



آموزشی

برل واکر

ترجمه: محمدرضا خوش بین خوش نظر

نمایش هیجان انگیز فیزیک

تنظیم دما در پشته‌ها و ساختمان‌ها

طلوع خورشید مقدار زیادی از نور آن را جذب می‌کند. رخ مقابل آن، در هنگام غروب، نور خورشید را جذب می‌کند. وقتی خورشید در آسمان بالاست، نور آن بر سطح مقطع نسبتاً کوچکی می‌افتد. یعنی، مساحتی که از بالا دیده می‌شود کوچک‌تر از مساحتی است که از سمت شرق یا غرب مشاهده می‌شود. در نتیجه، مقدار نور خورشیدی که در طول یک روز داغ جذب می‌شود کمتر از مقداری است که در طول صبحی خنک‌تر و یا ساعات‌های بعدازظهر جذب می‌گردد. به طور کلی، دمای داخل پشته تقریباً در طول روز ثابت است.

بعضی ساختمان‌هایی که اکنون در انگلستان ساخته می‌شوند شامل **برجی خورشیدی** ^۲ دارای شیشه‌ای شفاف در یک طرف (یا یک گوشه) هستند که در طول روز، در معرض تابش نور خورشید قرار دارد. بالای برج دارای دریچه‌ای است که در صورت لزوم می‌تواند باز یا بسته شود. پایین برج به همی

به پشته‌های موریانه در استرالیای شمالی نه از این رو مغناطیسی گویند که این پشته‌ها یا موریانه‌ها واقعاً مغناطیسی هستند، بلکه به این خاطر که این پشته‌های گوه‌ای شکل بلند چنان به سمت شمال-جنوب سمتگیری کرده‌اند که انگار عقربه‌ی یک قطب‌نما هستند. نام مناسب این پشته‌ها **آمیترمز مریدیونالیس** ^۱ است، زیرا سمت‌گیری پشته‌ها در امتداد نصف‌النهار است. چرا موریانه‌ها این سمت‌گیری را برای پشته‌های خود دوست دارند؟

در آب و هوای مناطق معتدل که تابستان‌ها خیلی داغ نیست، هوای بعضی ساختمان‌ها حتی با پنجره‌های باز، همچنان به‌طور ناراحت‌کننده‌ای گرم است. آیا راهی برای تهویه‌ی بهتر این ساختمان‌ها وجود دارد تا بتوان از هزینه‌ی خنک کردن ساختمان با وسایل خنک‌کننده اجتناب کرد؟

پاسخ. پشته‌های مغناطیسی موریانه، هوشمندانه و طوری طراحی شده‌اند تا دمای داخلی آن حفظ شود. رخ بلند و پهن شرق گوه هنگام

(بخش هفتم)



طبقات ساختمان راه دارد. خورشید، هوای داخل برج را گرم می‌کند. چون هوای گرم سبک‌تر از هوای سرد است، از برج بالا می‌رود و از طریق دریچه‌ی آن خارج می‌شود، و بدین ترتیب هوا از پنجره‌های باز ساختمان، به داخل کشیده می‌شود. اگر ساختمان و برج به‌درستی طراحی شده باشند، جریان ثابتی از هوا در همه‌ی اتاق‌های باز ساختمان برقرار می‌شود. ساختمان‌های سنتی در ایران، سازگاری خوبی با محیطی دارند که در روز، گرم و در شب، سرد است. ساختمان‌ها طوری ساخته شده‌اند تا بر هم سایه بیندازند. بعضی از آن‌ها **برج بادگیری** دارند که باد را گیر می‌اندازد تا بتواند هوا را از طریق یک تونل زیرزمینی (که در آن هوا توسط زمین خنک می‌شود) به پایین بادگیرد، و سپس از آن‌جا به زیرزمین ساختمان منتقل کند. اگر آب، چه به‌صورت نم روی دیوارهای تونل و چه به‌صورت چشمه‌ای در زیر زمین موجود باشد، هوا با تخییر شدن آب، بیشتر خنک می‌شود. به‌عبارتی، انرژی گرمایی از هوا، از تونل و یا چشمه‌ی آب گرفته می‌شود تا آب را از مایع به بخار تبدیل کند.

