به نام خداوند بخشنده و مهربان

اکوسیستم های آبی

استاد

دکتر سهیلا دانشور

فهرست	صفحه
فصل ۱ – تعریف اکولوژی و اکوسیستم آبی	۱
ویژگی های آب دریا (The properties of Sea Water)	۱
اطلاعات اساسی شیمیایی آب	۱
اطلاعات اساسی فیزیکی آب	۲
مواد محلول در آب دریا	۶
اجزای اصلی آب دریا	۶
مواد مغذی	۷
گازها	۷
عناصر نایاب	۷
ترکیبات آلی	۷
شوری	۷
قانون نسبت ثابت	۸
فاکتورهای تنظیم کننده ی شوری آب	۹
اثرات شوری بر روی ویژگی های آب	۱۲
چگالی	۱۳
ساختمان فیزیکی و شیمیایی اقیانوسها	۱۳
دما	۱۳

فصل ۱ - تعریف اکولوژی و اکوسیستم آبی

اکولوژی (Ecology) علم شناخت روابط موجودات زنده با محیط زنده و غیر زنده اطراف خود است. بوم شناسان سواحل را محیطی حد واسط بین خشکی و دریا تعریف می‌کنند که در آن مجموعه‌ای از عوامل، همچون جزر و مد ، اثر امواج، فاکتورهای محیطی، ترشح و تراوش آب چهره‌ای متفاوت به آنها می‌بخشد. این امر سبب تشکیل زیستگاههای گوناگونی در سواحل می‌شود. هر یک از پارامترهای حاکم بر زیستگاهها، بر تنوع گونه‌ای و جمعیت افراد اثر مستقیم گذارده و بر این اساس ناحیه‌بندی زیستی به وجود می‌آید.

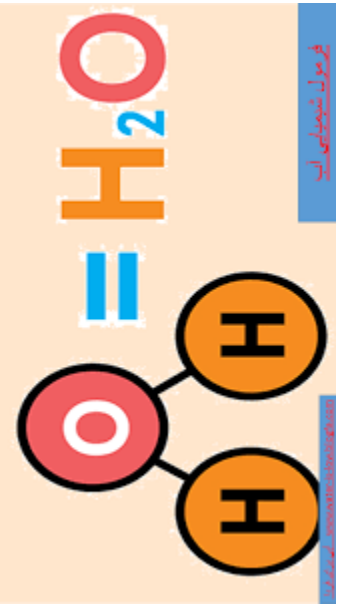
مهمترین اکوسیستم‌های دریایی شامل زیستگاههای مرجانی، جنگلهای مانگرو، مناطق عمیق دریاها ، آبگیرهای نمکی، پهنه‌های علف های دریایی و مناطق بین جزر و مدی است .

ویژگی های آب دریا (The properties of Seawater) :

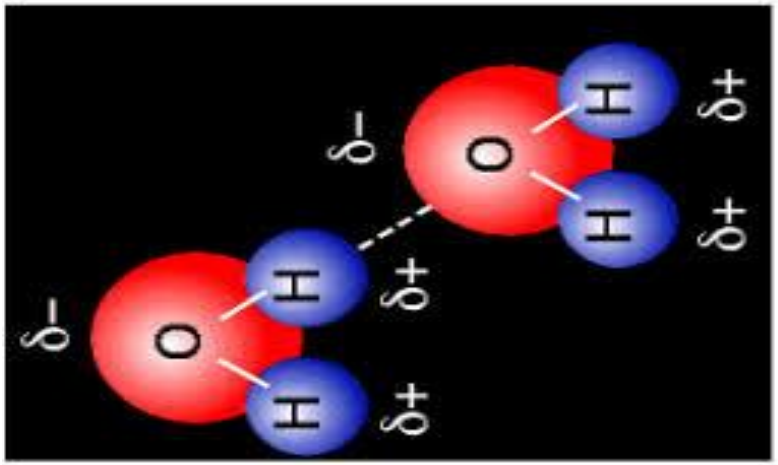
یکی از واضح ترین خصوصیات آب دریا مزه ی شورش است .آب دریا عمدتا از آبی بصورت مایع که حدود ۹۶/۵ ٪ از وزن آب دریا است تشکیل شده است که سدیم و کلر عناصر شیمیایی اصلی حل شده در آن می باشند.

