

آبهای فوق العاده سرد

لینک کوتاه این مقاله:

<http://www.niazemarkazi.com/papers/۱۰۰۰۰۳۴۳.html>

● مقدمه

دو نوع آب جدید کشف شده است، که به نظر می رسد بدون وجود آنها زندگی ادامه نخواهد یافت. اگر فکرمی کنید شار هوا در محیط زندگی شما بالاست، تصور نمایید که زندگی در گودال ماریان، یعنی یازده کیلومتر زیر سطح اقیانوس آرام و عمیق ترین نقطه روی کره زمین، چگونه است. چنین محیطی دنیای سکوت و تاریی بی انتهاست و فشار در حد خرد کننده هزار اتمسفر است. این مقدار برابر با فشاری است که سونی از آب دریا به وزن ده هزار تن بر هر متر مربع از کف درزیا وارد می سازد.

مسلم در چنین اوضاعی زندگی بسیار دشوار است، تا حدی که برخی از فیزیکدانان معتقدند حفظ ترکیب آب نیز در چنین اوضاعی مشکل است. دانشمندان اظهار می دارند که اگر بتوان آب را تحت چینی فشاری قرار داد، و آن را درین سرد شدن تا چندین درجه زیر نقطه انجماد به حالت مایع نگاه دات، آب به دو نوع مایع کاملاً مجزا از یکدیگر تبدیل خواهد شد. یکی از این مایعات در حدود ۲۰ درصد چگالترا از آب معمولی است و چگالی دیگری در مقایسه با آب معمولی، ۱۰ درصد کمتر است. در چنین وضعیت غیزر معمولی به جای یک نوع آب، دو نوع آب خواهی داشت.

آب، مایع بیار عجیبی است و برخلاف بیشتر مایعات پس از انجماد حجم آن افزایش می یابد که این حالت اصلی شناور ماندن کوههای یخی روی آب و یا ترکیدن لوله های یخ زده است. عجیب تر آنکه آب قبل از آنکه به نقطه انجماد برسد شروع به ازدیاد حجم می کند و در دمای چهار درجه سانتیگراد که هنوز مایع بشمار می رود چگالترا از یخ است. اگر آب فاقد این خصوصیات خارق العاده بود، زندگی روی کره زمین به صورت فعلی امکان پذیر نبود. ولی آیا واقعا دو نوع آب کاملاً متفاوت نمی توانند وجود داشته باشند؟

● خاصیت دو گانه آب

علت آنکه در میان تمامی مایعات، آب به دلیل داشتن خاصیت دو گانه، منحصر به فرد است، چسبندگی غیر معمول مولکولهای آن است. در تمامی مایعات مولکولها یکدیگر را جذب می نمایند، ولی مولکولهای آب این عمل را با روش مخصوص به خود- یعنی یا با ایجاد پیوندهای هیدروژنی که از ساری پیوندهای شیمیایی ده بار ضعیفتر است- انجام می دهند. این پیوندهای هیدروژنی موجب میشوند که هر مولکول آب به وسیله چهار مولکول دیگر در گوشه های یک چهار وجهی احاطه شوند. این امر منجر به ایجاد فضای

خالی زیادی در بین مولکولها می گردد که علت اصلی ساختار باز یخ که ساختمان چهار وجهی محکمی است در همین امر نهفته است. در حالت مایع، مولکولها می توانند وارد این فضاهای آزاد و باز بشود و به همین علت است که آب مایع چگالتر از یخ است.

بنابراین در آب بین ساختار چهار وجهی که پیوندهای هیدروژنی سست ایجاد می کند، با ساختار چگالتر که از تراکم مولکولی بالایی برخوردار است، همواره کشش وجود دارد. چنین وضعیتی این امکان را فراهم می سازد که بر اثر تغییر دما و فشار، بسته به غالب بودن یکی از این دو عامل، ساختار آب از نوعی به نوع دیگری تبدیل شود. مدتها چنین تصور می شد که چگالی حداکثر در چهار درجه سانتیگراد، ممکن است نشانه ای از این تبدیل تدریجی باشد. فیزیکدانان اظهار می دارند که ممکن است در وضعیتهای حادثتر این تغییر و تبدیل، ناگهانی صورت گیرد. حال اگر دو نوع آب وجود داشته باشد، چرا قبلا مشاهده نشده اند؟ پاسخ آن آن است که پیش بینی می گردد که این ماهیت دو گانه آب تنها در آبهای فوق العاده سرد، یعنی آبهایی که حتی در درجات کمتر از نقطه انجماد نیز مایع باقی می ماند، آشکار می گردد. اصولا یخ در دماهایی تشکیل میشود که مولکولها بتوانند به شکل یک شبکه منظم در کنار یکدیگر قرار بگیرند. این امر هنگامی امکان پذیر است فراروندی تحت عنوان "هسته سازی" تحت تاثیر یک عامل دیگر- مانند تجمع اتفاقی برخی از مولکولهای آب ب دور دیگری به شکل بلور- فعال شود. این مجتمع مولکولی بعدها به عنوان هسته فراروند انجماد عمل می نماید ولی از مواد آلاینده مانند ذرات گرد و خاک را که می توانند به عنوان هسته عمل نمایند از محیط خارج سازیم، می توان عمل انجماد را متوقف نموده و به مایع فوق العاده سرد دست یافت.

