(بخش ششم)

فیزیک پدیده‌های زیستی

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

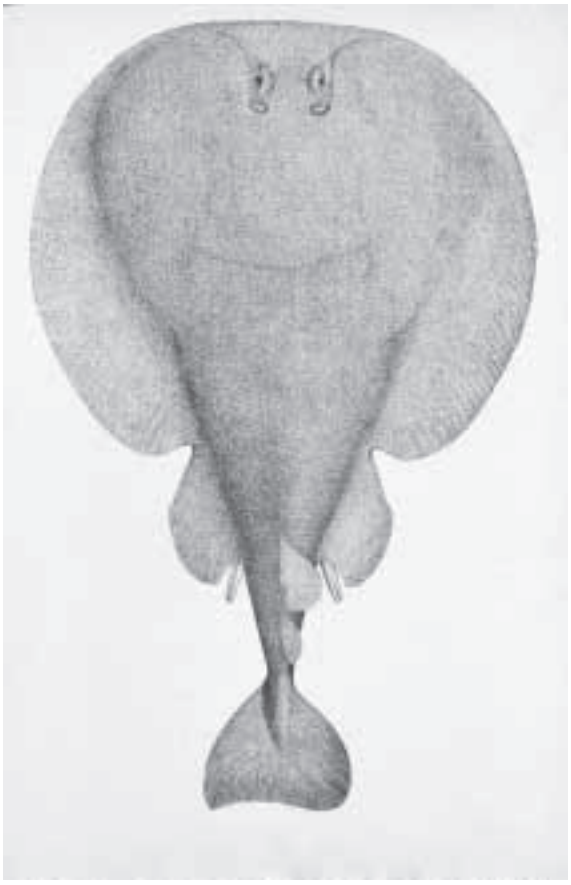
گرچه خرچنگ دریایی خاردار نیز یک قسمت نوک‌تیز (بخشی از یک شاخک) را روی ردیفی دندانه‌ای‌شکل (یک صفحهٔ زبر میکروسکوپی در زیر چشمان خود) می‌کشد، اما شرایط در اینجا کاملاً متفاوت است. زیرا این قسمت نوک‌تیز بافت نرمی دارد و با برخورد به برجستگی‌های ردیف، صدایی تولید نمی‌کند. بلکه، وقتی این قسمت نوک تیز در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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

ماهی‌های الکتریکی ضعیف سعی نمی‌کنند تپ جریانی را

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

پی‌نوشت

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

منبع

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