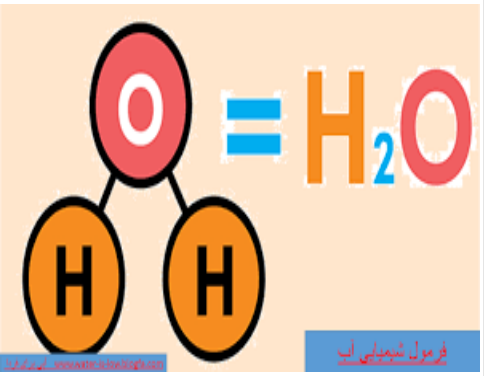
اطلاعات اساسی شیمیایی آب

همه ی مواد از بلوک ساختمانی به نام اتم تشکیل شده اند یک اتم کوچکترین بخش یک ماده است و همه ی ویژگی هایش را حفظ می کند برای مثال یک اتم هیدروژن به تنهایی هم دارای تمام ویژگی های مربوط به مجموعه ی بزرگ اتم های هیدروژن است یعنی هیچ تفاوتی در خصوصیات یک اتم با کل اتم های هیدروژن وجود ندارد . اتمهایی که از لحاظ شیمیایی به هم متصل می شوند یک مولکول را بوجود می آورند یا به عبارتی یک مولکول یک ماده ی شیمیایی می باشد که می تواند به اتم های مجزا جدا گردد .کلرید سدیم یک مولکول است که می تواند به یک اتم مثبت و یک اتم منفی تبدیل شود . ساختمان داخلی اتم شامل ذرات بنیادی است که دارای وزن و بار الکتریکی می باشند . مرکز یک اتم یعنی هسته از ۲ نوع ذره که اصولا همه ی حجم اتم را در بر می گیرند تشکیل شده است .پروتون با بار مثبت و نوترون خنثی است .در اطراف هسته مجموعه ای از الکترون ها در حال چرخش می باشند که حجم کمی دارند و دارای بار منفی می باشند . اوربیتال های الکترون به طور تصادفی در اطراف هسته پراکنده نیستند بلکه به سطوح مجزا که مدارهای الکترونی نامیده می شوند محدود می شوند .همه ی عناصر (غیر از یکی از انواع هیدروژن که نوترون ندارد) شامل پروتون و نوترون و الکترون می باشند و از همدیگر به خاطر تعداد و ترتیب های ساختمانی ذرات کوچکتر از اتم متمایز می شوند یک اتم پایدار از یک عنصر از لحاظ الکتریکی خنثی می باشد و این نشان دهنده ی بالانس بار مثبت و منفی الکترون هاست . هیدروژن دارای یک پروتون در هسته اش است و بار مثبت این پروتون بوسیله ی بار منفی یک الکترون در اوربیت دور هسته خنثی می شود. از طرف دیگر اکسیژن شامل ۸ پروتون در هسته اش است که از لحاظ الکتریکی بوسیله ی ۸ الکترون در حال چرخش بالانس می شود. بنابراین اتم های هیدروژن شامل پروتون تنها و اتم های اکسیژن شامل ۸ پروتون و ۸ الکترون می باشد. اگر هر



یک از این الکترون ها در هر اتم اضافه یا کم بشوند اتم از لحاظ الکتریکی تعادل زیادی نخواهد داشت . اتم هایی که الکترون بیشتری از پروتون دارند در مجموعه یک بار منفی خالص خواهند داشت و اگر در اتمی پروتون بیشتر باشد بار آن اتم مثبت خواهد شد.اتمی که بار مثبت یا منفی داشته باشد ((یون)) نامیده می شود .برای مثال هنگامیکه کلریدسدیم در آب حل می شود به یون های سدیم و کلر تجزیه می شود . بار یک یون تنها دلیل برای تواناییش در اتصال با دیگر عناصر است. اگرچه تعداد پروتون ها برای هر عنصر ثابت است ولی کمیت نوترون می تواند تغییر کند .به دلیل اینکه نوترون از نظر بار الکتریکی خنثی است و فقط وزن دارد. تغییر در تعداد نوترون ها وزن عنصر را تغییر می دهد اما خاصیت شیمیایی آن را تغییر نمی دهد . اتم های عناصرمشابهی که در وزن اتمی به دلیل تغییر نوترون متمایز می شوند *ایزوتوپ* نامیده می شوند یعنی این عناصر دارای پروتون و الکترون برابر می باشند ولی تعداد نوترون ها در این عناصر فرق می کند .هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ می باشد هر ایزوتوپ دارای یک پروتون و یک نوترون است یا نوترون ندارد. اکسیژن هم دارای ۳ ایزوتوپ می باشد که هر کدام ۸ و ۹ و ۱۰ نوترون در هسته دارند .بیشترین فراوانی ایزوتوپ هیدروژن ایزوتوپی است که نوترون ندارد و بیشترین فراوانی ایزوتوپ اکسیژن دارای ۸ نوترون است .