بعضی ساختمان‌ها، بامی گنبدی‌شکل با کلاهکی باز دارند. وقتی باد از کلاهک می‌گذرد، هوای گرم زیر گنبد را با خود می‌کشد و دور می‌کند. این باعث می‌شود هوای خنک‌تر داخل ساختمان در سطح زمین یا (بهتر از آن) در امتداد تونل‌های زیرزمینی جریان پیدا کند.

گرمای گلخانه‌ها و اتومبیل‌های بسته

چرا گلخانه نسبتاً گرم است؟ آیا دارای شیشه‌ی خاصی است که به گونه‌ای تابش گرمایی (تابش فروسرخ) را به دام می‌اندازد؟ چرا درون یک اتومبیل بسته در یک روز داغ، زیر تابش مستقیم نور خورشید داغ می‌شود؟

پاسخ. دلیل عمده‌ی گرم بودن گلخانه این است که محیط‌های محصور مانع از جریان هوا می‌شوند، و یا آن را به شدت محدود می‌سازند. از این‌رو هوای گرم نمی‌تواند از گلخانه بیرون رود تا هوای خنک‌تری که در سطح زمین جریان دارد جایگزین آن شود؛ همچنین هیچ نسیمی هم نمی‌تواند هوای گرم داخلی را جابه‌جا کند. (یک افسانه‌ی رایج این است که

شیشه یا پلاستیکی که در سقف یک گلخانه قرار دارد می‌تواند به طریقی تابش گرمایی را به دام اندازد. متأسفانه، چون اصطلاح **اثر گلخانه‌ای** اغلب برای به‌دام افتادن تابش گرمایی توسط جو زمین به‌کار می‌رود، ایده‌ی این نوع به‌دام افتادن، به غلط به گلخانه هم کشیده شده است.) اتومبیل بسته‌ای که در یک روز داغ زیر تابش مستقیم نور خورشید پارک شده است، مثل گلخانه است. چون جریان هوا در آن وجود ندارد، داخلش خیلی داغ می‌شود. درواقع، اگر نور خورشید از شیشه‌ی جلو وارد شود، داشبورد و فرمان ممکن است چنان گرم شوند که پوست را بسوزانند. با پایین کشیدن شیشه‌ها یا باز کردن درها می‌توان جریان هوا را برقرار کرد و دما را (به آرامی) پایین آورد. چون رنگ سیاه، نور مرئی را بیشتر از رنگ سفید جذب می‌کند، ممکن است فکر کنید اتومبیل سیاه باید گرم‌تر از اتومبیل سفید باشد. اما گرم شدن اتومبیل عمدتاً ناشی از جذب تابش فروسرخ است و نه نور مرئی، و هر دوی این رنگ‌ها در گستره‌ی فروسرخ طیف، نور را تقریباً یکسان جذب می‌کنند.

جزیره‌های گرمایی

چرا دمای نواحی شهری، به‌ویژه مرکز شهر، معمولاً گرم‌تر از حومه‌ی آن است؟ مثلاً، در طول تابستان آب و هوای یک شهر، می‌تواند گرم و راکد باشد، درحالی‌که هوای حومه‌ی آن مطبوع است. آیا این **جزیره‌ی گرمایی** شهری عمدتاً ناشی از تمرکز بیشتر ماشین‌های مولد گرما در مرکز شهر است؟ به دلیل همین جزیره‌ی گرمایی ممکن است شکوفه‌های بهاری در شهر خیلی زودتر از حومه ظاهر شوند و برگ‌ریزان پاییز دیرتر صورت گیرد. پیامد دیگر این است که شبنم در شهرها خیلی کمتر از حومه‌ی آن‌ها تشکیل می‌شود.

