی از فراخوانی کلسیم به داخل سلول با استفاده از یونوفر می‌توان به نام A23187 جلوگیری می‌کند. بر این اساس می‌توان

علم آموزی به شیوه کاوشگری



غزاله نعمت‌اللهی

گزارشی از پژوهش‌سرای دانش آموزی محمدبن زکریای رازی آموزش و پرورش ناحیه یک شهری

کلیدواژه‌ها: پژوهش‌های دانش آموزی، علم‌ورزی.

آشنایی

در اینجا دانش‌آموزان بیشتر اوقات در حال تفریح‌اند و تفریح آنجا بیشتر تحقیق و پژوهش‌های علمی است. اینجا پژوهش‌سرای ۱۹ ساله دانش‌آموزی رازی واقع در شهر ری است که ۱۷ انجمن علمی دارد، از جمله انجمن زیست‌شناسی که ۱۰ ساله است. انجمن زیست‌شناسی این پژوهشگاه برای خوانندگان فصل‌نامه رشد آموزش زیست‌شناسی بیگانه نیست، چون قبلاً گزارش‌های شماری از پژوهش‌های دانش‌آموزان عضو این انجمن را در این مجله خوانده‌اند.

اهمیت پژوهش‌های دانش‌آموزی

این پژوهش‌سرا باید برای معلمان پویای زیست‌شناسی دیدنی و به‌ویژه برای برنامه‌ریزان درس زیست‌شناسی جالب و امیدوارکننده باشد؛ چه آنان هنگامی که حدود هفده سال پیش شروع به برنامه‌ریزی کتاب‌ها و برنامه جدید زیست‌شناسی کردند،

در این فکر بودند که تا آنجا که ممکن است، دانش‌آموزان را به مراکز یادگیری نزدیک و در عوض معلم‌ها را از این مراکز دور کنند، وسایل و لوازم آزمایشگاهی و پژوهشی به‌دست آنان بدهند و ذهن آنان را در فعالیت‌های علمی درگیر کنند. «محمد کرام‌الدینی» یکی از این برنامه‌ریزان پس از بازدید از این پژوهش‌سرا و گفت‌وگو با یکایک دانش‌آموزان چنین می‌گوید:

«علم‌آموزی فقط به صورت ارائه اصول و واقعیت‌ها روی نیمکت‌های

خشک کلاس‌های در بسته اثرهای بسیار نامطلوبی بر نگرش دانش‌آموز نسبت به علم و دانشمند بر جای می‌گذارد. چنین روشی سبب می‌شود که دانش‌آموزان ناخواسته به این نتیجه برسند که علم مجموعه‌ای از اجزای پراکنده و نامرتب به هم، غیرقابل اعتماد و بی‌ارتباط با واقعیت‌هاست. در ذهن دانش‌آموزانی که فقط با روش‌های کهنه و ناکارآمد مانند سخنرانی و امثالهم آموزش می‌بینند، ممکن است این تصور به‌وجود آید که علم مجموعه‌ای است از یافته‌های تغییرناپذیر. در نتیجه چون دانش‌آموز چند سال بعد پس از فراغت از تحصیل مشاهده می‌کند که بسیاری از چیزهایی که آموخته‌اند، منسوخ و مردود شده‌اند و جای آن‌ها را چیزهای نو گرفته، اگر با روند علم‌ورزی آشنا نباشند، نسبت به درستی و اعتبار علم و

در ذهن دانش‌آموزانی که فقط با روش‌های کهنه و ناکارآمد مانند سخنرانی و امثالهم آموزش می‌بینند، ممکن است این تصور به وجود آید که علم مجموعه‌ای است از یافته‌های تغییرناپذیر

کتاب درسی و معلم شک می‌کنند، به اهمیت علم در ساختن جامعه انسانی پی نمی‌برند و در نهایت به خرافه و جادو و روش‌های غیرعلمی روی می‌آورند. برخی دانش‌آموزان با فرایند تغییر در دانش علمی آشنا نیستند، چون آموخته‌اند که هر چه

یاد می‌گیرند، تغییرناپذیر و ثابت است. در حالی که در علم حقیقت مطلق وجود ندارد و دانش علمی همواره در حال تغییر و تکامل و پیشرفت است. بسیاری از دانش‌آموزان مرزهای خیال و عالم واقع را نمی‌شناسند و در نتیجه درک نمی‌کنند که برخی چیزها که قبلاً به آنان آموخته شده و اکنون تغییر کرده‌اند، حقایق مطلق نبوده‌اند، بلکه در واقع انعکاس داده‌ها در ذهن آدمی بوده‌اند. این‌گونه دانش‌آموزان تغییر را درک نمی‌کنند و ممکن است فکر کنند که علم چیزی نیست

جز خیال‌بافی و به زندگی واقعی روزانه ارتباطی ندارد».

به شیوه دانشمندان

«محمد کرام‌الدینی» درباره پژوهش‌های دانش‌آموزی چنین ادامه می‌دهد: «علم‌آموزی به شیوه‌ای که می‌توان آن را جستار یا مکاشفه یا اکتشافی نامید، یعنی به شیوه‌ای که دانشمندان علم‌ورزی می‌کنند یا آن‌طور که در اینجا می‌بینیم با پژوهش‌های دانش‌آموزی، می‌تواند از پی‌آمدهایی که برشمردم جلوگیری کند و به دانش‌آموزان نشان بدهد که چگونه دانش از تفسیر داده‌ها برمی‌خیزد. با این روش دانش‌آموزان می‌آموزند که انعکاس داده‌ها در ذهن آدمی دائماً همراه با پیشرفت علم تغییر می‌کند. دانش‌آموزان به این روش می‌آموزند که دانش همیشه در حال تغییر است و در علم، ما در هر زمان بیشتر از زمان قبل از آن می‌دانیم؛ این را یاد می‌گیرند که اگر دانش کنونی ما همواره تغییر می‌کند و تصحیح می‌شود، به این علت نیست که قبلاً غلط بوده، بلکه فقط در یک پله پایین‌تر قرار داشته و اکنون کامل‌تر شده است. دانش علمی کنونی ما بر اساس داده‌ها و تصوراتی است که دائماً به بهترین وجه ممکن تصحیح می‌شوند. البته این هم کافی نیست درهای کلاس درس را ببندیم و دانش‌آموزان را روی نیمکت‌ها میخکوب و به آنان امر کنیم که بپذیرند دانش از داده‌ها ایجاد می‌شود و در نتیجه تغییرپذیر است. دانش‌آموزان باید خود با دست و ذهن خود علم را تجربه کنند. بی‌اعتنایی به پژوهش‌های دانش‌آموزی مثل این است که بخواهیم شنا کردن را در کلاسی بدون آب و فقط با گچ و تخته و سخنرانی به دانش‌آموزان بیاموزیم».