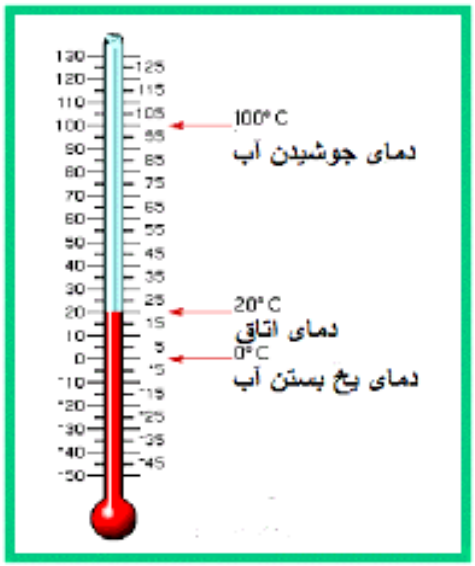


اطلاعات اساسی فیزیکی آب

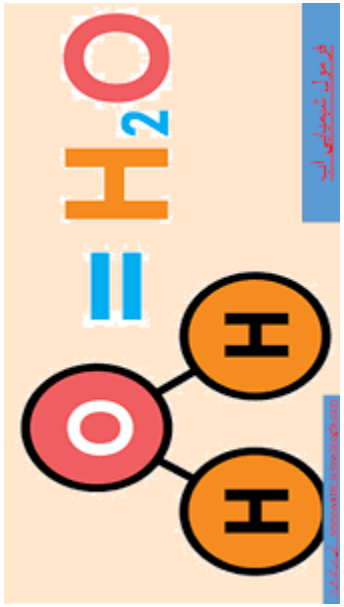
از مفاهیم فیزیکی که در ارتباط با رفتار مولکول های آب باید بررسی شود گرما است .گرما بوسیله ی دماسنج باید بررسی شود و در نتیجه ی حرکت و جنبش فیزیکی اتم ها در مولکول است .جنبش فیزیکی نشان دهنده ی انرژی جنبشی است که *انرژی* حرکتی نیز نامیده میشود .اگر گرمای بیشتری به یک ماده برسد فعالیت اتم ها و مولکول هایش بیشتر می شود بعنوان مثال یک قطعه یخ از مولکول های آبی تشکیل شده است که با نظمی خاص و با استحکامی زیاد کنار هم قرار گرفته اند این مولکول ها با پیوند های الکتریکی محکم بهم پیوند شده اند گرچه با چشم غیر مسلح یک قطعه یخ بی حرکت بنظر می رسد ولی در مدل اتمی بی حرکت نیست مولکول های یخ حتی زمانیکه در شبکه ی کریستالی یخ محکم بهم پیوند شده اند دارای حرکت به سمت جلو و عقب می باشد.اگر به یک قطعه یخ مکعبی گرما بدهیم جنبش مولکول هایش سریعتر می شود و در کریستال بیشتر به جلو و عقب حرکت می کند. در دمای بالای صفر درجه (نقطه ی ذوب یخ) حرکت رو به جلو و عقب مولکول ها بیشتر و قویتر از نیرویی است که پیوند الکتریکی بین مولکول ها ایجاد می کند .در این دما ساختمان کریستال از هم می پاشد (ذوب شدن) و یخ جامد تبدیل به آب جامد می شود .در مایع تراکم مولکولها کمتر است و در میان یکدیگر آزادتر حرکت می کنند و مانند مولکول های جامدات در جای خود ثابت نیستند و حرکت می کنند . هنگامیکه به آب در حالت مایع گرما میدهیم به همان نسبت که دمای آب بالا میرود جنبش مولکول ها هم بیشتر می شود تعدادی از این مولکول ها که انرژی جنبشی زیادی به دست آوردند از سطح آب خارج شده و به گاز تبدیل می شوندواین فرآیند تبخیر نامیده می شود .

