

## سؤال مسابقه باشگاه فیزیک نود و یکم – دیماه ۱۳۹۰

قطره های آب روی برگ نیلوفر آبی (و برخی گیاهان دیگر) به سطح برگ نمی چسبند و به شکل تقریباً کروی باقی میمانند. غلتیدن قطره ها روی برگ باعث تمیز شدن خود به خود آن می گردد.



علت این پدیده چیست و چه کاربردهایی می تواند داشته باشد؟

## پاسخ مسابقه باشگاه فیزیک نودم – دیماه ۱۳۹۰

- برگ نیلوفر در بسیاری از فلسفه های شرقی  
مظهر پاکی است:



- ... روح بهترین انسان ها بدون آلودگی است،  
مانند برگ تازه گل نیلوفر در آب گل آلود، که  
به آن نمی چسبد ... ( از کتاب تولد بودا)

# پاسخ مسابقه باشگاه فیزیک نودم – دیماه ۱۳۹۰

- در دوران جدید نیز این گیاه مورد توجه بوده است

INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING

NANOTECHNOLOGY

Nanotechnology 17 (2006) 1359–1362

doi:10.1088/0957-4484/17/5/032

## Effects of micro- and nano-structures on the self-cleaning behaviour of lotus leaves

Y T Cheng<sup>1,4</sup>, D E Rodak<sup>2</sup>, C A Wong<sup>3</sup> and C A Hayden<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Materials and Processes Laboratory, General Motors Research and Development Center, Warren, MI 48090, USA

<sup>2</sup> Ricardo Meda Technical Services, LLC, Southfield, MI 48075, USA

<sup>3</sup> Chemical and Environmental Science Laboratory, General Motors Research and Development Center, Warren, MI 48090, USA

E-mail: yang.t.cheng@gm.com

Received 12 October 2005

Published 10 February 2006

Online at [stacks.iop.org/Nano/17/1359](http://stacks.iop.org/Nano/17/1359)

## نحوه تشکیل آب روی سطح برگ در رفتار آن مهم است:

- وقتی آب باران روی برگ نیلوفر می چکد، قطره هایی با زاویه تماس بسیار زیاد روی آب تشکیل می شوند. این قطره ها به جای سر خوردن، روی سطح برگ می غلتند و در هنگام غلتش گردو خاک و باکتریهای روی سطح برگ را با خود از روی سطح برگ پاک می کنند.
- اگر قطره های آب در اثر چگالش بخار آب (مثلاً با کاهش دما) روی برگ تشکیل شوند، به آن می چسبند و دیگر نمی غلتند. در این حالت نیز زاویه تماس ظاهراً بزرگ است.

## عوامل تأثیر گذار بر رفتار برگ نیلوفر:

- زاویه تماس : اگر سطح تماس قطره با سطح کم باشد، نیروی کشش سطحی قطره آب آن از پخش شدن آن جلوگیری کرده و آن را به شکل تقریباً کروی نگه می‌دارد. عوامل مؤثر بر زاویه تماس:
- زبری میکرومتری سطح برگ
- پرزهای نانومتری که سطح برگ را می‌پوشاند
- پوشش موم مانند روی سطح برگ (?)



# زاویه تماس قطره های آب با سطح برگ

• پرز دار:

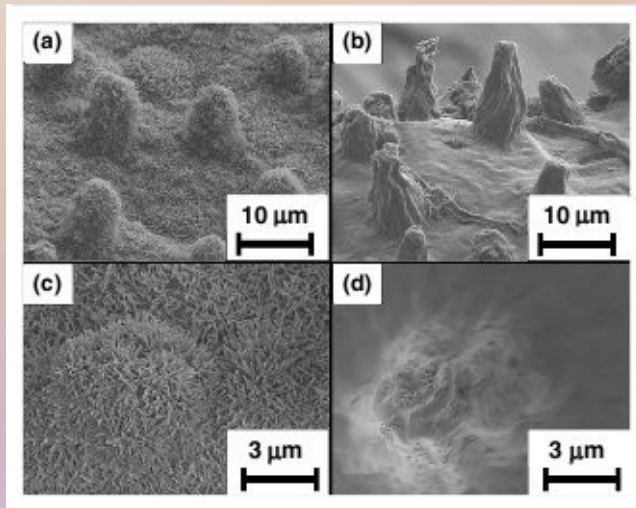
$$\theta = 142.4 \pm 8.6^\circ$$

• بدون پرز

$$\theta = 126.3 \pm 6.2^\circ$$

• سطح صاف پوشیده از موم:

$$\theta = 74.0 \pm 8.5^\circ$$



## نحوه تشکیل قطره ها مهم است.

- هنگامی که آب روی برگ می چکد در فضای نانومتری بین پرزها نفوذ نمی کند و این فضاها خالی می مانند. وجود این حفره های خالی به غلتیدن آب کمک می کند.
- وقتی قطره در اثر چگالش بخار آب روی برگ تشکیل می شود قطره های بسیار ریز از ابتدا در میان پرزها بوجود می آیند و به هم می پیوندند تا قطره های بزرگتر را بسازند. در این حالت با وجودیکه باز هم زاویه تماس ظاهری بزرگ می باشد، اما آب در بین پرزها وجود دارد و قطره آب به جای آنکه روی آن ها بغلتد، در بین پرزها گیر کرده است.

## نتیجه گیری

- تشکیل قطره کروی شکل که به راحتی روی سطح برگ می غلتد نتیجه وجود زبری میکرو متری سطح و ساختار پرز دار نانومتری آن است.
- پوشش مومی سطح برگ به تنهایی ویژگی آب گریزی ندارد، بلکه آبدوست است.
- رفتار قطره آب در روی سطح برگ به نحوه تشکیل قطره بستگی دارد.



## کاربردها:

- شیشه‌ها، رنگها، و سایر پوششهایی که خود بخود تمییز می‌گردند
- ساخت سطوحی با اصطکاک بسیار کم.

