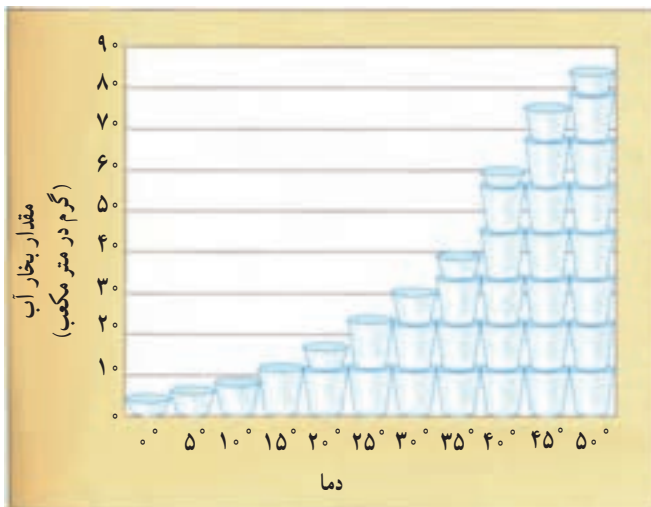


## آب در هوا

### بخار آب در هوا

تقریباً در تمام نقاط زمین، هوا همیشه مقداری بخار آب همراه دارد و می‌توان گفت که هوای خشک عملاً وجود ندارد. ولی مقدار بخار آب موجود در هوا در نقاط مختلف، متفاوت است. آیا تاکنون در ماه‌های گرم سال به شهرهای سواحل خلیج فارس سفر کرده‌اید؟ آیا در مورد هوای شرجی اطلاعات و یا تجربه‌ای دارید؟ مسلماً هموطنان ما در استان‌های جنوبی و شمالی، که در نزدیک دریا زندگی می‌کنند، با این نوع آب و هوا آشنایی دارند. شرجی بودن هوا به میزان بخار آب موجود در هوا و دمای محیط بستگی دارد. برای بیان وضعیت بخار آب موجود در هوا از دو اصطلاح **رطوبت مطلق** و **رطوبت نسبی** استفاده می‌کنند. **رطوبت مطلق**: جرم بخار آب موجود در واحد حجم هوا را، رطوبت مطلق می‌گویند. باید توجه داشت که ظرفیت جذب بخار آب هوا محدود است و در هر دما، هوا قادر است مقدار مشخصی بخار آب را به خود جذب کند. به عنوان مثال مقدار رطوبت لازم برای اشباع هوا در چند دمای مختلف، در شکل ۱-۲ درج شده است. اعداد به خوبی نشانگر این واقعیت‌اند که هرچه دمای هوا بالاتر باشد، قابلیت جذب بخار آن نیز بیشتر می‌شود.



شکل ۱-۲- چه نوع رابطه‌ای میان افزایش دمای هوا و مقدار بخار آب اشباع وجود دارد؟

❓ چرا در زمستان‌ها روی قسمت داخلی شیشه‌های اتاق قطره‌های ریز آب می‌نشینند؟  
 رطوبت نسبی: رطوبت مطلق هوا برای بیان کیفیت هوا کافی نیست، زیرا گاهی در هوایی که رطوبت آن ۵ گرم در مترمکعب است، به آسانی تنفس می‌کنیم، حال آنکه ممکن است در دمای بالاتر، با رطوبت ۸ گرم در مترمکعب، احساس خشکی کنیم. برای بیان کیفیت هوا از نقطه نظر مقایسه آن با حالت اشباع، از اصطلاح رطوبت نسبی استفاده می‌کنند. برای به دست آوردن رطوبت نسبی از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