در عمل برای رسیدن به چنین آبی، محدودیت وجود دارد تا کنون هیچکس نتوانسته است آب را در شرایط جوی، تا حد کمتر از ۳۸ درجه سانتیگراد زیر صفر سرد نماید. این امر که نشان می دهد کمی پایین تر از این حد اتفاقات جالبی رخ می دهد و به نظر می رسد که آب رفتار عجیبی از خود ظاهر می سازد.

در سال ۱۹۷۶ دو فیزیکدان به نامهای آستین آنجل و رابین اسپیدی شواهدی یافتند دال بر آنکه آبهای فوق العاده سرد در دماهایی کمی پایین تر از حد فوق سرد "بسیار حساس" میشوند. آنها چنین حدس زدند که در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد زیر صفر، ظرفیت حرارتی آب- قدار حرارت لازم برای افزایش دما به میزان یک درجه سانتیگراد- به طور نامحدودی افزایش می یابد. سایر خصوصیات و مشخصات آب نیز رفتارهای عجیبی از خود نشان می دهند.

● اما علت این پدیده چیست؟

اسپیدی در سال ۱۹۸۲ ادعا کرد که حد نهایی فوق سرمای آب را کرانی موسوم به خط "اسپینودال"- که این رفتار عجیب در آن محدوده قابل پیش بینی است- تعیین می کند. والی در سال ۱۹۹۲ فیزیکدان دیگری به نام استنلی به توضیح دیگری دست یافتند. آنها ادعا کردند که ممکن است آب فوق العاده سرد هم به صورت یک مایع با چگالی بالا و هم به صورت مایعی با چگالی کم وجود داشته باشد. آنها همچنین ابراز دداشتند که خط جدا کننده این دو نوع مایع- یعنی دما و فشاری که تحت آنها آب از حالتی به

حالت دیگر تبدیل می شود- ممکن است در ۵۰- درجه سانتیگراد و فشار هزار اتمسفر باشد که به آن نقطه بحرانی می گویند و در آن نقطه دو نوع آب را نمی توان از هم تفکیک نمود.

● نقطه بحرانی

در نقطه بحرانی برخی از خواص ماده مانند ظرفیت حرارتی نامحدود میشود، ولی این امر به طور ناگهانی اتفاق نمی افتد. نقطه بحرانی مانند قله اورست که به وسیله کوههای کم ارتفاع تری احاطه شده و رشته کوه هیمالیا را از حالت یکنواختی خارج ساخته است، حالت یکنواختی خواص آب را از لحاظ طیف وسیع فشاری درجه حرارت مختل ساخته است. استنلی معتقد است که در نزدیکی نقطه بحرانی همه چیز باید عظیم باشد. اگر قرار است یکی از خواص در دمای ۵۰- درجه سانتیگراد به صورت نامحدود در آید، باید در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد یا حتی دمای اتاق، رقم بسیار بزرگی ر به خود اختصاص دهد. بنابراین چنانچه یک نقطه بحرانی مرز مایع- مایع- حتی در فشارهای بسیار بالا- وجود داشته باشد، در دمای ۴۵- درجه سانتیگراد و فشار جو می تواند عامل ایجاد حالتی غیر عادی آب فوق العاده سرد باشد و حتی می تواند توضیحی برای علت برخی از خواص خارق العاده آب در وضعیت معمولی باشد. به عنوان مثال، وجود حداکثر چگالی در دمای ۴ درجه سانتیگراد ممکن است بع علت رقابت و تقابل آبهای با چگالی بالا و چگالی کم در درجات حرارت پایین تر و فشارهای بیشتر باشد. این نظره بسیار جالب است، ولی چنانچه این دو نوع آب تنها در دمای زیر ۳۸- درجه سانتیگراد وجد داشته باشند، عملاً هیچکس نمی تواند از طریق تجربه و آزمایش به آنها دست یابد، زیرا در چنین دمایی نمی توان مانع از انجماد آب شد. به همین دلیل محققین به جای آب روی به سوی یخ آوردند.