پاسخ. عوامل مختلفی در تشکیل جزیره‌ی گرمایی در ناحیه‌ی شهری سهیم‌اند: ساختمان‌های بلند، جلوی باد را که می‌تواند باعث خنک شدن محیط شود، می‌گیرند و موجب تغییر جهت آن می‌شوند. اتلاف انرژی گرمایی از طریق تخییر کمتر است، زیرا باران و برف آب شده به‌سرعت وارد فاضلاب می‌شوند. ریختن نمک، برف جاده‌ها را به‌سرعت آب می‌کند. سنگفرش‌ها و مواد ساختمانی نور خورشید را خیلی بهتر از چمنزارها و نواحی پوشیده از درخت جذب می‌کنند.

ساختمان‌های سنتی در ایران، سازگاری خوبی با محیطی دارند که در روز، گرم و در شب، سرد است

فوهن نام کلی باد گرم و خشکی است که در دامنه‌ی کوه‌ها می‌وزد

اگر ساختمان‌ها تقریباً هم‌ارتفاع باشند و شب‌ها بر اثر تابش گرمای خود از بام، سرد شوند ممکن است یک لایه هوای سرد در سطح بام تشکیل شود. آنگاه این لایه می‌تواند مانع بالا رفتن هوای گرم از سطح خیابان شود و در نتیجه انرژی گرمایی را در داخل

شهر به دام اندازد. اگر شهر را یک لایه‌ی ضخیم از ذرات معلق در هوا (آلودگی) پوشانده باشد، وضعیت ممکن است بدتر هم بشود: سطح بالایی لایه می‌تواند به آسمان تابش کند و باعث خنک‌تر شدن بیشتر هوا در ارتفاع بام شود. گرچه شهر در طول شب قدری خنک می‌شود، ولی به اندازه‌ی حومه‌ی آن خنک نخواهد شد.

در نواحی گرم، مثل جنوب غربی ایالات متحده، جذب نور خورشید در سطوح ممکن است خطراتی جدی به‌وجود آورد. برای مثال، آسفالت کف خیابان می‌تواند به‌راحتی به دمای 70°C برسد که بسیار فراتر از 44°C است که پوست را در صورت تماس می‌سوزاند. اگر کسی به آسفالت بخورد، مثل قربانی یک حادثه‌ی رانندگی، ممکن است به شدیدترین وجهی بسوزد. حتی ایستادن در یک پارکینگ خالی و بدون سقف که سطح آن آسفالت شده است نیز ممکن است به خاطر تابش فروسرخ شدیدی که از آسفالت گسیل می‌شود، مشکل باشد.

ترمودینامیک کش

کشی را که روی لب بالایی خود گذاشته‌اید، به‌سرعت بکشید. چرا کش به‌قدری گرم می‌شود که می‌توانید آن را حس کنید؟ در حالی که کش همچنان کشیده است، آن را برای چند دقیقه‌ای از لب‌تان دور کنید و سپس دوباره آن را روی لب‌تان قرار دهید و بگذارید تا سریعاً منقبض شود. چرا کش سرد می‌شود؟

پاسخ. لاستیک موجود در کش از مولکول‌های زنجیره‌ای بلندی تشکیل شده است که مثل ماکارونی چندین دور در هم پیچیده شده‌اند. وقتی کش را می‌کشید، در واقع دارید این مولکول‌ها را می‌کشید و بخشی از کار شما به حرکت گرمایی مولکول‌ها تبدیل می‌شود. گرمایی که روی لب‌تان حس می‌کنید ناشی از این حرکت گرمایی فزاینده است. اگر بگذارید کش منقبض شود، مولکول‌ها برای درهم پیچیده شدن کار انجام می‌دهند؛ انرژی مورد نیاز برای این کار را انرژی گرمایی مولکول‌ها تأمین می‌کند، و از این‌رو کش سرد می‌شود.

