

چرخه آب^۱

اثری از: «علم رام نشدنی»^۲



آب عزیز. همان چیزی که دانشمندان به آن «هاش - ۲ - او»^۳ می گویند، دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن. مولکول های آب در همین بطری، چیزی است که حیات در این کره خاکی را ممکن کرده است. و آب شیرین، در چرخه ای

طبیعی، همواره در حرکت است. این هفته، طی سفری که با قایق هایمان در این رودخانه می کنیم، همزمان گردش در این چرخه عظیم خواهیم داشت.

چرخه آب. فرآیندی بی پایان، که در آن، ذره آب در رفت و برگشت بین آسمان و زمین است. در این فرآیند، تغییرات آب از یک حالت به حالت دیگر آن را می توان به آسانی دید: تقطیر^۴، بارش^۵، تبخیر^۶ و تعرق^۷. و هر یک از این تحولات به تحول ماقبل خود بستگی دارد. در سفری که پیش رو داریم، این فرآیند و تحولات آن را یک به یک دنبال می کنیم.

با معرفی ذره بخار آب شروع کنیم. یعنی با آب در حالت تبخیر شده آن که در هوا، همه جا، وجود دارد. هر جایی که باشید، برای اثبات وجود مقادیر زیادی بخار آب در هوا، راه ساده ای وجود دارد:

یک بطری پر از آب یخ را در هوای آزاد بگذارید. خیلی زود می بینید که قطرات آب روی سطوح بیرونی بطری پدیدار می شود. ببینید! این آب است. این آب در هواست. همه جا.

¹ Untamed Science. The Water Cycle. (video) <https://www.youtube.com/watch?v=77ENELQUIf4>

² www.untamedscience.com/

³ H₂O

⁴ condensation

⁵ precipitation

⁶ evaporation

⁷ transpiration

علاوه بر تقطیر آب روی اشیاء سرد مثل شیشه، بخار آب در سطوح بالاترِ جو هم تقطیر می شود. دقیقاً از این طریق است که ابرها شکل می گیرند. در تصویر برداری از آسمان و نمایش فیلم آن با سرعت بالا می توان تشکیل ابرها [در محل] را به چشم دید. در ابرها، مولکول های آب به هم می پیوندند تا قطرات ریز آب را تشکیل دهند. این قطرات به تدریج چنان سنگین می شوند که نهایتاً به شکل باران یا برف به زمین سقوط می کنند.

[پس از رسیدن به زمین] آب باران و برفاب، یا به درون خاک نفوذ می کند یا روی سطح زمین جریان می یابد تا به یک نهر برسد. نهرها به تدریج یک به یک به هم می پیوندند و به رودخانه ای بزرگ تبدیل می شوند. گاه این رواناب ها در برکه یا دریاچه ای جمع می شوند و گاه قبل از پیوستن به اقیانوس از یک تالاب عبور می کنند.

وقتی آب به زمین نفوذ می کند و در آن ذخیره می شود به آن آب زیرزمینی می گویند. در زیر زمین هم آب در نهرهایی زیرزمینی جریان می یابد و دریاچه هایی زیرزمینی به وجود می آورد. به این دریاچه ها «آبخوان» یا «سفره های زیرزمینی آب»^۸ می گویند. گاه می توان رودخانه های زیرزمینی را در غارها دید و حتی در آنها شیرجه رفت و شنا کرد. گاه این رودخانه ها به سطح زمین راه می یابند که همان چشمه های آب زلال اند که زیستگاه حیوانات آبی را تشکیل می دهند.

حالا دوباره به سفرمان در مسیر این رودخانه باز می گردیم، جایی که ما ناگزیر باید با جریاناتِ آب، در حالت مایع آن، دست و پنجه نرم کنیم، آبی خروشان که در دره هایی عمیق در حال جریان است. پس سوال پیش می آید که آبی که در جاهایی مثل این یافت می شود چطور سر از آسمان و از درون ابرها در می آورد. اسم فرآیندی که این امر را امکانپذیر می کند، «تبخیر» یا «تبخیر سطحی» است. این تغییر حالت عملاً عکسِ فرآیندِ تقطیر است. آب از سطوح مختلفی تبخیر می شود؛ از سطح خاک، از سطح آب های بزرگ مثل دریاچه ها، اقیانوس ها و همین رودخانه. اما نباید فراموش کنیم که آب فقط از سطوح بزرگ تبخیر نمی شود، بلکه از سطوح اشیاء و ذخایر آبی به کوچکی این بطری آب نیز تبخیر می شود.

