تدریس شیمی با پدیده‌های طبیعی

زهرا ارزانی
کارشناس ارشد شیمی آلی و معلم شیمی، ناحیه ۲ کرج

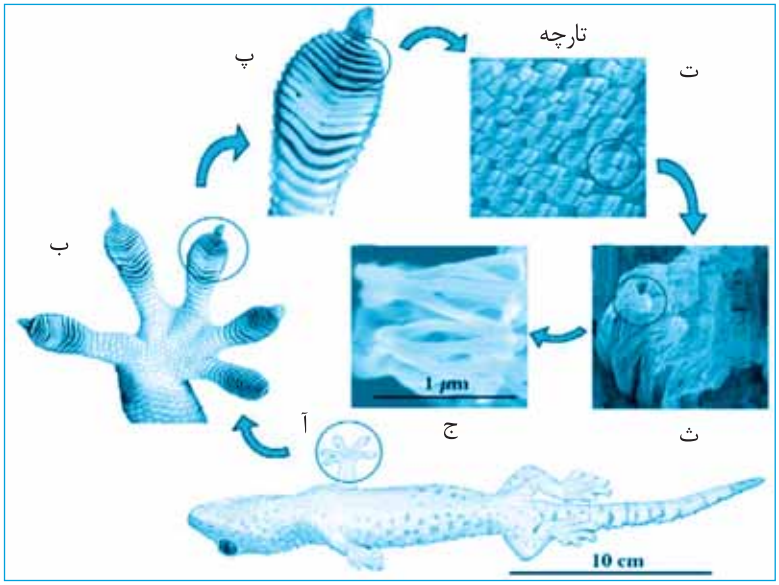
اشاره
یکی از مباحث درسی در کتاب‌های شیمی دوره متوسطه، نیروهای بین مولکولی است. آوردن چند نمونه از محیط اطراف دانش‌آموز، تدریس این بخش از کتاب را با هیجان بیشتری همراه می‌کند. در این مقاله سعی شده است نمونه‌های جالب طبیعی، مطرح و مورد بررسی قرار گیرد.

کلیدواژه: نیروهای بین مولکولی، نیروی وان‌دروالس، کشش سطحی

آ.شاهکار خالق هستی در آفرینش مارمولک، مگس و عنکبوت

مارمولک‌ها می‌توانند روی یک سطح، در خلاف جهت نیروی گرانش زمین بالا بروند. این سطح می‌تواند صاف یا ناهموار، خشک یا مرطوب، کثیف یا تمیز باشد.

پاهای مارمولک از موهای بسیار ریز به نام تارچه یا ستا[1] پوشیده شده است که سر این تارچه‌ها هزاران موی ریز پارو شکل به نام اسپاتول[2] به عرض ۲۰۰ نانومتر وجود دارد.

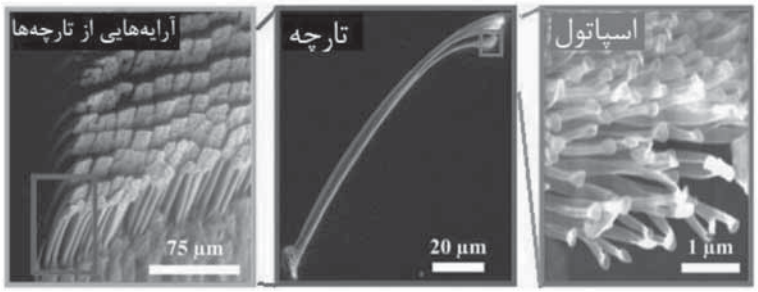


شکل ۱

هر مو حدود ۱۰۰ میکرومتر ـ یعنی دو برابر قطر موی انسان ـ طول دارد و ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ رشته ظریف با برجستگی انتهایی یا اسپاتول روی آن است. برای نخستین بار آیتومن[3] و همکارانش نشان دادند در نتیجه این ساختار، فاصله بین مولکول‌های سطحی و موها خیلی نزدیک‌تر می‌شود و نیروهای وان دروالس باعث چسبندگی فوق‌العاده و اصطکاک در سطوح مختلف می‌شود. جالب است بدانید که یک پای گکو (نوعی مارمولک) ۱۰۰ نیوتن نیروی چسبندگی ایجاد می‌کند.