### ۱- استفاده از رابطه رطوبت نسبی:

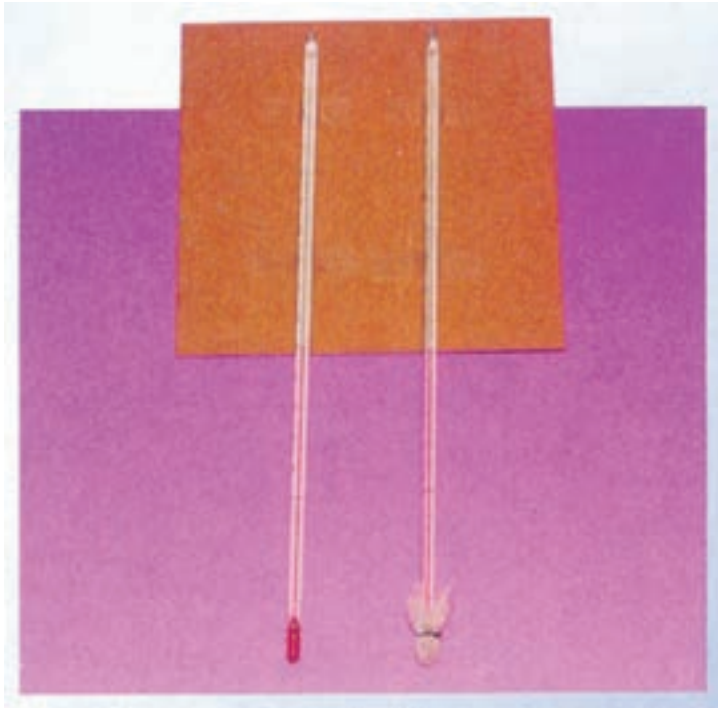
$$\text{رطوبت نسبی} = \frac{\text{رطوبت مطلق هوا}}{\text{رطوبت مطلق لازم برای اشباع هوا در آن دما}} \times 100$$

به عنوان مثال، اگر رطوبت مطلق هوایی در دمای ۳۵ درجه، ۱۰ گرم در مترمکعب باشد، با توجه به شکل ۱-۲، رطوبت نسبی آن ۲۵ درصد خواهد شد:

$$\text{رطوبت نسبی} = \frac{1}{4} \times 100 = 25 \text{ درصد}$$

یعنی، مقدار رطوبت موجود در هوا، ۲۵ درصد مقدار رطوبت لازم برای اشباع آن است.

۲- استفاده از دماسنج تر و خشک: ساده‌ترین روش برای اندازه‌گیری رطوبت نسبی هوا، استفاده از دو دماسنج مشابه است که در کنار هم قرار گرفته‌اند (شکل ۲-۲).  
 مخزن جیوه یکی از دو دماسنج را در پارچه‌ای می‌پیچند و پارچه را داخل ظرف آب قرار می‌دهند و به آن دماسنج تر می‌گویند. این دماسنج معمولاً دمای کمتری را نسبت به دماسنج دیگر (دماسنج خشک) نشان می‌دهد، زیرا آبی که از اطراف پارچه تبخیر می‌شود، مقداری گرما از مخزن می‌گیرد.



شکل ۲-۲- دماسنج خشک و تر

### فعالیت

— آیا می‌توانید بگویید در چه صورتی هر دو دماسنج یک دما را نشان می‌دهند؟

برای به دست آوردن رطوبت نسبی، ابتدا تفاضل دمای دماسنج خشک و دماسنج تر را به دست می‌آوریم. عدد حاصل نشان‌دهنده شماره ستون و دمای دماسنج خشک نشان‌دهنده ردیف در جدول صفحه بعد می‌باشد. محل تلاقی ستون و ردیف مذکور رطوبت نسبی را نشان می‌دهد.