اگر کش گرم شود، انرژی گرمایی اضافی مولکول‌ها باعث می‌شود که محکم‌تر درهم پیچیده شوند، و در نتیجه طول کش کوتاه می‌شود. اگر کش سرد

شود، از دست رفتن انرژی گرمایی به این معناست که مولکول‌ها نمی‌توانند محکم درهم پیچیده شوند، و در نتیجه طول کش زیاد می‌شود.

از این واقعیت که کش هنگام گرم شدن منقبض و به هنگام سرد شدن منبسط می‌شود می‌توان در نوعی ماشین استفاده کرد، گرچه این صرفاً چیزی بدیع و نامتعارف است. یک چرخ طوری سوار می‌شود که دور محور مرکزی‌اش بچرخد. محور ثانویه بیرون این محور چرخش قرار دارد و نوارهای لاستیکی از این محور ثانویه به محیط چرخ کشیده شده‌اند. این محور دوم باعث می‌شود که کشیدگی نوارهای لاستیکی حول چرخ متقارن نباشد: بعضی، بیشتر از بقیه کشیده می‌شوند. سپس چرخ به اندازه‌ی شعاعش در یک محفظه‌ی آب داغ فرو برده می‌شود. انرژی گرمایی آب باعث می‌شود نوارهای لاستیکی غوطه‌ور منقبض شوند و عدم تقارن نوارهای لاستیکی باعث چرخش آرام چرخ می‌شود. وقتی نوارهای لاستیکی از آب خارج شوند، سرد شده و کشیدگی‌شان کمتر می‌شود. وقتی مجدداً وارد آب می‌شوند، دوباره منقبض می‌گردند.

بادهای فوهن^۳ و چینوک^۴

فوهن نام کلی باد گرم و خشکی است که در دامنه‌ی کوه‌ها می‌وزد. ابتدا متوجه این نوع باد در رشته‌کوه‌های آلپ شدند، که در آن‌جا فوهن ناگهانی می‌توانست توده‌های برف را ذوب و تبخیر کند. در ایالات‌متحده این نوع باد **چینوک** نامیده می‌شود (به افتخار قبیله‌ی چینوک)^۴ که در دامنه‌ی شرقی رشته‌کوه‌های راکی می‌وزد. در یک مورد شدید، وزش باد چینوک در هارو ایالت مونتانا^۵ دما را در ظرف سه دقیقه از 12°C به 6°C (یا از 11°F به 42°F) رساند. چه عاملی باعث چینوک یا فوهن می‌شود؟

پاسخ. گرچه عامل‌های زیادی که در این بادها دخیل هستند کاملاً دسته‌بندی نشده‌اند، ولی بعضی از آن‌ها مشخص شده‌اند.

بگذارید باد چینوک را در نظر بگیریم. با حرکت هوا از اقیانوس آرام به رشته کوه‌های راکی و سپس بالا رفتن آن از کوه، هوا بر اثر چگالش بیشتر بخار آب موجود در آن، خشک می‌شود. این تغییر از بخار به مایع، انرژی آزاد می‌کند و در نتیجه هوا نسبت به پیش از این متغیر، گرم‌تر می‌شود. با حرکت هوا از روی رشته کوه‌های راکی و پایین رفتن آن در جهت باد، باز هم گرم‌تر می‌شود زیرا در جهت فشارهای فزاینده حرکت می‌کند (هنگام باد کردن لاستیک دوچرخه متوجه اثر مشابهی می‌شوید). بنابراین، وقتی هوا به دامنه‌ی رشته کوه‌های راکی می‌رسد گرم و نسبتاً خشک است و می‌تواند هر برفی را به سرعت ذوب و تبخیر کند.

پژوهشگری شرح داده است که چگونه اتومبیلی را از دره‌ای سرد به سربالایی رانده است که در آن یک باد چینوک رطوبت را از برف در حال تبخیر گرفته بود. پس از چند ثانیه رانندگی در باد، شیشه‌ی سرد جلوی اتومبیل پوشیده از شبنمی بود که از چگالش رطوبت در باد ایجاد شده بود. اگر با سرعت‌های بزرگراه در حرکت بود، ناتوانی ناگهانی او در دیدن جلوی رویش مصیبت‌بار می‌شد.