بنابر پژوهش‌ها، آبگریزی و آب‌دوستی شاخه ستای مارمولک در محیط‌های مختلف تغییر می‌کند. ستاها دارای دیواره‌های بتا ـ کراتین هستند؛ پروتئینی که در آغاز، ساختار آبگریزی شدیدی دارد. در بیشتر پدیده‌های درون‌مولکولی بین پروتئین‌ها یک اثر آبگریزی وجود دارد. چسبیدن مولکول‌ها به پروتئین نیز به همین ترتیب توجیه می‌شود. از ۲۰ آمینواسیدی که مولکول‌های پروتئینی پلی‌پپتیدی را تشکیل می‌دهند، ۹ آمینواسید آبگریز هستند. بنابراین در محیط خشک، چسبیدن مارمولک به سطح، کاملاً به نیروی وان‌دروالس بین پروتئین و سطح وابسته است اما در محیط مرطوب،

تمیزی دائمی این برگ‌ها به علت حفره‌هایی با ابعاد میکرو و نانومتری در سطح آن است و چسبندگی را به کمترین میزان می‌رساند که به برگ قابلیت غبارروبی با قطره‌های آب را می‌دهد



شکل ۲

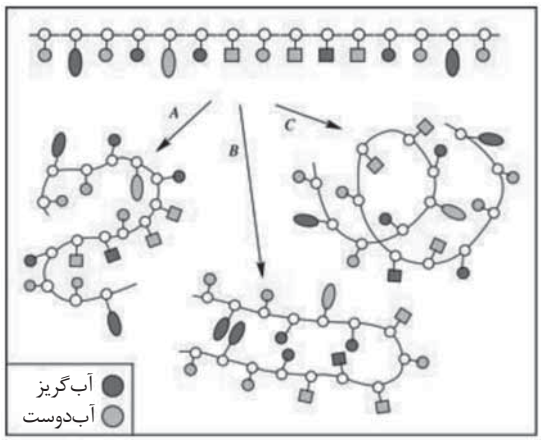
پروتئین‌های سطح تارچه‌ها تغییر آرایش فضایی یا چهره‌بندی می‌دهند و بنابراین آب‌گریزی کمتر غالب می‌شود. این تغییر حالت، سطح انرژی را بالا می‌برد. به‌طور کلی نیروی چسبندگی به دست آمده در محیط مرطوب،کمتر از محیط خشک است. در زمان برداشتن پاها، مارمولک باید پاها را از دیوار بکند و این کار با لوله کردن ستاها به داخل انجام می‌شود.

پروتئین‌ها هم در آب و هم در روغن حل می‌شوند

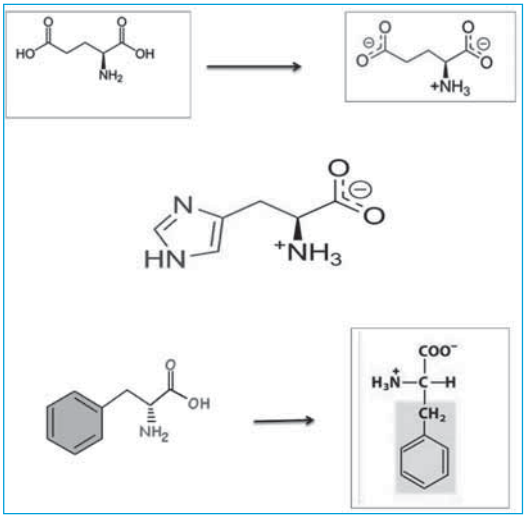
مولکول‌های آب‌دوست در آب حل می‌شوند در حالی‌که مولکول‌های آب‌گریز در آب نامحلول‌اند.

