

## علت انبساط غیر عادی آب

علت انبساط غیر عادی آب مربوط به وضع مولکولهای آب در حالت جامد و مایع آن است برای توضیح این پدیده لازم است که ساختمان مولکولی آب و نیز اتمهای سازنده آن بررسی شود.

هر مولکول آب از یک اتم اکسیژن و دو اتم هیدروژن ( $H_2O$ ) ترکیب شده است هر اتم اکسیژن دارای ۸ الکترون است. از این تعداد ۲ الکترون بر سطح انرژی  $k=1$  و ۶ الکترون بر سطح انرژی  $L=2$  با آرایش زیر قرار دارند:



هر اتم هیدروژن دارای یک الکترون ( $1S^1$ ) و زمانی که یک اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن پیوند می یابد مولکول قطبی آب را ایجاد می کنند که وضع اتمها در آن به این صورت است:



۱۰۵

H

زاویه پیوند در این مولکول حدود ۱۰۵ (۴۱، ۱۰۴) و فاصله دو مرکز اتمهای اکسیژن و هیدروژن ۰/۹۹ آنگستروم است. در مولکولهای آب علاوه بر آنکه هیدروژن و اکسیژن بر هم نیرو وارد می کنند نیروهای

الکتروستاتیکی هم در اثر وجود هیدروژن موجود است که سبب می شود هر ملکول آب با چهار ملکول مجاور خود پیوند یابد

( پیوند هیدروژنی ) و یک شبکه بلوری را ترتیب دهد. در یخ ملکولهای آب کاملاً با یکدیگر پیوند یافته

و حلقه های شش ضلعی به وجود می آورند. این شش ضلعیها همه به هم متصلند و ساختمان قفس مانند

گسترده ای را در حجم یخ می سازن. فاصله بین دو اکسیژن مجاور  $2 / 76 \text{ \AA}$  است. وقتی یخ را

حرارت دهیم در دمای ذوب، یخ به شبکه های کوچکتری شکسته می شود و اگر بتوان در لحظه

کوتاهی از این تبدیل عکسبرداری کرد، در عکس به نظر می رسد که یخی شکسته می شود و هر قسمت

می تواند بر قسمت دیگر بلغزد. وقتی دما را به تدریج افزایش دهیم، گرمایی که آن می گیرد، سبب

شکسته شدن پیوند بلوری و افزایش جنبش حرارتی می گردد. جنبش حرارتی بیشتر، سبب افزایش حجم

ماده می شود، در صورتی که مولکولهایی که در شبکه بلوری در فاصله مشخصی از هم قرار داشتند، در

حالت مایع به هم نزدیکترند و حجم کمتری را اشغال می کنند.

باید توجه داشت که در دمای صفر درجه همه مولکولهای یخ از شبکه بلوری خارج نمی شوند و در

اثر افزایش دما، به تدریج شبکه بلوری شکسته می شود و مولکولها به هم نزدیکتر می شوند و همزمان،

جنبش مولکولی سبب افزایش حجم مایع می شود. دو عامل کاهش و افزایش حجم سبب می شود که تا

دمای ۴ درجه، حجم آب به کمترین مقدار خود برسد و از آن پس، با زیاد شدن جنبش مولکولی،

پدیده عادی افزایش حجم آب مشاهده می شود.

در هنگام سرد کردن آب تا دمای ۴ درجه ، حجم کاهش می یابد ولی در فاصله ۴ درجه تا ۰ درجه به سبب تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین مولکولها و تشکیل شبکه بلوری ، فاصله بین مولکولها زیادتر و در نتیجه حجم افزایش می یابد.

### کاربرد انبساط آب :

کم بودن چگالی یخ نسبت به آب پیامدهای خطرناکی برای سلول های زنده دارد. هنگامی که بافتهای زنده منجمد می شوند، آب موجود درون سلولها بر اثر یخ زدن منبسط می شود. با انبساط آب، سلول می ترکد و از بین می رود. هر چه سرد شدن آهسته تر صورت گیرد، بلورهای یخ درشت تر می شود و سلولها هم آسیب بیشتری می بینند.