آزمایش سخت با آب جوش

مثالی از «جادو»، آزمایش سخت با آب جوش است که بیروان آیین شینتو^۶ در ژاپن آن را به نمایش گذاشته‌اند. در این آزمایش، شخصی دو دسته از ساقه‌های خیزران را در آب جوش فرومی‌برد و آب را به هوا پرتاب می‌کند، تا آب روی خودش و آتشی که در زیر ظرف آب جوش قرار دارد، سرازیر شود. وقتی آب به آتش می‌رسد، ابرهای بزرگی از بخار از آتش روانه می‌شوند، اما شخص آسیب نمی‌بیند. چرا شخص با آب جوش نمی‌سوزد؟

پاسخ. آب پرتاب شده به هوا از قطره‌های کوچک زیادی تشکیل شده است. این قطره‌ها به سرعت سرد می‌شوند، زیرا حاوی مقدار کمی انرژی گرمایی هستند که می‌تواند به سرعت به سطح و سپس به هوای عبوری منتقل شود. وقتی این قطره‌ها روی شخص می‌ریزند، ممکن است گرم باشند، اما پوست را نمی‌سوزانند. اگر همان

مقدار آب به صورت قلنبه به هوا پرتاب می‌شد، انرژی کمتری از دست می‌داد، زیرا مساحت سطحش کمتر از مساحت کل تک تک قطره‌ها بود. بنابراین، در هنگام فرود آمدن، گرم‌تر از هر تک قطره می‌بود و می‌توانست پوست را بسوزاند (البته اگر شخص آب جوش را روی پوستش می‌ریخت، آب پیش از فرود آمدن سرد نمی‌شد و یقیناً پوست را می‌سوزاند.)

انرژی در اتاق گرم شده

فرض کنید پس از برف‌پیمایی در یک روز سرد زمستانی، به خانه‌ی سرد خود بازمی‌گردید. نخستین فکرتان این خواهد بود که بخاری را روشن کنید. اما چرا دقیقاً این کار را انجام می‌دهید؟ آیا بدین خاطر است که بخاری ذخیره‌ی انرژی داخلی (گرمایی) هوای خانه را زیاد می‌کند تا این که سرانجام انرژی داخلی هوا به حدی شود که شما احساس راحتی کنید؟ گرچه این دلیل منطقی به نظر می‌رسد، اما کاستی نیز دارد، زیرا بخاری ذخیره‌ی انرژی داخلی هوا را تغییر نمی‌دهد. چطور چنین چیزی ممکن است؟ و اگر چنین است، چرا شما خودتان را به زحمت می‌اندازید تا بخاری را روشن کنید؟

پاسخ. خانه، هوابندی شده نیست (درواقع، خانه‌ی هوابندی شده ایمن نخواهد بود). وقتی بخاری دمای هوا را زیاد می‌کند، مولکول‌های هوا از مندهای مختلف، خانه را ترک می‌کنند تا فشار داخل خانه همچنان برابر فشار جو بیرون خانه باشد. گرچه انرژی جنبشی مولکول‌های باقیمانده افزایش می‌یابد، ولی انرژی جنبشی کل زیاد نمی‌شود، زیرا مولکول‌های کمتری در داخل خانه هستند.

پس چرا در دمای بالاتر خانه احساس راحتی بیشتری می‌کنیم؟ خنک شدن از دو چیز ناشی می‌شود: (۱) تابش فروسرخ که گسیل می‌دارید و (۲) مبادله‌ی انرژی با مولکول‌های هوایی که به بدن شما برخورد می‌کنند. اگر دمای اتاق را با روشن کردن بخاری بالا ببرید، (۱) مقدار تابش فروسرخ را که از سطوح داخل خانه (دیوارها، سقف، کف، مبلمان و غیره) به دست می‌آورید، زیاد می‌کنید که جایگزین انرژی‌ای می‌شود که از طریق تابش فروسرخ از دست می‌دهید و (۲) انرژی جنبشی مولکول‌های هوایی را که به شما برخورد می‌کنند، زیاد می‌کنید و انرژی بیشتری از آن‌ها می‌گیرید.

