

نقش آب در سلامت انسان

(زمین‌شناسی پزشکی)

سیما مداح

کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی

مقدمه

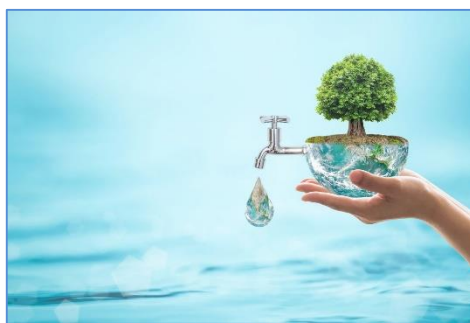
در تکوین منظومه شمسی امکان تشکیل آب برای همه سیارات وجود داشته و آثار آن در بیشتر سیارات شناخته شده است. در زهره که نزدیک‌تر از زمین به خورشید است، به سبب دمای زیاد و در مریخ که دورتر از آن قرار گرفته، در نتیجه برودت زیاد، آب به صورت مایع درنیامده است. تنها زمین است که در چنان موقعیتی نسبت به خورشید قرار گرفته که آب به صورت مایع در آن وجود دارد و با تغییر مختصر دما می‌تواند به حالت بخار یا جامد درآید و از این طریق در چرخه‌های بزرگ و کوچک در حرکت باشد. شکل‌گیری حیات در سیاره زمین مرهون همین تغییر حالت و چرخش آب است.

بین آب‌های قاره‌ای و اقیانوسی، هم از لحاظ مکان و کمیت و هم از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، اختلاف وجود دارد. اما با وجود این تفاوت‌ها همه آب‌های کره زمین در اصل یکی هستند و اختلاف موجود به علت شرایط مکانی آنهاست

مجموع آب‌های کره زمین را که در سه شکل جامد (برف و یخ)، مایع (آب) و بخار در سطح و لایه‌های بالایی پوسته قرار دارند، «آب کره» می‌گویند. بین آب‌های قاره‌ای و اقیانوسی، هم از لحاظ مکان و کمیت و هم از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، اختلاف وجود دارد. اما با وجود این تفاوت‌ها همه آب‌های کره زمین در اصل یکی هستند و اختلاف موجود به علت شرایط مکانی آنهاست. اساساً آب در طبیعت در حال گردش است و در هر نقطه، بسته به شرایط محیط، کیفیت جداگانه‌ای دارد. چرخه آب در طبیعت یک چرخه بدون توقف و دائمی است که در آن آب از جو (اتمسفر) به زمین و از زمین به جو در گردش است.

بیش از ۹۷ درصد کل منابع آب در اقیانوس‌ها و بسترهای نمکی قرار دارد که به سرعت و سهولت قابل استفاده نیست. از سه درصد باقی‌مانده، دو درصد در حوضچه‌های یخی و همراه با هوای اتمسفری و در رطوبت خاک وجود دارد که غیرقابل دسترس است. از این‌رو، بشر برای رفع نیازهای حیاتی خود و فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی ناگزیر به استفاده از درصد بسیار محدودی از منابع آبی

باقی مانده در دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و منابع زیرزمینی است.



تصویر ۱. آب سرچشمه حیات و زندگی با مصرف صحیح برای همه

خصوصیات آب

هر مولکول آب از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن تشکیل شده است که توسط پیوند کووالانس به هم متصل شده‌اند. اتم‌های هیدروژن با بار مثبت و زاویه‌ای نزدیک به ۱۰۵ درجه، حول اتم اکسیژن قرار گرفته‌اند که همین عامل باعث قطبی شدن پیوند مولکول‌های آب شده است. به علت خاصیت قطبی بودن مولکول‌های آب، این مولکول‌ها می‌توانند مولکول‌های دیگر را به سوی خود جذب کنند. هر مولکول آب حداکثر به چهار مولکول آب دیگر توسط پیوند هیدروژنی متصل می‌شود.

حرکت مولکول‌های آب در حالت مایع نامنظم و در این حالت پیوندهای هیدروژنی بین مولکولی آن‌ها دائماً در حال تغییر است. گفتنی است، تعداد پیوندهای هیدروژنی هر مولکول آب به دمای محیط بستگی دارد. با افزایش دمای آب، تعداد پیوندهای هیدروژنی مولکول‌های آب نیز کاهش می‌یابد.