بدون احساس خستگی

«شهره سلیمی» که از سال ۱۳۸۵ کارشناس آزمایشگاه زیست‌شناسی این پژوهش‌سراست، می‌گوید: «در این پژوهش‌سرا دانش‌آموزان در هر هفته حداقل هفت ساعت را به‌طور حضوری در انجمن فعالیت می‌کنند و در بقیه مواقع از طریق رایانامه (پست الکترونیک) با معلم راهنمای خود در ارتباط‌اند و سؤالات خود را با او در

میان می‌گذارند. بارها پیش آمده است که همراه با دانش‌آموزان در روند طراحی یک آزمایش با مشکل مواجه شده‌ایم. این مشکل سبب شده که ساعت‌ها، روزها و یا گاه حتی ماه‌ها بدون احساس خستگی در مورد آن فکر کنیم، با دانش‌آموزان جلسات متعددی برگزار کنیم و در نهایت از طریق بررسی مقالات متعدد در آن زمینه یا ارتباط با مراکز علمی مشکل را برطرف کنیم. در بیشتر مواقع هم موفق شده‌ایم».

او سپس ادامه می‌دهد که «از ابتدای شروع پروژه تا انتهای آن کار به صورت محرمانه است و دانش‌آموزان و سایر کادر پژوهش‌سرا از ارائه توضیح درباره آن در جمع عمومی خودداری می‌کنند اما در نهایت پس از تأیید، از طریق رسانه‌ها اطلاع‌رسانی می‌شود».

اول اندیشه وانگهی کردار

«غلامحسین رستگاری» مسئول پژوهش‌سرا می‌گوید: «انجمن زیست‌شناسی پژوهش‌سرای رازی از سال ۱۳۸۱ با ۱۵ دانش‌آموز راه‌اندازی شد. در سال‌های اولیه بیشتر تمرکز انجمن روی آزمایش‌های کتاب‌های درسی بود. بخش ترویج از طریق برگزاری سمینارها و همایش‌های مختلف انجام می‌گرفت. اما بر اثر کسب تجربیات مختلف، رفته‌رفته کاربری این انجمن کم‌کم به سوی فعالیت‌های پژوهشی گرایش پیدا کرد. هم‌اکنون این انجمن با ۶۵ دانش‌آموز پژوهش‌محور، علاوه بر فعالیت‌های ترویجی، یکی از انجمن‌های قوی در بخش پژوهش و تحقیقات دانش‌آموزی است. روند کار به این صورت است که در ابتدای سال تحصیلی بخشنامه‌ای تحت عنوان آمادگی پژوهش‌سرا برای جذب دانش‌آموزان علاقه‌مند

بی‌اعتنایی به پژوهش‌های دانش‌آموزی مثل این است که بخواهیم شنا کردن را در کلاسی بدون آب و فقط با گچ و تخته و سخنرانی به دانش‌آموزان بیاموزیم

به دانش‌زیستی به مدارس ارسال می‌شود. پیرو آن، کادر پژوهش‌سرا در مدارس حضور می‌یابند و به همراه دانش‌آموزان عضو سال‌های قبل، فعالیت‌های این انجمن را برای دانش‌آموزان توضیح می‌دهند و از دانش‌آموزان علاقه‌مند ثبت‌نام موقت به‌عمل می‌آورند. دانش‌آموزانی که مدارک خود را به پژوهش‌سرا ارائه دهند، ثبت‌نام می‌شوند».

دانش‌آموزان از ابتدای ورود به این پژوهش‌سرا فوراً به کار پژوهش نمی‌پردازند، بلکه نخست در دوره اول با مقدمات عمومی و تخصصی آشنایی پیدا می‌کنند:

* عمومی: آشنایی و مهارت‌آموزی کار با رایانه شامل برنامه‌های مورد نیاز، آشنایی و مهارت کار با اینترنت، گذراندن دوره دانش‌آموزی پژوهش‌محوری.

* تخصصی: آشنایی با میکروسکوپ نوری از نظر ساختاری و عملکردی، آشنایی با آزمایشگاه زیست‌شناسی، زیست‌شناسی سلولی، فیزیولوژی گیاهی، فیزیولوژی جانوری، علم تشریح جانوری، آزمایش روی میکروارگانیسم‌ها، زیست‌شناسی و محیط.

دانش‌آموزانی که موفق شدند دوره مقدماتی عمومی و تخصصی را با موفقیت طی کنند، وارد دوره دوم می‌شوند. در این دوره به طراحی آزمایش می‌پردازند تا بتوانند مهارت‌های لازم برای انجام آزمایش‌ها را به‌دست آورند، هماهنگی مناسبی بین دست و چشم و مغز خود برقرار کنند و آنچه را در ذهن دارند، ببینند و با دست روی آن کار کنند.

دوره سوم نگاه به طبیعت پیرامون خود و طرح مسئله است. در این مرحله دانش‌آموزان گروه‌بندی می‌شوند و ایده‌های برگرفته شده از طبیعت را مورد بررسی قرار می‌دهند و پس از آن ضمن هماهنگی با استاد راهنما یک مسئله را به‌عنوان پروژه انتخاب می‌کنند و از این به بعد شروع به کار پژوهشی در زمینه موضوع انتخابی خود می‌کنند که مدت زمان آن بسته به موضوع انتخابی و امکانات مورد نیاز و هماهنگی‌های لازم بین ۶ ماه تا ۲ سال است. در پایان ممکن است فرضیه پژوهش آنان تأیید یا حتی رد شود. معمولاً فرضیه‌های تأیید شده در انجمن زیست‌شناسی پژوهش‌سرا برای تأیید و اطمینان از درستی روند کار از نظر علمی به یکی از دانشگاه‌ها یا مرکز پژوهشی ارسال می‌شود و در صورت دریافت تأییدیه مکتوب از این مراکز، این پژوهش به عنوان تولید علمی با ویژگی‌های گفته شده برای نشریه رشد آموزش زیست‌شناسی که مناسب‌ترین پایگاه نشر و انتشار این نوع پژوهش‌ها در سطح وزارت آموزش و پرورش است، ارسال می‌شود.