● نوع یخها

گر چه نمی توان آب را در ۳۸- درجه سانتیگراد به صورت مایع نگاه داشت، اما می توان آن را آنقدر سرد نمود تا به یخ بی شکل (آمورف) شیشه ای- آب مایعی که مولکولهای آن در اثر سرمای زیاد از حرکت باز ایستاده اند- تبدیل شود. درست مانند سیلیسیم که هم می تواند به شکل بلورهای نامنظم کوارتز و هم به حالت شیشه بی شکل و بی نظم، مانند شیشه های پنجره وجود داشته باشد. به منظور تولید یخ نامنظم می توان آب را به سرعت- با سرعت یک میلیون درجه در ثانیه- سرد نمود و یا آنکه در درجه حرارت - ۱۹۶ درجه سانتیگراد بلور یخ را تا ده هزار اتمسفرز تحت فشار قرار داد. به نظر می رسد که استفاده از روش افزایش فشار منجر به تولید یخ بی شکل با چگالی بالا و استفاده از روش برودت سریع منجر به ایجاد یخ بی شکل با گالی کم می گردد.

بنابراین دو نوع یخ شیشه ای وجود دارد که چگالی یکی از آنها بیشتر از دیگری است. اینک این تصور پیش می آید که شاید این یخهای شیشه ای همان دو نوع آب فوق العاده سرد باشند.

یکی از روشهای فهم این مطلب ذوب این یخهاست تا مولکولهای آن بتوانند مجددا حرکت نمایند و آنگاه مایع تولید شده را بتوان مورد بررسی قرار داد. ولی این روش مانع دیگری را بر راه ما قرار می دهد و آن این است که یخ در حدود ۱۲۰- درجه سانتیگراد ذوب میشود که بسیار پایین تر از نقطه انجماد آب است، بنابراین به محض آنکه ذوب شود، مجددا منجمد شده و به شکل یخ معمولی در می آید و نمی توان مایع حاصل از ذوب یخ اولیه را مشاهده نمود.

● خط جدا کننده

استانلی و فیزیکدانی ژاپنی به نام می شی ما فرضیه ای ارائه کردند مبنی بر تهیه نقشه توپوگرافی "سطح پتانسیل گیبز" برای آب در ناحیه فوق العاده سرد ارائه کردند. این یک سطح شیبدار ریاضیات که منعکس کننده رابطه این دما، فشار و چگالی آب است. شکستگیهای نوک تیز در این سطح، نشاندهنده مرحله تبدلی و حد واسط بین حالات مختلف است. به منظور تهیه این نقشه، محققین کار خود را با قطرات کوچک "یخ چهار"- به شکل بلوری پر فشار یخ است- شروع کردند. سپس با اعمال تغییرات فشار، این بلورها را ذوب نمودند. تغییرات دمای نمونه مورد آزمایش مسیری را روی سطح مشخص کرد. استانلی اظهار داشت کاری که ما انجام دادیم این بود که نمونه را تحت فشار قرار دادیم و دمای آن را اندازه گیری کردیم.

با استفاده از این روش استنلی و میشی ما سطح پتانسیل گیبز را بررسی کردند. در محل خط جدا کننده ای که حدس مس زدند هر دو نوع آب فوق العاده سرد می توانند به ور همزمان وجود داشته باشند، یک شکستگی آشکار یافتند که نشانه قطعی مرحله حد واسط یا تبدلی است. آنها نتوانستند هیچیک از مایعات را علنا مشاهده نمایند ولی تاثیرات آنها را بر سطح گیبز مشاهده کردند. البته شما نباید نگران باشید که در هنگام استحمام، ناگهان چند نوع آب از هم تفکیک شوند یا هنگام نوشیدن آب امکان انتخاب چند نوع آب را داشته باشید. بر طبق اظهارات استنلی ممکن است که آب بر چند نوع داشته باشد ولی ما هرگز نمی توانیم آنها مشاهده نماییم.

منابع :

aftab.ir

<http://atwis.com>

راسخون (www.rasekhoon.net)

کلمات کلیدی :

آبهای سرد-خاصیت دوگانه آب-نقطه بحرانی-آمورف-یخ شیشه ای-بلور یخ-انواع یخها