در دمای ۱۰۰ درجه (دمای جوش آب) تمام مولکول ها بشدت پرانرژی اند بنابراین تبخیر می شوند مولکول های گاز آزادانه در میان یکدیگر حرکت می کنند و بهم برخورد می کنند و ماده در این حالت کمترین وضعیت ثابت را دارد زیرا انرژی جنبشی زیادی دارد . تئوری حرکتی و جنبشی گرما یک مفهوم مهم دارد جهت کمک به اندازه گیری دما و برای درک چگالی مواد را به ۳ حالت جامد مایع و گاز تقسیم می کنند یک

دماسنج را در نظر بگیرید لوله ایست که از جیوه پر شده است اگر ما بخواهیم برای مثال دمای آب را اندازه بگیریم دماسنج را در آب فرو می بریم چه چیزی رخ می دهد ؟ جیوه در لوله بالا می آید تا اینکه در یا نقطه متوقف شود سپس از روی درجه دماسنج دمای آب را می خوانیم اما براستی چه چیزی باعث بالا آمدن جیوه در لوله ی دماسنج می شود ؟ سرعت جنبش مولکول های آب وابسته به میزان دمای آب است .وقتی که دماسنج در مایع قرار داده می شود مولکول های آب به لوله برخورد می کنند بنابراین آنها سریعتر حرکت می کنند این انرژی جنبشی را به مولکول های جیوه منتقل می کنند.اتمهای جیوه شروع به جنبش های سریع می کنند و هر لحظه شدت برخوردشان بیشتر می شود.سرانجام جیوه از لوله بالا میرود و از آنجاییکه لوله مدرج است براحتی میتوان دمای آب را خواند. دما برروی دانسیته یاچگالی هم اثر می گذارد. چگالی همان میزان جرم ماده در واحد حجم است و واحد آن گرم بر سانتی متر مکعب یا کیلوگرم بر متر مکعب است . هرچقدر که که میزان جرم یک ماده در سانتی متر مکعب بیشتر باشد (در واحد حجم) ماده چگالی بیشتری دارد محتوای گرمایی ماده است که تعیین می کند مولکول های ماده با چه شدتی برخورد کنند بدان معنی که آب ۱۰ درجه چگالی بیشتری از آب ۱۵ درجه دارد و هوای گرم چگالی کمتری نسبت به هوای سرد در یک فشار ثابت دارد .



مولکول آب

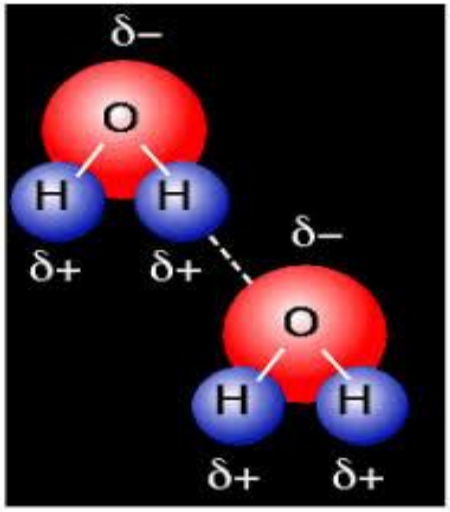


اغلب مردم فرمول شیمیایی آب را می دانند H_2O .این فرمول بدان معناست که مولکول آب شامل ۲ اتم هیدروژن و ۱ اتم اکسیژن است . اما برخلاف این ترکیب شیمیایی ساده آب یک کمپلکس از مواد شیمیایی خاص یا خصوصیات فیزیکی فوق العاده است. دمای ذوب و جوش آب در مقایسه با ترکیبات مشابه هیدروژنی بیشتر از آنچه است که ما انتظار داریم . این یک خوش شانسی است در غیر اینصورت آب فقط می توانست در دمای سطح کره ی زمین به صورت گاز وجود داشته باشد در نتیجه اقیانوس ها تشکیل نمی شدند و حیات گسترش نمی یافت . در حقیقت آب تنها ماده ای بر روی کره ی زمین است که می تواند به ۳ حالت گاز، مایع و جامد وجود داشته باشد . آب دارای ظرفیت گرمایی بسیار بالا و قابلیت حلالیت فوق العاده است .