تولیدات علمی

بر دیوارهای این پژوهشگاه پوسترهایی از پروژه‌های دانش‌آموزی این پژوهش‌سرا نصب شده است. بازدیدکننده با نگاهی گذرا به عناوین این پژوهش‌ها به آسانی درمی‌یابد که بخش قابل توجهی از این پژوهش‌ها در زمینه زیست‌شناسی است و نمایشگاهی از مجلاتی که این پژوهش‌ها را منتشر کرده‌اند، مؤید آن است.

تولیدات علمی این پژوهش‌سرا در انجمن زیست‌شناسی عبارت‌اند

از: ۱. روش نوین استخراج DNA از سلول گیاهی، دارای تأییدیه کتبی از دانشگاه تهران، منتشر شده

در فصل‌نامه رشد آموزش زیست‌شناسی شماره ۴، تابستان ۸۹
۲. روشی نوین برای استخراج DNA از سلول خون، دارای تأییدیه کتبی از بخش ژنتیک دانشگاه تهران، منتشر شده در فصل‌نامه رشد آموزش زیست‌شناسی شماره ۴، تابستان ۹۰

۳. پاکسازی زیستی پلاستیک‌ها از محیط، دارای لوح سپاس از معاون فناوری واحد بین‌الملل پژوهشگاه صنعت نفت وابسته به وزارت نفت و دارای رتبه استانی جشنواره خوارزمی و منتشر شده در فصل‌نامه رشد آموزش زیست‌شناسی شماره ۱، تابستان ۹۱

۴. پاکسازی خاک‌های آلوده به نفت، دارای لوح سپاس از معاون فناوری واحد بین‌الملل پژوهشگاه صنعت نفت وابسته به وزارت نفت و دارای رتبه استانی جشنواره خوارزمی و منتشر شده در فصل‌نامه رشد آموزش زیست‌شناسی شماره ۱ (زیر چاپ)

۵. نحوه عبور مواد از غشای سلول، منتشر شده در فصل‌نامه رشد آموزش زیست‌شناسی شماره ۱، پاییز ۸۹

۶. روشی نوین برای بررسی میکروارگانیسم‌ها در مدارس، منتشر شده در ماهنامه رشد مدرسه فردا آذر ۸۹

۷. تونسیسته یا غلظت اسمزی پلاسما، منتشر شده در فصل‌نامه رشد آموزش زیست‌شناسی شماره ۱، پاییز ۹۰

۸. چرا بعضی از میوه‌ها پس از پوست‌کندن قهوه‌ای رنگ می‌شوند، منتشر شده در فصل‌نامه رشد آموزش زیست‌شناسی شماره ۱، پاییز ۹۰
۹. استخراج بتاکروتین از هویج، منتشر شده در فصل‌نامه رشد آموزش زیست‌شناسی پاییز ۹۱

۱۰. بررسی تغییر فراوانی انواع گروه‌های خونی در جمعیت دانش‌آموزان دختر ناحیه یک شهرری در یک دوره ۶ ساله، دارای تأییدیه کتبی از آزمایشگاه ژنتیک تهران.

سخن پایانی

محمد بن زکریای رازی کار علمی را از همین منطقه آغاز کرد و سرانجام جهانی شد و به یکی از افتخارات علمی ایران و جهان اسلام تبدیل گردید. بی‌گمان بدون کوشش‌های خستگی‌ناپذیر، این مرد بزرگ در جایگاه رفیع علمی امروز قرار نداشت.

اکنون فرزندان این بزرگ مرد علم جهان در زادگاه او، با کمک معلمان سخت‌کوش خود همان می‌کنند که او در آغاز راه می‌کرد. پس اگر کار به دستی‌پیش رود، بی‌گمان موفقیت‌های بزرگی در انتظار نوه نتیجه‌های محمدبن زکریای رازی است.

نژاد انسانی

جای دادن انسان‌ها در گروه‌های نژادی مختلف نه تنها از لحاظ اجتماعی بی‌ارزش است، بلکه مخرب روابط اجتماعی و انسانی نیز هست و چون این تقسیم‌بندی اهمیت ژنتیک یا تاکسونومیک ندارد، هیچ‌گونه توجیهی برای تداوم آن موجود نیست.

ریچارد لیونتین^۱

کلیدواژه‌ها: تبعیض نژادی، ژنوم انسانی، ژنتیک جمعیت.

ترجمه: غزاله نعمت‌اللهی

«ظهور انسان» نوشته‌است که ویژگی‌های ذهنی نژادهای مختلف انسانی بسیار متفاوت است؛ مخصوصاً در ابراز احساسات و توان هوشی. از آزمون‌های بهره هوشی که در سال‌های دهه‌های ۶۰ و ۷۰ از قرن بیستم صورت گرفت، چنین استنباط شد که گروه‌های قومی بهره هوشی یکسان ندارند؛ چون این آزمون‌ها نشان می‌دادند که بهره هوشی امریکایی‌های آفریقایی تبار کمتر از بهره هوشی سفیدپوستان و میانگین بهره هوشی مردم شرق آسیا و نیز یهودیان اشکنازی بیشتر از این دو است.