پروتئین‌ها از آمینواسیدها ساخته شده‌اند که ساختار کلی آن‌ها $H_2N\text{-}CXH\text{-}COOH$ است. تفاوت ۲۰ آمینواسید موجود در بدن، در گروه X است.

آیا در سطح بیرونی مولکول B، ترکیبی که با آب، جاذبه معنی‌داری داشته باشد وجود دارد؟



شکل ٤ به‌نظر شما کدام مولکول آب‌گریزتر است؟

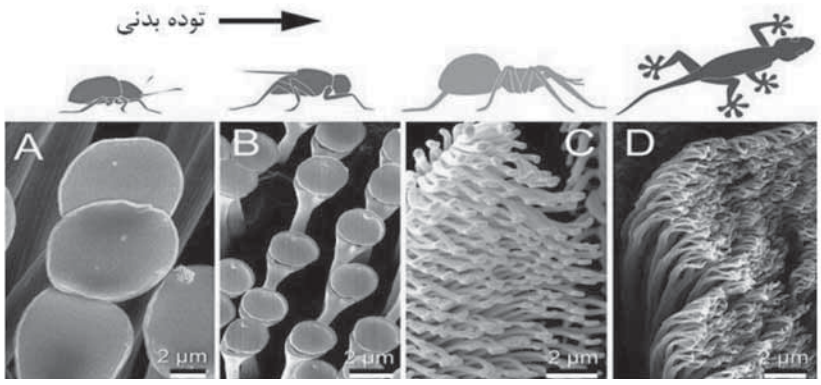


شکل ۳

مو، پشم وشاخ جانوران دارای آلفا ـ کراتین است و بتا ـ کراتین در چنگال، پوست خزندگان و نوک پرندگان وجود دارد.

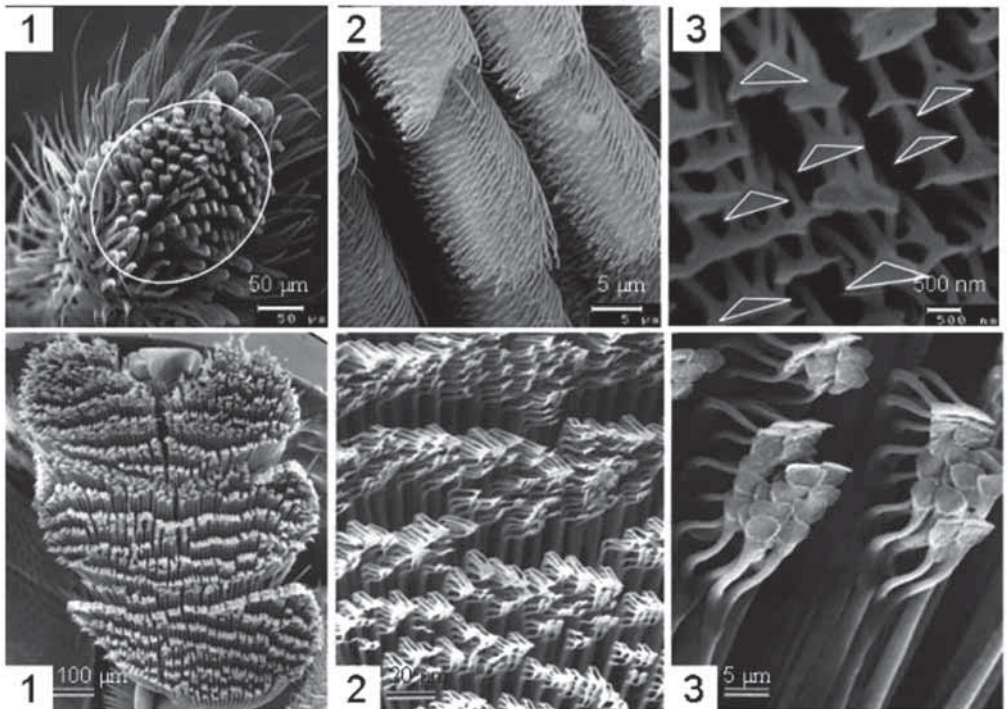
سوسک‌ها و مگس‌ها نیز نانوساختارهایی دارند که به آن‌ها کمک می‌کند تا به دیوار و سقف بچسبند.