### طرز تعیین رطوبت نسبی

دمای دماسنج خشک	دمای دماسنج خشک، منهای دمای دماسنج مرطوب									
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱°C	۸۸	۷۷	۶۶	۵۵	۴۴	۳۴	۲۴	۱۵	۶	
۱۱°C	۸۹	۷۸	۶۷	۵۶	۴۶	۳۶	۲۷	۱۸	۹	
۱۲°C	۸۹	۷۸	۶۸	۵۸	۴۸	۳۹	۲۹	۲۱	۱۲	
۱۳°C	۸۹	۷۹	۶۹	۵۹	۵۰	۴۱	۳۲	۲۲	۱۵	۷
۱۴°C	۹۰	۷۹	۷۰	۶۰	۵۱	۴۲	۳۴	۲۶	۱۸	۱۰
۱۵°C	۹۰	۸۰	۷۱	۶۱	۵۳	۴۴	۳۶	۲۷	۲۰	۱۳
۱۶°C	۹۰	۸۱	۷۱	۶۳	۵۴	۴۶	۳۸	۳۰	۲۳	۱۵
۱۷°C	۹۰	۸۱	۷۲	۶۴	۵۵	۴۷	۴۰	۳۲	۲۵	۱۸
۱۸°C	۹۱	۸۲	۷۳	۶۵	۵۷	۴۹	۴۱	۳۴	۲۷	۲۰
۱۹°C	۹۱	۸۲	۷۴	۶۵	۵۸	۵۰	۴۳	۳۶	۲۹	۲۲
۲۰°C	۹۱	۸۳	۷۴	۶۸	۵۹	۵۳	۴۶	۳۹	۳۲	۲۶
۲۱°C	۹۱	۸۳	۷۵	۶۷	۶۰	۵۳	۴۶	۳۹	۳۲	۲۶
۲۲°C	۹۲	۸۳	۷۶	۶۸	۶۱	۵۴	۴۷	۴۰	۳۴	۲۸
۲۳°C	۹۲	۸۴	۷۶	۶۹	۶۲	۵۵	۴۸	۴۲	۳۶	۳۰
۲۴°C	۹۲	۸۴	۷۷	۶۹	۶۲	۵۶	۴۹	۴۳	۳۷	۳۱
۲۵°C	۹۲	۸۴	۷۷	۷۰	۶۳	۵۷	۵۰	۴۴	۳۹	۳۳
۲۶°C	۹۲	۸۵	۷۸	۷۱	۶۴	۵۸	۵۱	۴۶	۴۰	۳۴
۲۷°C	۹۲	۸۵	۷۸	۷۱	۶۵	۵۸	۵۲	۴۷	۴۱	۳۶
۲۸°C	۹۳	۸۵	۷۸	۷۲	۶۵	۵۹	۵۳	۴۸	۴۲	۳۷
۲۹°C	۹۳	۸۶	۷۹	۷۲	۶۶	۶۰	۵۴	۴۹	۴۳	۳۸
۳۰°C	۹۳	۸۶	۷۹	۷۳	۶۷	۶۱	۵۵	۵۰	۴۴	۳۹

### فعالیت

رطوبت نسبی کلاس خود را به دست آورید.

❓ اگر دمای دماسنج خشک و دماسنج تر به ترتیب ۲۸ و ۲۵ درجه سانتی گراد باشد، رطوبت نسبی چند درصد می باشد؟

❓ در فصل سرما، وقتی راننده ها ملاحظه می کنند که شیشه های اتومبیل از داخل «عرق کرده» است، یکی از شیشه ها را پایین می آورند تا بخار روی شیشه برطرف شود. علت چیست؟  
**نقطه شبنم** : در بعضی روزها در صبح زود، بر روی برگ گیاهان و گلبرگ گل ها، قطرات ریز آب را می بینیم که به آن شبنم می گویند. در واقع بدون آنکه باران باریده باشد، زمین خیس است، علت تشکیل شبنم چیست؟

مقدار رطوبت لازم برای اشباع هوا در دماهای مختلف فرق می کند. فرض می کنیم که در ابتدای شب، دمای هوا ۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت مطلق آن ۱۲/۸ گرم در متر مکعب باشد. واضح است که چنین هوایی با توجه به شکل ۱-۲، اشباع نیست. در طول شب دما کاهش می یابد. هنگامی که دما به ۱۵ درجه سانتیگراد برسد، رطوبت موجود در هوا و رطوبت لازم برای اشباع آن در این دما برابر می شوند. بنابراین، هوا به حالت اشباع درمی آید.