ساختمان‌های بلند، جلوی باد را که می‌تواند باعث خنک شدن محیط شود، می‌گیرند و موجب تغییر جهت آن می‌شوند

سمتگیری خانه‌ی یخی

پیش از اختراع یخچال، مردمان مناطق سردسیر یخ‌های زمستانی را برای استفاده در تابستان در خانه‌های یخی ذخیره می‌کردند. یکی از مشخصات لازم یک خانه‌ی یخی خوب، سمتگیری مناسب آن بود: به قرار مسومع، در ورودی این خانه باید به سمت شرق می‌بود تا نور خورشید بلافاصله پس از طلوع خورشید داخل آن می‌شد. آیا این غلط به نظر نمی‌رسد، زیرا آیا نور مستقیم خورشید داخل خانه را گرم و در نتیجه یخ را ذوب نمی‌کرد؟

پاسخ. هدف از سمتگیری خانه‌ی یخی این بود که ورود هوای مرطوب را حذف (یا حداقل کم) کند. اگر چنین هوایی وارد خانه‌ی یخی می‌شد، روی سطوح سرد یخ، مایع می‌شد. برای مایع شدن، آب باید مقدار زیادی انرژی گرمایی را از دست بدهد تا مولکول‌های آب بتوانند در حالت مایع جایگزیده شوند. آزاد شدن انرژی گرمایی در یخ ذوب شدن آن را تسریع می‌کرد.

بنابراین، این طرز ساخت باعث می‌شد نور خورشید هنگام طلوع خورشید وارد خانه‌ی یخی شود و هوای داخل را گرم، و رطوبت و احتمال مایع شدن را کم کند. مشکل مایع شدن احتمالاً در طول شب بدتر بود، ولی خورشید در شب نمی‌تابد. بنابراین استفاده از نور صبحگاهی بهترین راه‌حل ممکن برای این مشکل بود.

وقتی فشار جو در هنگام توفان فرومی‌افتد، سطح آب در چاه بالا می‌آید

رادیومتر اسباب‌بازی و وارون کردن آن

رادیومتر وسیله‌ای است که در سال ۱۸۷۲ توسط **ویلیام کروکی**^۱ اختراع شد تا انرژی گسیل شده از یک چشمه‌ی نور را اندازه بگیرد، اما امروزه اسباب‌بازی جدیدی است که در فروشگاه‌های وسایل علمی فروخته می‌شود. در داخل یک حباب شیشه‌ای و تا اندازه‌ای تخیله شده، چهار پره‌ی فلزی قائم به یک تویی فلزی متصل شده‌اند و می‌توانند حول یک سوزن عمودی بچرخند. ترتیب رنگ پرها یکسان است: سفید در یک طرف و سیاه در طرف دیگر. وقتی این وسیله نزدیک یک چشمه‌ی نور قرار گیرد، پرها و تویی حول سوزن عمودی می‌چرخند، و هرچه نور درخشان‌تر باشد این چرخش سریع‌تر است. چه عاملی باعث چرخش می‌شود، جهت چرخش کدام است (مثلاً آیا از طرف سیاه پره می‌چرخند) و چگونه می‌توان آن را معکوس کرد؟

پاسخ. این حرکت اغلب به فشار نور نسبت داده می‌شود، اما این اثر بسیار

چاه‌های آب و توفان‌ها

وقتی مادر بزرگم جوان بود آب آشامیدنی را با تلمبه‌ی دستی از چاه آب بالا می‌کشید. او می‌گفت در هوای توفانی، تلمبه کردن آب راحت‌تر بود، اما مواد معلق