ظرفیت گرمایی : به مقدار گرمایی گفته می شود که نیاز است تا دمای یک گرم از ماده را یک درجه افزایش دهد . برای یک ماده که ظرفیت گرمایی بالایی دارد انرژی بیشتری نسبت به ماده ای که ظرفیت گرمایی پایین تری دارد صرف می شود تا دمای آن ماده بالا رود.به عبارت دیگر با اضافه کردن یک مقدار مشخص گرما دمای جسمی که ظرفیت گرمایی کمتری دارد بیشتر افزایش می یابد نسبت به ماده ای که که ظرفیت گرمایی بیشتری دارد .ظرفیت گرمایی بالای آب دلیلی است برای نیاز به انرژی زیاد برای گرم کردن آب . علاوه بر ظرفیت گرمایی بالا و غیر عادی آب قابلیت انحلال بسیار بالای آب را هم داریم . آب ماده ای است که در حالت مایع هر ماده ای در آن حل می شود .در حقیقت شیمیدان ها آب را حلال جهانی معرفی کرده اند بدان معنی که تقریبا هر ماده ای در آب حل می شود . آب خصوصیات غیر عادی دیگری هم دارد . اما دلیل این ویژگی های غیر معمول چیست ؟ اگر ساختمان مولکولی آب را بررسی کنیم شکل نامتقارن مولکول آب به اندازه ی مشخصات شیمیایی ۲ عنصر سازنده اش اهمیت دارد. ۲ اتم هیدروژن در تشکیل ساختمان نامتقارن سهم بیشتری نسبت به یک اتم اکسیژن دارند. ۲ اتم هیدروژن با زاویه ی ۱۰۵ درجه از همدیگر جدا می شوند و حالت گاز و مایع آب شبیه موش است یک سر و گوش ها که اتم هیدروژن می باشند . اتم های هیدروژن و

اکسیژن الکترون شان را به اشتراک می گذارند نام این پیوند پیوند کووالانسی است که مولکول آب را ایجاد می کند .درون مولکول هر اتم هیدروژن یک بار مثبت است و هر اتم اکسیژن ۲ بار منفی دارد .به تنهایی یک مولکول آب خنثی است به علت تعادل بین بارهای مثبت و منفی اما ساختمان نامتقارن مولکول آب باعث بهم خوردن تعادل می شود زیرا اتم های هیدروژن در یک طرف به انتهای اتم اکسیژن پیوند می شوند و الکترون ها در یک طرف اتم متراکم شده اند. این حالت یک ساختمان دوقطبی ایجاد می کند .

بنابراین یک بار مثبت در سمت هیدروژن ایجاد می شود و یک بار منفی هم بسمت مقابل اکسیژن ایجاد می شود . بقیه ی مولکول آب بار الکتریکی یکنواخت دارد.بنابراین آب در حالت مایع کاملا یک مجموعه با حرکت آزاد مولکول ها نیست .ساختمان دو قطبی آن باعث می شود که انتهای منفی یک مولکول انتهای مثبت مجاورش را جذب کند این پیوند، پیوند هیدروژنی نامیده می شود و زنجیره ی نامنظمی از توده های مولکول آب ایجاد می کند. اندازه این مولکولهای آب با افزایش دما کاهش پیدا میکند پیوند هیدروژنی فقط ۴٪ ازنیروی پیوند کووالانسی را داردکه اتمها را در مولکول کنار هم قرار میدهد این موضوع به طور مستقیم عاملی برای ایجاد خصوصیات فیزیکی فوق العاده آب است .