ریچارد هرنشتاین^۲ و چارلز موری^۳ در سال ۱۹۹۴ احتمال ذاتی بودن این تفاوت‌ها را مطرح کردند و پژوهشگرانی مانند ریچارد لین^۴ و فیلیپ روشتون^۵ از این هم فراتر رفتند و استدلال کردند که تفاوت‌های طبیعی در بهره هوشی ممکن است علت نابرابری‌های جهانی را توضیح دهند، یعنی همان نکته‌ای که واتسون در گفت‌وگوی

انسان است و بنابراین، بعید نیست که اقوام مختلف بشری ظرفیت‌های ذهنی متفاوت داشته باشند. پس چرا این اظهارات واتسون این چنین تفرقه‌انداز و آتش‌افروز معرفی شدند؟ آیا متهم کردن این ژنتیک‌دان بزرگ به انتشار عقایدی که از لحاظ ژنتیک معتبر اما از نظر سیاسی نادرست‌اند، کار صحیحی بود؟

نژاد انسانی و هوش

واتسون نخستین دانشمندی نبود که ادعا کرد افراد متعلق به نژادهای مختلف توانایی‌های هوشی ذاتی متفاوت دارند. اندیشه تفاوت در توانایی‌های ذهنی نژادهای مختلف بشری در

جیمز واتسون در پاییز ۲۰۰۷، پس از انتشار کتاب جدیدش، در گفت‌وگویی مطبوعاتی نسبت به آینده آفریقا اظهار تأسف کرد و گفت: «سیاست‌های توسعه بر این اساس بنا شده‌اند که هوش آفریقایی‌ها هم به اندازه هوش غربی‌ها در نظر گرفته شود؛ در حالی که همه آزمایش‌ها این ادعا را رد می‌کنند». او سپس اعلام کرد که گرچه دوست داشته همه انسان‌ها یکسان باشند «اما همه کسانی که با کارکنان سیاه‌پوست سروکار داشته‌اند، دریافته‌اند که این‌طور نیست». این اظهارات واتسون در مورد وراثتی بودن هوش و کم‌هوشی سیاه‌پوستان برای او بسیار گران تمام شد و آتش بحثی خشم‌آلود را شعله‌ور کرد. دانشمندان واتسون را آماج حمله قرار دادند و دیدگاه او را نه بر مبنای شواهد و مدارک، بلکه غیرعلمی دانستند. در پی آن، سخنرانی‌های او یکی پس از دیگری لغو شدند و او را از منصب دانشگاهی برکنار و بازنشسته کردند.

اما می‌دانیم که هوش یکی از صفات ارثی

•••••
* آیا متهم کردن این ژنتیک‌دان بزرگ به انتشار عقایدی که از لحاظ ژنتیک معتبر، اما از نظر سیاسی نادرست‌اند، کار صحیحی بود؟
•••••

قرن نوزدهم رایج بود. چارلز داروین در کتاب

مطبوعاتی بیان کرد. هنری هارپندینگ^۶ از

تکامل رنگ پوست

انسان اندیشمند (*Homo sapiens*) در آفریقا پدیدار شد و رنگ پوست نخستین آدمیان سیاه بود اما چرا رنگ پوست بسیاری از آدمیان امروزی روشن است؟ ممکن است یکی از علت‌ها زندگی در ارتفاعات باشد. هر چه مقدار ملانین در پوست بیشتر باشد، مقاومت انسان در برابر پرتوهای فرابنفش خورشیدی که سرطان‌زا هستند، بیشتر می‌شود. ملانین هم‌چنین از تولید ویتامین دی در حضور نور ضعیف جلوگیری می‌کند. هر چه انسان‌ها بیشتر به شمال خط استوا مهاجرت کردند، انتخاب طبیعی پوست روشن‌تر را بیشتر انتخاب کرد. چون سرطان پوست از کمبود ویتامین دی کم‌خطرتر است، به همین علت افراد سیاه‌پوستی که در شمال اروپا و آمریکا زندگی می‌کنند، بیشتر به راشیتیسیم دچار می‌شوند. اخیراً ژنی به نام *SLC24A5* کشف شده است که ممکن است مسئول رنگ پوست باشد.

دانشگاه یوتا پیشنهاد کرد که هوش افراد اشکنازی ممکن است به تاریخ یهودیت و نقش سنتی آنان در داد و ستد و مسائل پولی ربط داشته باشد. این فشارهای انتخالی ممکن است به نفع ژن‌هایی کار کرده باشند که

❖ اگر چه تفاوت در بهره هوشی اقوام مختلف انسانی واقعیت دارد، اما بیشتر عوامل اقتصادی - اجتماعی را مسئول آنها می‌دانند.

biDiL فقط برای افراد افریقایی تبار امریکایی تجویز می‌شود. در هیچ یک از این موارد رنگ پوست اهمیت ندارد. رنگ پوست نیز همراه با دیگر ژن‌ها انعکاسی است از راه‌های مختلف سوخت و ساز.

توانایی ورزشی

در المپیک سال ۱۹۸۰ آلن ولز^۶ سفیدپوست برنده دو صدمتر شد. در این سال تحریم باعث شده بود که دوندۀ سیاه‌پوست دو سرعت امریکا در این مسابقه شرکت نکند. سیاه‌پوستان هم‌چنین در رشته‌های فوتبالی امریکایی و بستکبال مقام اول را دارند. این باعث شده است که برخی تصور کنند افراد سیاه‌پوست در انجام دادن برخی ورزش‌ها، مخصوصاً آنهایی که به قدرت و سرعت نیاز دارند، توانا ترند. البته این تصور ممکن است درست باشد. چون ژن‌هایی مانند ژن ACTN3 که باعث انقباض سریع رشته‌های ماهیچه‌ای و سرعت ناگهانی زیاد می‌شوند، وجود دارند؛ اما شواهدی مبنی بر وجود آنها در نژادهای خاص مشاهده نشده است. ممکن است دستاوردهای ورزشی سیاه‌پوستان به علت وضعیت اجتماعی یا سنت‌های فرهنگی باشد که ورزشکاران را به ورزش‌های خاص سوق می‌دهند. ورزش هم‌چنین محدودیت‌های گروه‌های نژادی سنتی را بیشتر آشکار می‌کند. در سال ۲۰۰۰ جان انتین در کتاب خود «تابلو» نوشت که اصالت بیشتر قهرمانان دو سرعت مربوط به غرب افریقا، ولی اصالت بیشتر قهرمانان دو استقامت سیاه‌پوستان شرق یا شمال افریقا بوده است. بنابراین، رنگ پوست با قومیت متفاوت است.

سبب بهبود کارکرد ذهن می‌شوند. این ژن‌ها سپس با سرعت در جامعه بسته یهودیان که به ندرت با افراد غیریهودی ازدواج می‌کنند، منتشر شده است.