در آن بیشتر از آن بود که بتوان با خیال آسوده آن را آشامید. به نظر می‌رسید این نتیجه به بارش باران بستگی نداشت. ظاهراً چاه‌های آرتزین^۱ نیز نسبت به وضعیت هوا حساس هستند، و در شرایط توفانی بهتر جاری می‌شوند، اما باز هم این نتیجه ربطی به ریزش باران ندارد. چه عاملی باعث می‌شود که چاه‌ها نسبت به توفان واکنش نشان دهند؟

پاسخ. گرچه سطح آب در چاه را ریزش باران یا ذوب برف‌های محلی تعیین می‌کند، ولی تغییر فشار جو می‌تواند ارتفاع آب را چند سانتی‌متر تغییر دهد. وقتی فشار جو در هنگام توفان فرومی‌افتد، سطح آب در چاه بالا می‌آید. افزایش جریان آب در زمین ممکن است دارای رسوب‌های کافی شود که آب را برای آشامیدن نامناسب کند.

هوای موجود در غارها نیز می‌تواند به تغییر فشار جو حساس باشد: وقتی این فشار فرومی‌افتد، هوا از غار خارج می‌شود و وقتی فشار زیاد می‌شود، هوا وارد غار می‌شود. این حرکت، در جریان هوا از یک مجرای باریک نمود بیشتری پیدا می‌کند، زیرا سرعت هوا در آن‌جا بیشتر است.

ستون‌های حشرات و میگوها

چرا حشرات (مانند پشه‌ها و مورچه‌های پرنده) گاهی بالای یک درخت، ستونی را تشکیل می‌دهند؟ این **ستون‌های حشره‌ای** می‌توانند چنان متراکم گردند که شبیه دودی شوند، انگار که درخت حاوی آتش کوچکی است. گاهی این ستون‌ها روی بیشه‌ها و مناره‌ها تشکیل می‌شوند. در یک مورد مأموران آتش‌نشانی که خود را به سرعت برای خاموش کردن آتش در یک کلیسا رسانده بودند دریافتند که ستون دود روی مناره فقط توده‌ای از حشرات بودند.

چرا میگوهای آب شور کم‌عمق گاهی در نور خورشید ستونی را روی تکه‌سنگ زیر آب تشکیل می‌دهند؟

چرا این ستون که می‌تواند نسبتاً ضخیم باشد از سطح سنگ بالا می‌آید، اما از جهت نور خورشید منحرف می‌شود؟

پاسخ. شاید در هنگام عصر، درختان به سرعت زمین اطراف خنک نشوند و بنابراین هوای گرم از آن‌ها بالا می‌رود. ظاهراً حشرات جذب این هوای گرم و احتمالاً رطوبتی می‌شوند که هنگام سرد شدن این هوای در حال صعود، چگالیده و از آن خارج می‌شود.

میگوهای آب شور هم در ستون آب همرفتی مشابهی بالا می‌روند که نور خورشید آن را گرم کرده است. گرچه آن‌ها از گرما و شاید مواد غذایی که احتمالاً آب گرم حامل آن است لذت می‌برند، اما نور خورشید را دوست ندارند و بنابراین هنگام بالا آمدن، در خلاف جهت نور خورشید تغییر مسیر می‌دهند. وقتی آن‌ها به سطح آب می‌رسند دوباره به طرف پایین شنا می‌کنند و مجدداً وارد ستون همرفتی می‌شوند تا دوباره در آن بالا روند.

زیرنویس

۱. *Amitermes meridionalis*. شاید بتوان این عبارت را سنجهی موریه‌ای نصف‌النهار ترجمه کرد (مترجم).

2. solar tower
3. Fohen
4. Chinook

۵. یک قبیله‌ی سرخ‌پوستی در ایالات متحده است که در اطراف رودخانه‌ی کلمبو در اورگان ساکن‌اند (مترجم).

6. Harve, Montana
7. Shinto
8. William Crook

۹. *artesian well* چاهی که به طور قائم حفر شده و آب به‌طور طبیعی بر اثر فشار هیدروستاتیکی داخلی بیرون می‌زند (مترجم).

منبع

The Flying Circus of Physics, Jearl Walker, John Wiley & Sons, 2007, Pages: 214-217.