بیشتر از آنچه تصور می کنید دمای ذوب و جوش آب بستگی به ساختمان ۲ قطبی مولکول آب دارد . آب برای تبخیر شدن و یخ برای ذوب شدن انرژی بیشتر از آنچه ما انتظار داریم احتیاج دارد .زیرا ابتدا پیوند های هیدروژنی بین مولکول های آب باید شکسته شود قبل از اینکه ذوب شود و یا مایع بخار شود این موضوع دلیلی برای ظرفیت گرمایی بالای آب است .وقتی آب را گرما می دهیم فقط بخشی از انرژی واقعا برای افزایش تحرک مولکول ها استفاده می شود که به صورت افزایش دمای آب دیده می شود تاثیر گرمای اضافه شده به آب صرف شکستن پیوند های هیدروژنی بین مولکول های آب می شود بنابراین وقتی آب گرم می شود افزایش دمای آب به کندی صورت می گیرد و برعکس وقتی که آب سرد می شود آب گرمایی بیش از حد انتظار آزاد می کند. ظرفیت گرمایی بالا و غیر عادی آب از تغییرات دمایی زیاد در اقیانوس ها جلوگیری می کند و این موضوع را روشن می کند که چرا آب و هوای سواحل و جزایر نسبت به خشکی هایی که دور از اقیانوس ها یا دریاچه های بزرگ هستند تغییرات دمایی بسیار کمتری دارد .در طول تابستان آب گرمای خورشیدی را جذب می کند و به خنک شدن هوا کمک می کند .در طول زمستان دریاچه های بزرگ و اقیانوس ها تعداد زیادی از گرمای ذخیره شده در خود را به اتمسفر آزاد می کنند و همانطور که آب دریا خنک و سرد میشود هوای ساحل گرم میشود.

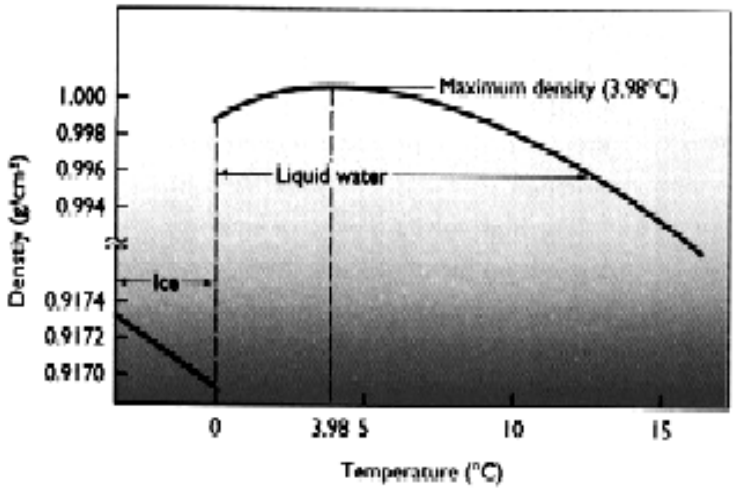
حلالیت بالای آب به طور مشابه به ساختمان دو قطبی آب وابسته است .سدیم و کلر فراوانترین نمکهایی هستند که در آب دریا حل شده اند . سدیم که بار مثبت دارد و کاتیون نامیده میشود در مقابل کلر بار منفی دارد و آنیون نامیده میشود وقتی این ۲ یون بهم برخورد میکنند همدیگر را به دلیل اینکه بارهای مخالف دارند جذب میکنند و در سنگ نمک به کمک پیوندهای یونی کنار هم قرار گرفته اند. وقتی که کریستال های نمک در آب دریا قرار میگیرند انتهای منفی مولکول آب یون Na^+ را از کریستال نمک جدا کرده و جذب میکنند و انتهای مثبت مولکول آب یون کلر را از نمک جدا می کند حل شدن تا زمانی که آب اشباع شود ادامه می یابد به این معنی که دیگر جایی از نظر فیزیکی برای یون های سدیم و کلر در بین مولکول های آب وجود نداشته باشد و تمام مکان ها قبلا اشباع شده باشد (این اتفاق دقیقا هنگامیکه یک قاشق اضافه شکر در فنجان قهوه بریزیم نیز رخ میدهد) در محلول یون های سدیم و کلر توسط مولکول های آب احاطه شده اند این موضوع

باعث میشود که کاتیون ها از آنیون ها جدا شوند که این فرآیند هیدراتاسیون نامیده میشود به عبارت دیگر آب به عنوان حلال از ترکیب مجدد یون ها جلوگیری میکند و مانع تشکیل مجدد سنگ نمک می شود .