در واقع شواهد اندکی در اثبات این ادعاها وجود دارد. اگر چه تفاوت در بهره هوشی اقوام مختلف انسانی واقعیت دارد، اما بیشتر عوامل اقتصادی - اجتماعی را مسئول آن‌ها می‌دانند. داده‌هایی که اخیراً به دست آمده‌اند، نشان می‌دهند که امریکایی‌های افریقایی تبار هم‌اکنون هم‌زمان با بهبود سطح زندگی در حال پر کردن شکاف هوشی خود هستند. فرضیه هوش افراد اشکنازی که زمانی طرفداران بسیاری داشت، اکنون در حال فراموش شدن است. این واقعیت که هوش تحت تأثیر ژن‌ها قرار دارد، به هیچ وجه به این معنی نیست که فراوانی ژن‌های هوش در اقوام مختلف انسانی متفاوت است. هرگونه ادعایی در این باره به صورت فرض مطرح می‌شود، نه واقعیت.

آیا نژاد انسانی مفهوم علمی دارد؟

ریچارد لیوننتین زیست‌شناس امریکایی در سال ۱۹۷۲ استدلال کرد که مفهوم نژاد نه ارزش اجتماعی دارد و نه علمی. بعداً، نقشه ژنوم انسان نشان داد که او درست می‌گفت. حدود ۹۹/۷ تا ۹۹/۹ درصد DNA انسانی در همه افراد کره زمین یکسان است. تفاوت‌های اندکی که سبب می‌شوند افراد منحصر به فرد

باشند در گروه‌های قومی متفاوت بیشتر نمود دارند. ژن‌های یک فرد امریکایی افریقایی تبار شباهت بسیاری با ژن‌های افراد چینی یا سفیدپوستان قفقازی دارد. لیوننتین معتقد است که علم نباید با گروه‌بندی‌های گمراه‌کننده کلیشه‌ای نژادی کاری داشته باشد. بی‌گمان یافته‌های ژنتیک ایدئولوژی‌های شبه‌علمی مربوط به تبعیض نژادی را رد می‌کنند اما علم تفاوت‌های بزرگی بین جمعیت‌های آدمی یافته است. چون رنگ پوست انسان نشانگر ضعفی برای پی بردن به اجداد اوست و نوسان‌هایی گسترده در گروه‌هایی که ما آن‌ها را «سیاه‌پوست»، «سفیدپوست» یا «آسیایی» می‌نامیم وجود دارد، می‌توان دقیق‌تر اجداد را از روی ژنوم هر فرد ردیابی کرد.

فراوانی بعضی از بیماری‌های خاص در بین برخی از گروه‌های قومی بیشتر است. کم‌خونی ناشی از گویچه‌های سرخ داسی شکل در بین افراد افریقایی تبار و افراد مدیترانه‌ای بیشتر است. مالتیپل اسکلروز در میان سفیدپوستان بیشتر رایج است و بیماری‌های تائیداساکس بیشتر در بین افراد قوم اشکنازی شیوع دارد. این دانش به کار تشخیص بیماری‌ها در پزشکی می‌آید و برای اثبات گروه‌های نژادی نامناسب است.

می‌توان از نژاد در پیش‌بینی پاسخ به داروهای خاص نیز استفاده کرد. داروی ضدافسردگی کلوزاپین^۷ بر افراد افریقایی - کارائیب اثرهای جانبی بیشتر دارد و داروی قلبی

هابلوتیپ نیز که مجموعه DNA وراثتی است در افراد متعلق به قوم‌های مختلف متفاوت است. شناخت کم و کیف آن برای شناسایی ژن‌های بیماری‌ها اهمیت دارد. HapMap فقط در افراد متعلق به چهار گروه قومی وجود دارد: اروپایی‌ها، یورپاهای نیجریه‌ای، چینی‌های هان و ژاپنی‌ها، بنابراین، تحقیقات ژنتیک در جمعیت‌های مختلف متفاوت است. در ژنوم انسان چیزی که تأییدکننده تبعیض نژادی باشد، یافت نشده است. جای دادن انسان‌ها براساس میانگین صفات در گروه‌های مختلف به هر شکل نادرست است، اما این هم نیز نادرست است که هرگونه تفاوت را در جمعیت‌های مختلف انسانی نادیده بگیریم و انکار کنیم.

پی‌نوشت

1. Richard Lewontin
2. Richard Herrnstein
3. Charles Murray
4. Richard Lynn
5. philippe Rushton
6. Henry Harpending
7. Clozapine

8. Allan Wells

منبع

Henderson, M.; 2008; 50 Genetics Ideas You Really Need to Know; Quercus Publishing Plc.; London

آهن در حیات نخستین نیلوفر فنسنگساز

هنگام آغاز حیات در زمین، احتمالاً آهن کار منیزیم را انجام داده است: ممکن ساختن حیات.

مطالعات جدید گویای آن‌اند که احتمالاً هنگام آغاز حیات در زمین، آهن در درست کردن اشکال مولکولی مورد نیاز برای زیست ارگانیسم‌ها به RNA یاری رسانده است. امروزه این نقش توسط منیزیم ایفا می‌شود.

در جدول تناوبی عناصر، آهن و منیزیم از هم دور هستند، اما گروهی از محققان در مؤسسه اختر زیست‌شناسی ناسا (NAI) واقع در انستیتو فناوری جورجیا شواهد تازه‌ای ارائه می‌کنند که سه بیلیون سال پیش، آهن همان کاری را انجام می‌داده که امروز منیزیم برای کمک به ریبونوکلیک اسید (RNA) انجام می‌دهد.

این شواهد قابل ملاحظه‌ای است بر این که زندگی از مرحله‌ای ابتدایی عبور کرده که RNA نقش محوری‌تری داشته است، یعنی وظیفه‌ی DNA و پروتئین را پیش از پدیدار شدن‌شان عهده‌دار بود. در بیش از سه بیلیون سال قبل، زمین فاقد اکسیژن بود با این وجود آهن بسیاری در دسترس بود.

کارل پیلچر مدیر مؤسسه اختر زیست‌شناسی ناسا در مرکز تحقیقات ایمر بیان داشت: «یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در اختر زیست‌شناسی فهم چگونگی پیدایش حیات در زمین در چند بیلیون سال قبل است؛ یعنی هنگامی که طبیعت زمین نسبت به امروز بسیار متفاوت بوده است. این بررسی نشان می‌دهد که چطور وضعیت زمین اولیه به رشد حیات کمک کرده است.»