توانایی شگفت‌انگیز عنکبوت در چسبیدن و بالا رفتن از سطوح صاف وارونه



شکل۵ ستا و اسپاتول از چپ به راست به ترتیب در سوسک، مگس، عنکبوت و گکو (نوعی مارمولک)

نیز براساس نیروهای واندروالس است. نیرویی که پاها به عنکبوت می‌دهند، ۱۷۰ برابر وزن بدنش است. در شکل ٦، پاهای عنکبوت زیر میکروسکوپ SEM[٤] نشان داده شده است. در این پاها نیز تعداد زیادی موی ستا وجود دارد که روی آن‌ها یک لایه چند صد نانومتری ستول[٥] قرار گرفته است. عنکبوت با این ستا و ستول‌ها، می‌تواند از سطح یک جامد بالا برود . اندازه‌گیری‌های بیشتر با AFM[٦] نشان داد که هر ستول می‌تواند نیرویی برابر با ٤٠ نانونیوتن ایجاد کند. این نیرو چنان زیاد است که می‌تواند یک عنکبوت ریز ۱۵ میلی‌گرمی را جابه‌جا کند. تجمع اثر تعامل‌های بسیار خرد، روی همه ۸ پای عنکبوت می‌تواند به نیرویی منجر شود که در ابعاد عینی (ماکرومتری) بسیار بزرگ است.

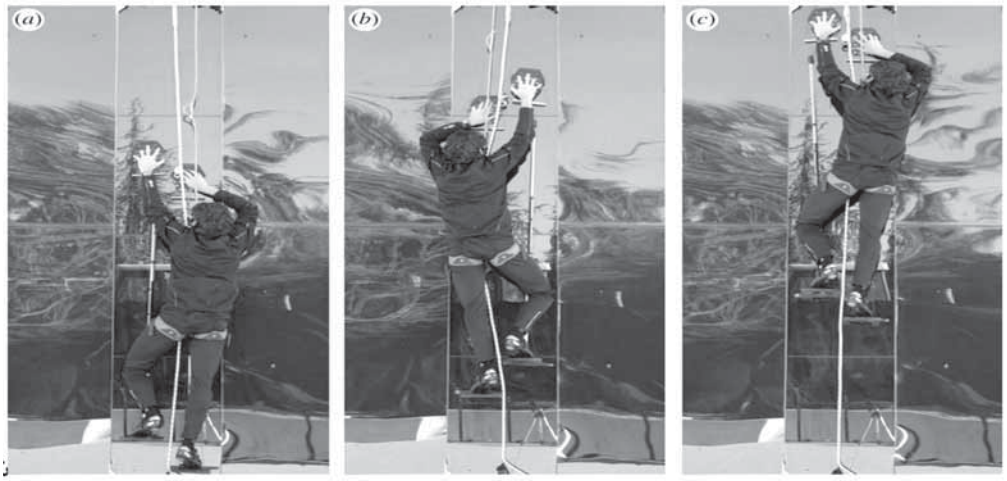


آ

ب

شکل ٦ نیروی چسبندگی پنهان ایجاد شده از میکروساختارها ردیف آ.تصویر SEM پاهای عنکبوت و ب. پاهای سوسک

پژوهشـــگران دانشگاه استنفورد از همین شـــیوه الگوبرداری، سامانه چسبناکی طراحی کردند[٤] که می‌تواند با نیروی وان‌دروالس، یک چسب خشک تولید کند. یک داوطلب به وزن ۷۰ کیلوگرم یک دستکش چسبناک را به دست و پای خود چسباند و موفق به بالا رفتن از یک دیوار شیشه‌ای به ارتفاع ۳/٦ متر شد.