کارخانه های سازنده مواد غذایی منجمد را این ویژگی آب استفاده می کنند و مواد غذایی را به سرعت منجمد می کنند. در این حالت بلورهای یخ بسیار کوچکی تشکیل می شود که به سلولهای ماده غذایی آسیب بسیار کم تری وارد می کند.

### انحلال پذیری آب :

آب یکی از بهترین حلال هاست و تقریباً هر ماده ای را می تواند حل کند. آب روان سخت ترین سنگها را هم به تدریج حل می کند و مواد حل شده را به دریاها و اقیانوسها می برد. آب مواد غذایی مورد نیاز

جانداران را نیز حل می کند. مواد غذایی موجود در خاک پس از حل شدن در آب، به سلولهای گیاهان می رسند و سبب رشد آنها می شدند.

غذاهایی هم که انسان یا جانوران می خورند، پس از حل شدن در آب جذب سلولهای بدن آنها می شوند. آب، با اینکه بیشتر مواد را در خود حل می کند، خنثی باقی می ماند.

یعنی موادی که در آب حل شده اند بر آن اثری ندارند، به سبب همین ویژگی است که جانداران می توانند آب مورد نیاز خود را از هر نوع محلولی که دارای آب باشد به دست آورید.

### ویژگی های آب :

آب نه تنها فراوانترین بلکه غیر معمول ترین ماده روی زمین است و دارای ویژگیهایی است که بعضی از آنها از قانون های عمومی پیروی نمی کنند.

آب تنها ماده ای است که در شرایط عادی، یعنی فشار و دمای معمولی، همزمان در هر سه حالت جامد، در زیر یخ به حالت مایع، و در آسمان به حالت گاز یا بخار وجود دارد. مولکولهای آب پیوسته در حال حرکتند. جامد بودن، یا مایع بودن، یا گاز بودن آب بستگی به سرعت این حرکت

دارد. مولکولهای آب در حالت جامد به هم نزدیک هستند و تقریباً بی حرکت اند. در حالت مایع تقریباً نزدیک به هم هستند و آزادانه حرکت می کنند. مولکولهای آب در حالت گاز حرکتی تند دارند و به یکدیگر برخورد می کنند.

### انبساط آب:

یکی دیگر از ویژگی های غیر عادی آب آن است که بر خلاف مواد دیگر در هنگام منجمد شدن انبساط می یابد به این معنا که همان مقدار آب در حالت جامد حجم بیش تری را اشغال می کند. بنابراین، حجمی از یخ که هم حجم آب اولیه است، جرم کمتری دارد. به این علت، می گویند که چگالی یخ کم تر از آب است. کم تر بودن چگالی یخ باعث می شود که یخ روی آب شناور بماند. این ویژگی آب سبب می شود که بر خلاف بسیاری از مایع ها، آب از سطح شروع به انجماد کند. این پدیده را بارها به هنگام شروع یخ زدن آب، درون جایی یخچال مشاهده کرده اید، و همچنین در زمستان ها با یخ زدن سطح آب دریاچه ها، لایه عایقی از یخ به وجود می آید که از یخ زدن لایه های زیرین جلوگیری می کند. در این شرایط ماهی ها و آبزیان دیگر می توانند در مناطق گرم تر زیرین به زندگی خود ادامه دهند.

آب در دمای بالاتر از ۴ سلسیوس از این قاعده پیروی می کند ولی هر چه دمای آن از ۴ درجه سلسیوس کمتر شود منبسط می شود و حجمش افزایش می یابد. وقتی به حالت جامد، یعنی یخ در آمد، بر حجم

آن به اندازه یک یازدهم ، حجم اصلی افزوده می شود به سبب همین ویژگی است که در زمستان لوله های آب می ترکد و دیواره های حوض و استخر می شکنند .