در مطالعه اخیر، محققان انستیتو فناوری جورجیا در آتلانتا، از آزمایش‌ها و محاسبات عددی نمایش این که در زمین اولیه و بدون اکسیژن، آهن می‌توانست جانشین خوبی برای منیزیم موجود در RNA باشد بهره برده‌اند. در این صورت RNA قادر به سرهم کردن اشکال مورد نیاز خود برای کاتالیز واکنش‌های شیمیایی حیات بود. در واقع، RNA این واکنش‌ها را با آهن بهتر از منیزیم کاتالیز می‌کرد. لورن ویلیامز استاد دانشکده شیمی و بیوشیمی جورجیا تک و رهبر گروه NAI گفت: «انگیزه ابتدایی این مطالعه، فهم RNA در شرایطی احتمالی اولیه زمین بود. فرضیه ما این است که RNA در حضور آهن تکامل یافت و برای کار با آن بهینه شد.»

در بیش از سه بیلیون سال پیش در جو زمین تقریباً از

گاز اکسیژن آزاد خبری نبود. زمانی که اکسیژن به عنوان محصول فتوسنتز وارد محیط شد، باعث زنگ زدن آهن موجود در زمین و ایجاد ذخایر عظیمی از آهن که هنوز هم در معادن هستند شد. هنگامی که آهن ذخیره و معدنی شد دیگر در دسترس نبود، به این ترتیب RNA شروع به استفاده از منیزیم به جای آهن کرد و منجر به حیاتی شد که امروز می‌شناسیم.

در مطالعات بعدی، محققان به بررسی این موضوع می‌پردازند که RNA چه فرایندهایی را می‌تواند با آهن انجام دهد در حالی که با منیزیم قادر به انجام آن‌ها نیستند. زیرنویس عکس ۱: شکل یک مولکول RNA هم در منیزیم (MG) و هم در آهن (Fe).

منبع

مرکز تحقیقات ایمر ناسا (www.nasa.gov)

کروموزوم‌های مصنوعی مرضیه صادقی نقدعلی علیا دبیر زیست‌شناسی شهرستان جهرم

کلیدواژه‌ها: کروموزوم، مخمر، باکتری، کلونینگ.

مهم‌ترین محدودیت اغلب وکتورها طول DNA قابل کلون در آن‌هاست. بنابراین، برای انتقال قطعات بزرگ می‌توان کروموزوم‌هایی با توان همانندسازی مستقل به عنوان وکتور طراحی کرد. چند نوع از این کروموزوم‌های مصنوعی ساخته شده عبارت‌اند از:

* کروموزوم‌های مصنوعی مخمری^۱ وکتورهایی هستند که امکان کلونینگ قطعات خارجی با طول تقریب ۵۰۰ kbp در سلول‌های مخمری را دارند.

* کروموزوم‌های مصنوعی PI^۲ با استفاده از این سیستم بسته‌بندی می‌توان قطعات ژنومی با طول ۹۵-۷۰ kbp را کلون و دستکاری کرد. اصلاح وکتورها باعث تولید کروموزوم‌هایی شده که

قطعه خارجی با طول ۱۵۰-۱۳۰ kbp را می‌توان در آن‌ها الحاق کرد.

* کروموزوم مصنوعی باکتریایی^۳، نسخه‌های تغییر یافته پلاسمید هستند که می‌توانند قطعات الحاقی به طول تقریب ۲۰۰ kb را منتقل کنند. به نظر می‌رسد قطعات الحاقی شده در کروموزوم‌های مصنوعی باکتریایی بسیار پایدار باشند. به طوری که می‌توانند بعد از چند صد نسل همچنان در سلول‌های E.coli حفظ شوند. همچنین به نظر می‌رسد که این وکتورها نسبت به بازاریابی یا حذف در سلول‌هایی با نقص در نوترکیبی کمتر مستعد باشند. مهم‌ترین عیب کروموزوم‌های



مصنوعی باکتریایی حضور فقط یک یا دو نسخه از آن‌ها در هر سلول است که می‌تواند در استخراج و غربالگری مشکل ایجاد کند.

* کروموزوم مصنوعی انسانی^۴، می‌تواند مدت‌های زیادی در سلول‌های کشت بافت باقی بماند. توالی تکراری تلومری در انسان ۳-TTAGGG-۵ است که با توالی‌های تلومری مخمری متفاوت است. این دو توالی قابل جانشین کردن با هم نیستند. کروموزوم مصنوعی مخمری نمی‌تواند در سلول‌های انسانی به عنوان یک کروموزوم عمل کند. به این علت، در سال ۱۹۹۹ برای دستیابی به توالی‌های سانترومری و توالی‌های مربوط به منشأ همانندسازی انسانی، کروموزوم‌هایی انسانی به هدف انتقال به سلول‌های انسان و حفظ در آن‌ها ساخته شد.^۵

منابع

1. Yeast Artificial Chromosome (YAC)
2. Pl Artificial Chromosome
3. Bacterial Artificial Chromosome
4. Human Artificial Chromosome

۵. جی. ریس، ریچارد، آنالیز ژن و ژنوم، ترجمه مهرداد هاشمی، نجمه رنجی، ملیحه انتظاری، چاپ اول، تهران، خانه زیست‌شناسی، ۱۳۸۹، ص ۱۵۷-۱۶۵.

مصنوعی یک ابزار واقعاً کارآمد برای طراحی همه آن چیزهایی است که می‌خواهیم در زیست‌شناسی آن‌ها را انجام دهیم. ما در ذهن تعداد بیشماری از کاربردهای محتمل را برای این سلول می‌پروانیم»^۱.

سلول جدید در واقع نوعی باکتری ایجاد کننده التهاب در پستان بز است که اطلاعات ژنتیک آن تغییر یافته. این محققان با استفاده از ترتیب بازهای A-T-G-C روی DNA مصنوعی این موجود نشانی رایانامه (ایمیل) گروه خود را درج کرده‌اند تا نشانی مصنوعی بودن این باکتری باشد و در باکتری‌های حاصل از تقسیم این باکتری هم بتوان نشانی از سازندگان آن یافت. دکتر ونتر و همکارانش امیدوارند بتوانند از این موفقیت برای تولید باکتری‌های مفید استفاده کنند. آن‌ها گفت‌وگو‌هایی را برای تولید واکسن و تولید سوخت با شرکت‌های داروسازی آغاز کرده‌اند.