دمایی را که در آن، رطوبت هوای غیر اشباع به حالت اشباع درمی آید، **نقطه شبنم** می گویند که در مثال مورد نظر، این دما ۱۵ درجه سانتیگراد است. حال اگر دما از این حد هم کمتر شود، رطوبت موجود در هوا بیش از ظرفیت آن است و بنابراین مازاد آن به صورت مایع (شبنم) در جاهای سرد (مثل برگ گیاهان) می نشیند.

**مه و ابر** : ابر، مجموعه ای از قطرات خیلی ریز آب یا تکه های کوچک یخ است. برای تشکیل ابر، باید هوای مرطوب، سرد شود و دمای آن به پایین تر از نقطه شبنم برسد. با تشکیل قطرات آب یا تکه های یخ، این ذرات در هوا معلق می مانند و مجموعه آنها، ابرها را تشکیل می دهند.

عواملی چون مخلوط شدن هوای مرطوب با هوای سردتر، رفتن هوا به منطقه سردتر، سرد شدن هوا به علت باریدن قطرات باران سرد بر روی آن و یا انبساط فوری هوا باعث پایین آمدن دمای هوا می شوند. از نظر کلی، ابر و مه تفاوتی ندارند، فقط مه در قسمت های پایین و ابر در نواحی بالا تشکیل می شود. ارتفاع مه در بعضی موارد بسیار کم است و در سطح زمین هم ممکن است تشکیل شود. به عنوان مثال، گردنه های مرتفع مثل گردنه های حیران در اردبیل، خوش بیلاق در حوالی شاهرود و گردنه ورسک در جاده فیروزکوه، در بیشتر مواقع مه آلود هستند.

قطر ذرات آب تشکیل دهنده ابر و مه از ۲/۰ میلیمتر تجاوز نمی کند. گرچه این قطرات با سرعت کم به سمت زمین حرکت می کنند، اما جریان هوای بسیار ضعیف هم آنها را مجدداً به سمت بالا می کشاند.

البته ممکن است این ذرات به توده‌ای از هوا برخورد کنند که دمای بالا و رطوبت کم داشته باشد، که در این صورت مجدداً به بخار آب تبدیل می‌شوند.

## مشاهده و تفسیر کنید

### تشکیل ابر

با انجام آزمایش ساده زیر می‌توانید طرز تشکیل ابر را ببینید. مقدار کمی آب در یک ظرف شیشه‌ای دهان گشاد و بزرگ بریزید. دهانه ظرف را ببندید و آن را چند ساعت به همان حال بگذارید. سپس، کبریتی را روشن کنید و بعد شعله را با فوت خاموش کنید و کبریت را فوراً داخل شیشه ببرید و چند ثانیه در آنجا نگهدارید. دهانه شیشه را این‌بار، با لایه‌ای لاستیکی و نازک (مانند بادکنک) که به آسانی کش بیاید، محکم ببندید. پس از چند دقیقه، یکباره این لایه را بالا بکشید. آنچه را که اتفاق می‌افتد، تفسیر کنید. اگر دودی به داخل شیشه نمی‌فرستادید، آیا باز هم همان پدیده رخ می‌داد؟

**اقسام ابر:** ابرها در آسمان به شکل‌های مختلفی دیده می‌شوند، از نظر ارتفاع با هم تفاوت دارند و از نظر تولید برف و باران نیز متفاوت اند.

اصولاً ابرها را به سه دسته کلی لایه‌ای (استراتوس)، توده‌ای (کومولوس) و پرممانند (سیروس) تقسیم می‌کنند. ابری که مشخصات دو دسته از این ابرها را داشته باشد، به نام هر دو نامیده می‌شود. (مثل ابرهای سیرواستراتوس و سیروکومولوس)، از سوی دیگر، اگر ارتفاع تشکیل ابر بیش از ارتفاع معمولی ابرها باشد در جلوی نام آن پیشوند آلتو قرار می‌دهند و اگر ابر قدرت بارندگی داشته باشد، در جلوی نام آن کلمه نیمبوس را به کار می‌برند.