یک لیتر آب در دمای چهار درجه سلسیوس یک کیلو گرم جرم دارد، با بیانی دیگر ، جرم حجمی از

آب در چهار درجه سلسیوس یک کیلو گرم در سانتی متر مکعب

## آب

آب اغلب ناخالص است ، آب خالص بی طعم ، بی بو و شفاف است مقدار کم آن بی رنگ ولی مقدار

زیاد آن آبی به نظر می رسد آب خالص در سطح دریا در صفر درجه سلسیوس یخ می زند و در صد

درجه سلسیوس به جوش می آید. آب مایه اصلی زندگی است ، انسان بیشتر از یک ماه هم می توان بی

غذا زنده بماند اما اگر بیش از یک هفته آب به بدن نرسد خواهیم مرد حتی گیاهان و جانورانی که در

خشک ترین جاها زندگی می کنند نیاز به مقدار معینی آب دارند ، بیشتر از ۷۰ درصد سطح زمین را آب

اقیانوس ها ، دریاها ، دریاچه ها و رودخانه ها پوشانده است. آب ۶۰ تا ۹۰ درصد وزن گیاه ، جانوران و

انسان را تشکیل می دهد. بیشتر دانشمندان عقیده دارند که زندگی در آب آغاز شده است و نخستین

موجودات زنده آبی بوده اند در قرآن آمده است که همه چیز از آب زنده است ، در روزگاران باستان

نیز تالیس ملطی فیلسوف یونانی عقیده داشت که آب اصل همه موجودات است بعد ها فیلسوفان دیگر،

جهان را ساخته شده از چهار عنصر یعنی آتش و آب و هوا و خاک است .

## ترکیب آب:

آب نیز مانند مواد دیگر از ذرات بسیار کوچکی به نام مولکول تشکیل شده است. در هر قطره آب میلیون ها مولکول وجود دارد هر مولکول آب ترکیبی است از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن. حتی در خالصترین آب مواد دیگر نیز وجود دارند اما این مواد تنها بخش کوچکی از آب را تشکیل می دهند آب هنگامی که از روی زمین یا از درون لایه های زمین می گذرد مواد شیمیایی موجود در مسیر خود را به نسبت های متفاوت حل می کند و به همراه می برد به همینسبب در آب رودها مواد شیمیایی گوناگونی وجود دارند این مواد ممکن است کلسیم، باریم، مس، کروم و مانند آن یا سولفات ها، نترات ها و فسفات ها و ترکیب دیگری از آهن، سرب، نقره، سدیم و مواد دیگر باشند. بعضی از مواد شیمیایی حل شده در آب بر اثر تغییر فشار و دما رسوب می کنند یکی از مهم ترین این مواد کلسیم است که در جداره لوله های آب یا سماور یا کتری رسوب می کند. استلاکتیت و استالاگمیت که در سقفها و دیواره ها و کف غارهای آهکی دیده می شوند نمونه هایی از رسوب ترکیب های کلسیم هستند که پس از قرنها پدید آمده اند، گذشته از مواد معدنی در آب مواد آلی و جانورانی مانند میکروب ها، ویروس ها، قارچ ها و جلبک ها نیز وجود دارد.

## کشش سطحی آب:

آب پس از جیوه ، دارای بیش ترین کشش سطحی است ، کشش سطحی نیرویی است که بر سطح مایع وارد می شود و سبب می آید تا مساحت سطح آن مایع به حداقل برسد .

کشش سطحی آب نتیجه به هم پیوستگی مولکول های آب به یکدیگر از یک طرف و به هم پیوستگی مولکول های سطحی آب از طرف دیگر است . پیوستگی مولکول های آب به یکدیگر به قدری است که آب می تواند اجسام سنگین تر از خود را بر سطح خود نگاه دارد به سبب همین ویژگی است که می توان سوزنی را به طور افقی روی آب شناور کرد و بعضی از حشره ها می توانند روی آب بایستند یا راه بروند . این ویژگی را هنگام چکیدن آب از شیر آب نیز می توان دید ، وقتی آب قطره قطره فرو می ریزد

نخست هر قطره به شیر آب می چسبد ، آویزان و بعد کشیده می شود و سرانجام به صورت کره بسیار کوچکی در می آید و فرو می افتد، کشش سطحی سبب چسبندگی هم می شود همین ویژگی سبب می شود که آب به لبه شیر آب ، دست ، بدن و ظرف های گوناگون و به بسیاری از چیزهایی که با آنها تماس پیدا می کند بچسبد و آنها را تر کند البته میزان چسبندگی آب به همه مواد یکسان نیست مثلا آب به پارافین نمی چسبد به سبب همین ویژگی چسبندگی است که آب از دیواره های ظرف های باریک استوانه شکل بالا می رود و سطح آن گود به نظر می رسد ، این پدیده را موینگی نامیده اند . موینگی که در زیستشناسی اهمیت بسیار دارد از عواملی است که سبب می شود آب موجود در خاک به صورت مایعی زندگی بخش از راه ریشه و ساقه به قسمت های گوناگون گیاه برسد .