اما منتقدان هشدار می‌دهند که این دانشمندان درباره اثرهای مفید سلول‌های مصنوعی اغراق می‌کنند. دکتر هلن والاس از مؤسسه گرین واچ در بریتانیا که بر توسعه فناوری‌های ژنتیک نظارت می‌کند، گفت که تولید باکتری مصنوعی می‌تواند خطرناک باشد. دکتر والاس گفت اگر موجودات جدید را وارد محیط زیست کنیم، ممکن است شکل مصنوعی حیات را از کنترل خارج کنند و منجر به فاجعه‌های زیست‌محیطی شوند. او گفت که هنوز مشخص نیست رفتار این جانداران جدید در محیط زیست چگونه خواهد بود. به گفته والاس وارد کردن باکتری‌های مصنوعی برای پاکسازی محیط زیست خود می‌تواند به نوعی باعث آلودگی این محیط باشد و در ضمن ممکن است از آن در ساخت سلاح‌های زیستی استفاده کرد.^۲

1. <http://1.persiant.net>
2. <http://www.daneshgu.ir>



«کریگ ونتر» پدر اولین نقشه ژنی انسان اعلام کرده است که به همراه تیم خود اولین مجموعه از سلول‌های مصنوعی با توانایی خود تکثیری را با موفقیت ایجاد کرده است. کریگ ونتر متخصص ژنتیک که سابقه‌ای طولانی در تلاش برای ایجاد حیات مصنوعی دارد اعلام کرد: «ما سلول‌هایی طراحی، ترکیب و ایجاد کردیم که می‌توانند خود را تکثیر کنند». پدر اولین نقشه DNA و اولین کروموزوم مصنوعی ادامه داده است: «فکر می‌کنیم که این نتایج چه از دیدگاه علمی و چه

رنج نامه یک دبیر زیست‌شناسی

... خواستم نویسم ولی نتوانستم. ترسیدم روزی پشیمان شوم و به خود بگویم که چرا این مطلب را با کسی در میان نگذاشتم... همیشه زیست‌شناسی را دوست داشتم؛ چرا که معلم این درس در زندگی‌ام نقش مهمی داشت. از سال ۱۳۷۰ در حالی که دانش‌آموز بودم، با مجله رشد آموزش زیست‌شناسی آشنا شدم. آن را تهیه می‌کردم و می‌خواندم، هرچند در آن موقع سخت می‌شد آن را پیدا کرد. آرزو داشتم روزی در کسوت معلمی نوشته‌هایم در این مجله چاپ شوند. سال‌ها گذشت و من به آرزوی دیرینه خودم رسیدم.

تصمیم گرفته بودم با

اندیشه‌های نو وارد عرصه تدریس شوم. از مهرماه ۱۳۸۰ در کلاس‌هایم از شیوه‌های نو تدریس استفاده می‌کردم. مثلاً برای اطلاع از وضع روحی و جسمی دانش‌آموزان، اول هر سال تحصیلی همه مشخصات مورد

نیاز دانش‌آموزانم را در دفتری یادداشت می‌کردم و از اوایل آبان والدین در تماس بودم. وضعیت درسی دانش‌آموزان را به والدین اطلاع می‌دادم و اگر ضعفی یا شخصیت یا فعالیت‌های آموزشی آنان مشاهده می‌کردم، به اطلاع والدین می‌رساندم و با آنان درباره تقویت ضعف‌ها گفت‌وگو می‌کردم. این کارها را شب‌ها با تلفن منزل انجام می‌دادم.

به دانش‌آموزان سال‌های دوم و سوم پیشنهاد می‌دادم که برای تحقیق در مورد بیماری‌ها به جای کتاب، به سراغ بیماران بروند و سؤالاتی را که در ذهن دارند، از آنان بپرسند و برای کمک به آنان سؤال‌هایی آماده در اختیار قرار می‌دادم تا با آن‌ها شروع کنند. می‌گفتم این‌گونه بیماران را کجا می‌توان یافت. از آنان می‌خواستم نتیجه کار خود را در کلاس بازگو کنند. در مورد بیماری ایدز به هر گروه یک موضوع می‌دادم و به آنان

می‌گفتم که با آن نمایش اجرا کنند و پیام اخلاقی آن را بازگو کنند. مدل‌های تقسیم میتوز و میوز، نورون و مانند این‌ها و دیگر فعالیت‌های کتاب را که جنبه عملی داشت، به صورت گروهی انجام می‌دادیم. ساعت‌ها پای رایانه می‌نشستم و مطالب جدید درسی را که می‌خواستم تدریس کنم، می‌خواندم. اگر به تصاویر پویانمایی

برمی‌خوردم، آن را ذخیره می‌کردم و به کلاس می‌بردم. ... اشک مجال نوشتن بقیه را از من گرفته است... باری، از این راه افتخارات و جایزه‌هایی نصیب دانش‌آموزان و مدرسه در عرصه استانی و حتی کشوری می‌کردم اما... اما دریغ از یک تشکر به جای آن، چون سؤالاتم مفهومی بود، می‌گفتند چرا امتحان عین مطالب کتاب نیست؟ چرا نحوه تدریس من با روش‌های رایج هماهنگ نیست؟ چرا دانش‌آموزان را وادار به فعالیت‌های آموزشی خارج از کلاس درس می‌کنم؟ چرا وقت دانش‌آموزان را تلف می‌کنم؟

سخن کوتاه کنم، به خاطر

همین کارها از مدرسه‌ای که انگیزه زندگی‌ام شده بود عذرم را خواستند. اینک من مانده‌ام که چرا با یک دبیر علاقه‌مند این‌گونه رفتار می‌کنند؟

برای شما نوشتم، چرا که سال‌ها با مجله‌تان مأنوس بودم.