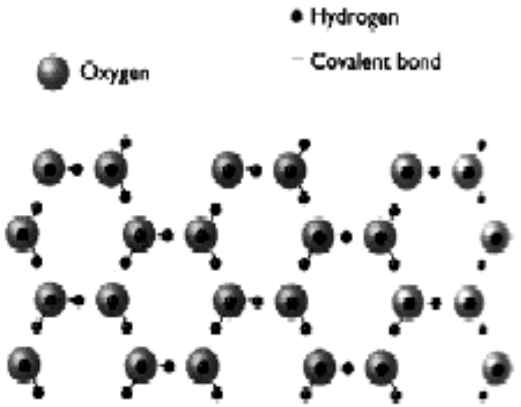
چگالی آب هم جزء خصوصیات غیر عادی آب است .یخ بر روی آب شناور می ماند تمام جامدات در مایعشان فرو می روند به سختی میشود تصور کرد که یک جامد در مایعش شناور باشد ولی در مورد آب این موضوع رخ می دهد چطور چنین چیزی ممکن است ؟

در نقطه ی انجماد کریستال های جامد از مایعات شکل می گیرند زیرا جنبش گرمایی در این دما کمتر از مقداری است که مانع تشکیل پیوند های شیمیایی بشود و کریستال ها شکل می گیرند . مولکول هایی که در مایعات به سستی کنار هم قرار می گیرند در تشکیل جامد به سختی و محکم کنار هم قرار می گیرند به علت اینکه مولکول های جامدات جنبش کمی نسبت به مولکول های مایع دارند متراکم تر بسته بندی می شوند و در نتیجه چگالی جامدات از مایعات بیشتر است . و بنابراین چون جامدات چگالی بیشتری دارند در مایعشان فرو می روند اما آب چنین رفتاری ندارد زیرا مولکول های یخ در یک شبکه کریستالی آزاد قرار گرفته اند . در حالیکه مولکول های آب در مایع بوسیله ی پیوند های هیدروژنی بین مولکول های آب کنار هم نگه داشته شده اند . همچنین زاویه بین ۲ اتم هیدروژن در حالت مایع و گاز ۱۰۵ درجه است و در یخ به ۱۰۹/۵ درجه افزایش می یابد . این موضوع یخ را ۸ درصد کم تراکم تر از آب می سازد مولکول های آب در یخ به شکل ۶ ضلعی کنار هم مرتب قرار گرفته اند که این ساختمان هگزاگون نامیده می شود. نیرویی که این مولکول ها را به صورت ۶ ضلعی کنار هم قرار می دهد پیوندهای هیدروژنی بین انتهای مولکول های مجاور هم با بار مخالف است وقتی که یخ تا دمای صفر درجه گرم شود ذوب شدن همزمان با افزایش جنبش مولکول هایش و جداشدن ساختمان

کریستالی یخ شروع می کند به علت اینکه پیوند های هیدروژنی مولکول های آب را در حالت مایع در توده ها با تراکم بیشتر نسبت به حالت جامد نگه می دارد چگالی آب در حالت مایع بیشتر از جامد است .چگالی آب زیاد می شود تا اینکه به دمای ۳/۹۸ درجه برسد در این دما بیشترین چگالی را دارد زیرا تراکم نسبی مولکول ها در آب سردتر از این نقطه ی بحرانی شبیه ساختمان کریستالی یخ که پولیمر نامیده می شود دوام می آورد بیشتر از این دما چگالی آب با افزایش دما کاهش می یابد و همانطوری که انتظار داریم کمتر از دمای ۳/۹۸ چگالی آب کاهش می یابد با کاهش دما تا اینکه به صوررت منجمد شود . آب ماده ای است که در دما و فشار موجود در سطح کره ی زمین می تواند به سه حالت جامد، مایع و گاز دیده شود و در سرتاسر کره ی زمین یافت می شود آب خصوصیت فیزیکی و شیمیایی غیرعادی دارد که به کمک آن حیات در کره ی زمین امکان پذیر است .



(a) DENSITY OF WATER



(b) HEXAGONAL CRYSTAL STRUCTURE OF ICE

جلسه اول اکوسیستم‌های آبی

موفق باشید