معمولاً بخار آب موجود در هوا، به‌طور مستقیم به باران تبدیل نمی‌شود. برای آنکه بارندگی رخ دهد، ذرات تشکیل‌دهنده ابر باید به قدر کافی بزرگ و سنگین شوند تا بتوانند سقوط کنند. در نتیجه، برای ایجاد بارش‌های قابل توجه، باید قطرات و بلورهای داخل ابر، بر اثر برخورد و پیوستن به هم، به اندازه کافی رشد کنند.

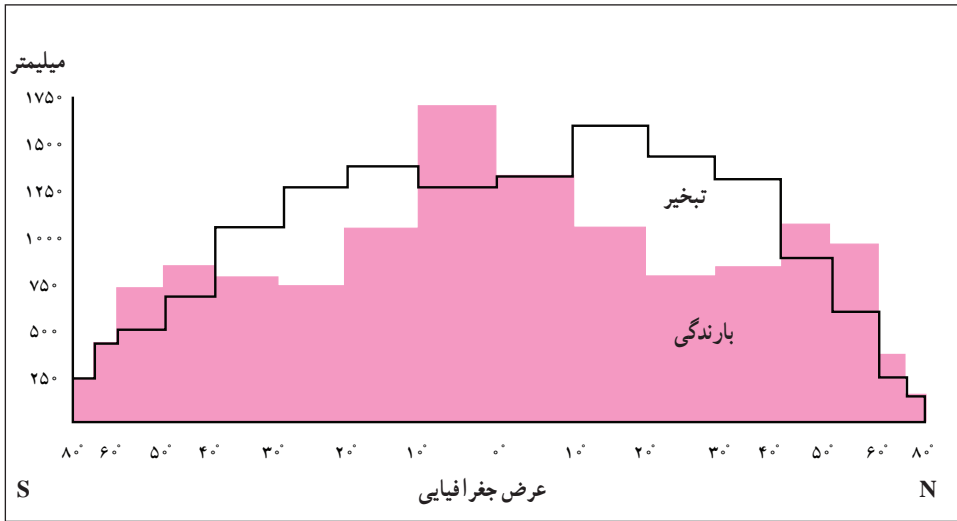


شکل ۳-۲ - اقسام ابرها

وزن قطرات اولیه باران به هنگام سقوط ممکن است در اثر جمع شدن با سایر ذرات اضافه شده و قطره باران درشت تر شود. گاهی نیز ممکن است برعکس، در ضمن سقوط، قطره اولیه گرم شده و تمام یا قسمتی از آن تبخیر شود.

## آب و هوا (اقلیم)

آب و هوا یا اقلیم هر منطقه، تابع دو عامل اصلی دما و بارش است. از آنجا که مقدار بارندگی، رطوبت و دمای هوا در قسمت‌های مختلف متفاوت است، در مناطق مختلف زمین، آب و هوای متفاوتی وجود دارد. در شکل ۴-۲، میزان بارندگی و تبخیر در عرض‌های جغرافیایی مختلف نشان داده شده است. همانطور که در این شکل می‌بینید، مناطق کم باران در عرض‌های جغرافیایی ۲۵ درجه شمالی و ۳۰ درجه جنوبی واقع‌اند و در این نواحی، میزان تبخیر بیش از مقدار بارندگی است. از سوی دیگر، بادهای این مناطق خشک‌اند و می‌توانند رطوبت زیادی را جذب کنند. بیشتر بیابان‌های دنیا در این مناطق قرار دارند.



شکل ۴-۲ - مقدار بارندگی و تبخیر سالانه در عرض‌های جغرافیایی مختلف

در اطراف استوا، مقدار بارندگی بیشتر از میزان تبخیر است. این وضعیت در عرض‌های جغرافیایی ۴۰ تا ۵۰ درجه نیز دیده می‌شود. علت آن برخورد بادهای مخالفی است که از جانب قطب و منطقه معتدله می‌وزند و در این مناطق جبهه‌های پربارانی را تشکیل می‌دهند.