نام محفوظ

* ساعت‌ها پای رایانه می‌نشستم و مطالب جدید درسی را که می‌خواستم تدریس کنم، می‌خواندم. اگر به تصاویر پویانمایی برمی‌خوردم، آن را ذخیره می‌کردم و به کلاس می‌بردم

رشد آموزش زیست‌شناسی:

همکار محترم، خرسندیم که مجله رشد آموزش زیست‌شناسی توانسته است علاقه شما را جلب کند و شما صفحات آن را سنگ صبور خود دانسته‌اید اما بسیار متأسفیم که جامعه علمی آموزشی ما هنوز به حدی رشد نکرده است که از زحمات‌های خدمت‌گزاران واقعی خود به نحوی شایسته قدردانی کند. متأسفیم که هنوز کاربرد

روش‌های تدریس نامناسب و کنکوری رایج‌اند و به معلمان خلاق و علاقه‌مند کمتر مجال خودنمایی می‌دهند اما فراموش نکنیم که بیشتر بار سنگین اصلاح روش‌های تدریس موجود بر دوش معلمان زحمتکش است.

فراموش نکنیم که بی‌گمان دانش‌آموزان که هسته اصلی آموزش را تشکیل می‌دهند، خوب را از بد و خدمت‌گزار را از خیانتکار به خوبی باز می‌شناسند و همان‌طور که خودتان تحت تأثیر معلم زیست‌شناسی خود قرار داشته‌اید، آنان نیز در آینده قدردان شما خواهند بود. پیروز باشید.

* چون سؤالاتم مفهومی بود، می‌گفتند چرا امتحان عین مطالب کتاب نیست؟ چرا نحوه تدریس من با روش‌های رایج هماهنگ نیست؟ چرا دانش‌آموزان را وادار به فعالیت‌های آموزشی خارج از کلاس درس می‌کنم؟ چرا وقت دانش‌آموزان را تلف می‌کنم؟

فرهنگ‌نامه بدن انسان

فرهنگ‌نامه بدن انسان

راهنمای مصور ساختمان، کارکرد و بیماری‌های بدن انسان



(راهنمای مصور ساختمان، کارکرد و بیماری‌های بدن انسانی)
استیو پارکر، مترجم احمد مختاریان
انتشارات طلایی، ۱۳۹۱
تلفن: ۸۸۸۱۱۵۷۵
۲۵۲ صفحه مصور (رنگی)
۳۰۰/۰۰۰ ریال

این کتاب به چگونگی کارکرد بخش‌های مختلف بدن انسان و نیز به فعالیت‌ها یا فرایندهایی مانند چگونگی پلک‌زدن، یا جریان‌های الکتریکی موجود در اعصاب و سلول‌های عصبی می‌پردازد و به‌علاوه در آن بیش از ۲۰۰ نوع بیماری رایج همراه با جزئیات آنها توضیح داده شده است. همراه کتاب یک DVD وجود دارد که روابط میان دستگاه‌های مختلف بدن انسان را به صورت پویانمایی نشان می‌دهد.

کتاب فرهنگ‌نامه بدن انسان از شرح دستگاه اسکلتی آغاز می‌کند و توضیحات را با ساختار پوست، مو و ناخن به پایان می‌رساند؛ هر دستگاه را لایه‌لایه می‌شکافد و محتویات آن را آشکار می‌کند و جزئیات را تا حد سلول و اندام معرفی می‌کند. این کتاب برای دانش‌آموزان دبیرستان کتابی مناسب و مفید است.



با مجله‌های رشد آشنا شوید

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

مجله‌های دانش‌آموزی

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

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

مجله‌های بزرگسال عمومی

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

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

مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی تخصصی

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

مجله‌های بزرگسال اختصاصی

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

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

- نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی.
- تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸ - ۰۲۱



تولید ملی، حمایت از کار و سرمایه ایرانی

برگ اشتراک مجله‌های رشد

نحوه اشتراک:

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

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

◆ نام مجلات درخواستی:

.....
.....
.....

◆ نام و نام خانوادگی:

.....

◆ میزان تحصیلات:

.....

◆ تلفن:

.....

◆ نشانی کامل پستی:

.....

استان: شهرستان: خیابان:

شماره فیش: مبلغ پرداختی:

پلاک: شماره پستی:

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

.....

امضا:

- ◆ نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
- ◆ وبگاه مجلات رشد: www.roshdmag.ir
- ◆ اشتراک مجله: ۱۴-۷۷۳۳۹۷۱۳/۷۷۳۳۵۱۱۰/۷۷۳۳۶۶۵۶-۲۱

- ◆ هزینه اشتراک یکساله مجلات عمومی (هشت شماره): ۱۲۰۰۰۰ ریال
- ◆ هزینه اشتراک یکساله مجلات تخصصی (چهار شماره): ۸۰۰۰۰ ریال



اثرهای میدان مغناطیسی ضعیف روی سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاه مورد^۱

نویسندگان: فاطمه سلامی^۲،
مریم پروین‌نیا^۳، آزاده خوانساری^۴

چکیده

سال‌ها است که دانشمندان، از تأثیر شگرف میدان‌های مغناطیسی روی سرعت جوانه‌زنی گیاهان، اطلاع یافته و آن را به بوته آزمایش گذارده‌اند. در این پژوهش نیز اثر میدان مغناطیسی ضعیف ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ گاوس روی سرعت جوانه‌زنی گیاه مورد، بررسی و نمونه بذره‌های آزمون شده (قرار گرفته در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه، ۷۰ درصد رطوبت و ۱۶ ساعت نوردهی) با نمونه‌هایی که تحت تأثیر میدان قرار نداشتند، مقایسه شده‌اند. بعد از ۱۴ روز، بررسی هر دو نمونه نشان دادند که سرعت جوانه‌زنی در بذره‌های تحت تأثیر میدان مغناطیسی، کمتر از نمونه شاهد بود.

کلیدواژه‌ها: میدان مغناطیسی، جوانه‌زنی، گیاه مورد.



پی‌نوشت

۱. این تحقیق در سال ۱۳۸۸ در مرکز تحقیقاتی رازی دانشگاه علوم پزشکی لرستان انجام شده است.
۲. کارشناس ارشد آموزش فیزیک
۳. کارشناس ارشد زیست‌شناسی گیاهی
۴. کارشناس ارشد زیست‌شناسی گیاهی