⁸ aquifers

ما می دانیم که ۹۰ درصد تمامی رطوبت موجود در هوا از تبخیر آب از سطوح مختلف، از جمله خاک و ذخایر بزرگ و کوچک آب می آید. پس می پرسید که ۱۰ درصد مابقی از کجا می آید؟ و جواب به این سوال این است: از گیاهان، مثل آن درخت بزرگ. گیاهان عهده دار شیوه ویژه ای از تبخیر اند که به آن «تعرق» می گویند.

گیاهان از منافذ کوچکی که در برگ ها و ساقه های آنها وجود دارد، آب و اکسیژن دفع می کنند. مقدار آبی که از طریق گیاهان در هوا آزاد می شود باور کردنی نیست. در طول روزی داغ و خشک، درختی بالغ تا ۴۰۰ لیتر آب از دست می دهد.

با جمع شدن ذره های ریز بخار آب در جو، ابرها به تدریج شکل می گیرد و بدیترتیب آب دوباره چرخه خود در طبیعت را از سر می گیرد. و این چرخه، بارها و بارها تکرار می شود.

حالا بگذارید این فرآیند را به طور خلاصه مرور کنیم:

ذرات بخار آب که در جو تقطیر می شود تشکیل ابر می دهد که معمولاً به نوعی بارندگی، مثل باران، می انجامد. باران در روی سطح زمین رواناب ایجاد می کند که یا روی آن جریان پیدا می کند و یا به زیر زمین نفوذ می کند و ذخایر آب های زیر زمینی را به وجود می آورد. ذرات آب، دوباره از طریق تبخیر به هوا باز می گردد. بازگشت آب به هوا از دو طریق انجام می شود، از طریق بخار شدن آب مایع از سطوح و از طریق تعرق که توسط گیاهان صورت می گیرد. تبخیر آب مایع و تعرق گیاهان مجدداً چرخه آب را از نو کلید می زنند.^۹

^۹ جالب توجه اینکه دانشمندان پی برده اند که همراه با عمل تعرق، مولکول فعالی از هیدروکربن ها موسوم به «ایزوپرن»، از گیاهان رها می شود و همراه با ذرات بخار آب به سوی لایه های بالای جو صعود می کند. تعداد کثیری از این مولکول ها در ابرها هسته های قطرات باران یا دانه های برف و تگرگ را تشکیل می دهد. می توان به جرات گفت که در حالی که تبخیر سطحی، ۹۰ درصد رطوبت موجود در هوا را به وجود می آورد، جریانات بالا رونده بخار آب از درختان، محموله ای بارورساز از ایزوپرن ها را به محیط می افزاید تا در محل رویش درختان، موجب تشکیل ابرهای باران زا و بارندگی محلی شود. برای مطالعه بیشتر در مورد ایزوپرن به متون زیر مراجعه نمایید.

- U. Pöschl et al. 2010: Rainforest aerosols as biogenic nuclei of clouds and precipitation in the Amazon. *Science*. September. doi:10.1126 /science.1191056.

- J. D. Fuentes et al. 2000: Biogenic hydrocarbons in the atmospheric boundary layer: A review. *Bulletin of the American Meteorological Society*. July. (accessed 4 April 2018) <https://tinyurl.com/ycmavlw3>

پس تا بار دیگر که با هم باشیم، لحظه ای از کشف دنیای پیرامون خودتان غافل نشوید و به یادگیری ادامه دهید.

www.eabbassi.ir

- Jose D. Fuentes, et al. 2016. Linking Meteorology, Turbulence, and Air Chemistry in Amazon Rain Forest. *Bulletin of the American Meteorological Society*. December. (accessed 4 April 2018)
https://nicholas.duke.edu/people/faculty/katul/BAMS_Fuentes_2017.pdf

نکته قابل توجه دیگر اینکه، وجود انواع آلودگی های جوی مانع فعالیت ایزوپرن ها و در نتیجه کاهش احتمال بارندگی در مکان های آلوده می گردد. (مترجم)

- Liu et al. 2016. Isoprene photochemistry over the Amazon rainforest. *PNAS Early Edition*. May. (accessed 4 April 2018) <https://tinyurl.com/y78nhcdj>