شکل ۷

پژوهشگران دانشگاه گیل در آلمان، نوار سیلیکونی ساخته‌اند که سطحی پوشیده از ریزپرزهایی شبیه موهای پای حشرات دارد و پیوند آن با سطوح گوناگون به اندازه‌ای محکم است که یکی از اعضای این گروه پژوهشی توانست با استفاده از این نوار سیلیکونی به آسانی از سقف آویزان شود.

ب. شاهکار خالق هستی در آفرینش نیلوفر آبی

نیلوفر آبی در آب گل‌آلود می‌روید؛ برگ‌های آن، پس از بیرون آمدن چند متر بالاتر از سطح آب قرار می‌گیرد. برگ نیلوفر آبی نمادی از خلوص و پاکی است، زیرا خواص خودتمیزشوندگی دارد. قطره‌های شبنم از سطح برگ آن می‌غلتد و غبارها را با خود می‌برد. با این حال تمیزی دائمی این برگ‌ها به علت حفره‌هایی با ابعاد میکرو و نانومتری در سطح آن است و چسبندگی را به کمترین میزان می‌رساند که به برگ قابلیت غبارروبی با قطره‌های آب را می‌دهد. سطح برگ نیلوفر آبی خاصیت آب‌گریزی دارد. نمونه‌های دیگری نیز در طبیعت وجود دارد که همین ویژگی دفع آب را از خود نشان می‌دهند. آب‌دزدک‌ها و چشم پشه‌ها ساختاری دارند که باعث خاصیت فراآبگریزی آن‌ها شده است. پر اردک و پروانه نیز از این ویژگی برخوردار است.

پ. زنده ماندن سوسک در بیابان‌های شنی و گرم

در صحرای بسیار گرم و خشک نامیب نوعی سوسک وجود دارد که به کمک سطح نانو آب‌دوست پشت خود، از تنها منبع رطوبت، یعنی مه‌های غلیظ صبحگاهی، آب مورد نیاز خود را فراهم می‌کند. سوسک به شکلی که سرش رو به پایین و پشتش رو به بالا باشد، با زاویه ۴۵ درجه می‌نشیند و خود را در مقابل باد مه‌آلود قرار می‌دهد. آب، روی پشت این سوسک انباشته شده، سپس از بدنش سرازیر می‌شود.

شکل۸ جمع شدن آب پشت سوسک با سطحی که فوق آب‌گریز و واکس‌دار است و در نوک نانوبرجستگی‌ها آب‌دوست است و واکس ندارد.

پشت این حشره، یک سطح فراآب‌گریز است اما چنان‌که در شکل ۸ نشان داده شده است، نوک برآمدگی‌ها، آب‌دوست است. با برخورد مه به این نانو ذره‌ها و به هم پیوستن مولکول‌های آب، قطره‌های کوچک آب تشکیل می‌شود که به‌دلیل آب‌گریز بودن پشت سوسک و نیروی جاذبه زمین، به سمت پایین حرکت می‌کند.

نتیجه‌گیری

استفاده از نمونه‌های موجود در طبیعت، پیش و پس از تدریس شیمی، افزون بر اینکه کلاس درس را با نشاط‌تر می‌کند، دانش‌آموزان را به تفکر بیشتر در آفرینش جهان هستی و پی بردن به عظمت خالق آن هدایت می‌کند.

*** پی نوشت‌ها**

1.setae 2.spatulae 3.Autumn 4.Scan Microscopic Image 5.setule 6.Atomic Force Microscopy.microwedge

*** منابع**

1- Roussak, O.V. and Gesser H. D., Applied Chemistry_ A Textbook for Engineers and Technologists-Springer , US (2013)
2- T.W.Kim and B. Bhushan, Adhesion model for gecko, J. R. Soc. Interface (2008) 5, 319–327
3- N.S. Pesika, Gecko adhesion pad: a smart surface, J. Phys.: Condens. Matter 21 (2009) 464132 (6pp),
4- Autumn K., et al 2000 Nature 405- 681
5. water.usgs.gov/edu/adhesion.html5-
6.edu.nano.ir/oldversion/index.php?actn=papers_view&id=3376-
7. proteinstructures.com/Structure/Structure/amino-acids.html