**ظرفیت گرمایی ویژه آب :**



ظرفیت گرمایی ویژه یک جسم مقدار گرمایی است که باید به ۱ کیلو گرم از آن جسم داده شود تا دمای آن ادرجه سلسیوس افزایش یابد.

همان طور که می دانید گرمایه ویژه آب نسبت به سایر مواد بیشتر است. این نشان می دهد که وقتی یک کیلو گرم آب به اندازه یک درجه سلسیوس گرم می شود ، در مقایسه با سایر مواد مقدار گرمای بیشتری از محیط اطراف خود و از اجسامی که با آنها در تماس است دریافت کرده است. از این خاصیت آب برای انتقال گرما از یک مخزن آب گرم به درون رادیاتور استفاده می شود . آب گرم شده که از مخزن به وسیله تلمبه و از طریق لوله کشی های مربوط ، به رادیاتورها می رسد ، در آنجا در تماس با رادیاتور ، که در تماس با هوای سرد است ، سرد می شود و انرژی درونی خود را به رادیاتور می دهد و بار دیگر ، از طریق لوله های برگشت ، آب به مخزن بر می گردد و در آنجا باز همین عمل تکرار می شود.

### ساختار خمیده مولکول آب :

چنان چه یک میله پلاستیکی (خود کار یا شانه) را به موهای خود بمالید و آن را به باریکه آب شیره دست شویی نزدیک کنید ، مشاهده خواهید کرد که جریان آب از راستای طبیعی خود منحرف و به میله پلاستیکی نزدیک می شود.

می دانیم میله پلاستیکی یا هر ماده دیگر در حالت طبیعی ، از نظر الکتریکی خنثی است. اما بر اثر مالش ، مقداری بار الکتریکی منفی به دست می آورد. حال اگر این میله پلاستیکی باردار به باریکه آب نزدیک شود ، آن را به سوی خود جذب و از مسیر اولیه منحرف می کند. اگر چه آب در حالت عادی خنثی است اما در توجیه این پدیده جالب ، می توان چنین فرض کرد که آب مولکول هایی دارد که در واقع دئ سر مثبت و منفی دارند و به هنگام نزدیک شدن میله پلاستیکی باردار به باریکه آب ، هر مولکول از سر مثبت خود جذب میله پلاستیکی با بار الکتریکی منفی می شود.

شواهد تجربی گوناگون ، فرضیه دو قطبی بودن مولکول های آب را به اثبات رسانیده است. هم چنین شواهد تجربی نشان می دهد که مولکول های آب شکل خمیده ای (  $V$  مانند) دارد. به عبارت دیگر ، دو اتم هیدروژن آن نسبت به اتم اکسیژن در یک راستا و به صورت  $H-O-H$  قرار نگرفته اند. شیمیدان ها پس از آزمایش های بسیار فهمیده اند که در سمت اکسیژن مولکول های آب بار منفی و در سمت هیدروژن آن بار مثبت وجود دارد.

فراموش نکنید که مولکول های آب یا هر مولکول دیگری که دو قطبی است ، یعنی یک قطب مثبت و یک قطب منفی دارد ، مولکول قطبی نامیده می شود ولی در مجموع از نظر الکتریکی خنثی باقی می ماند زیرا ، تعداد الکترون ها و پروتون ها در یک اتم یا مولکول همواره برابر است.

**آب و رسانایی الکتریکی :**

یون های سازنده ترکیب های یونی مانند NaCl، به هنگام حل شدن در آب یون های مثبت شبکه بلور به طرف قطب منفی، یون های منفی شبکه به طرف قطب مثبت مولکول های آب جذب می شوند و در سراسر آب پراکنده می شوند. حال اگر این محلول را در یک مدار الکتریکی قرار دهیم، انتظار می رود محلول رسانای جریان برق باشد. زیرا یون های مثبت محلول می توانند به طرف قطب منفی، و یون های منفی محلول به طرف قطب مثبت حرکت کنند.