تصویر ۲. نقش آب در حیات و سلامت انسان

امروزه در جهان
بیشترین مقدار آب در
صنعت مورد استفاده
قرار می‌گیرد که نصف
آن پس از تصفیه
پساب‌های صنعتی
مجدداً مصرف می‌شود.
بسته به نوع کارخانه‌ها
و محصولات آن‌ها، نوع
ترکیبات شیمیایی و
درصد آن‌ها در
پساب‌های صنعتی
متفاوت است. اما از
مهم‌ترین این ترکیبات
می‌توان به آرسنیک،
سرب، کادمیم و جیوه
اشاره کرد

آب آشامیدنی^۱

آب آشامیدنی به آبی گفته می‌شود که ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و رادیواکتیو آن در حدی باشد که آشامیدن آن در کوتاه‌مدت یا درازمدت، برای سلامت انسان عارضه‌سویی ایجاد نکند.



تصویر ۳. دسترسی آسان به آب گوارا و تصفیه شده

خصوصیات فیزیکی

وزن مخصوص آب در چهار درجه سانتی‌گراد یک است. گرمای ویژه آب بالاست. هدایت گرمایی زیادی دارد، حلالیت آن نیز در برابر سایر اجسام زیاد است و در حالت انجماد منبسط می‌شود.

ویژگی‌های فیزیکی آب آشامیدنی			
ویژگی	حد مطلوب	مقدار مجاز	واحد اندازه‌گیری
کدورت	کمتر یا مساوی ۱	حداکثر ۵	NTU
رنگ	-	حداکثر ۱۵	پلاتین، کبالت برای رنگ حقیقی آب T.C.U
بو	حداکثر ۲ واحد در ۱۲ درجه سلسیوس و حداکثر ۳ واحد در ۲۵ درجه سلسیوس	-	رقم آستانه بو (TON)
pH	۶/۸-۵/۵	۶/۹-۵/۰	-

ویژگی‌های ظاهری

ویژگی‌هایی مانند بو، مزه، کدورت، درجه حرارت و رنگ می‌توانند، آب را برای مصرف‌کننده نامطلوب سازند.

بو و طعم

اساسی‌ترین موضوع در مورد آب تصفیه‌شده، نداشتن طعم و بو است. بوی آب ارتباط نزدیکی با طعم آن دارد. عوامل متفاوتی در ایجاد طعم و بوی آب مؤثرند. از جمله این عوامل می‌توان به جلبک‌ها، تجزیه گیاهان آبی، محصولات حاصل از کلرینه‌کردن آب نظیر کلروفنل‌ها و راكد ماندن آب در انتهای سیستم توزیع اشاره کرد.

ذائقه انسان چهار نوع طعم اصلی شیرین، شور، تلخ و ترش را تشخیص می‌دهد. شناسایی طعم‌های دیگر از طریق مقایسه با احساسی که از چشیدن اجسام یا مایعاتی که روزانه با آنها در تماس است، انجام می‌گیرد. در مورد بوی آب نیز از استانداردهای بوی اجسام یا مایعاتی که شناسایی آنها برای عموم مقدر است، استفاده می‌شود. آب آشامیدنی باید عاری از هر گونه طعم و بوی نامطلوب باشد.

کدورت

کدورت پدیده‌ای است که میزان شفافیت و زلال بودن آب را مشخص می‌کند. یکی از معیارهای تعیین کیفیت ظاهری آب کدورت آن است که بیشتر به علت وجود مواد معلق در آب ایجاد می‌شود. کدورت باعث پراکندگی یا جذب نور در حین عبور آن روی یک خط مستقیم در آب می‌شود. روش اولیه اندازه‌گیری کدورت، قدرت عبور نور را از میان آب با قدرت پراکنده‌سازی و شکسته‌شدن آن مقایسه می‌کند که این اندازه‌گیری اساس روش استاندارد تعیین کدورت آب به وسیله «کدورت‌سنج شمعی جکسون» است. این روش اندازه‌گیری برای کدورت‌های بالای ۲۵ واحد مناسب است. از آنجا که کدورت آب تصفیه‌شده باید کمتر از ۱ باشد، الزاماً روش‌های دیگری برای اندازه‌گیری کدورت‌های پایین لازم است. برای سنجش کدورت‌های قابل توجه از واحد «J.T.U»^۲ استفاده می‌شود و برای سنجش کدورت‌های پایین از واحد «NTU»^۳ بهره می‌گیرند.

رنگ آب

آب خالص معمولاً بی‌رنگ است. رنگ آبی که هنوز آلوده نشده است می‌تواند ناشی از مواد در حال گندیدگی زمین یا نمک‌های فلزی موجود در طبیعت (آهن و منگنز) باشد. آلاینده‌های صنعتی نیز می‌توانند عامل ایجاد طیف وسیعی از رنگ‌ها در آب‌های پذیرنده باشند. اندازه‌گیری رنگ آب به روش رنگ‌سنجی صورت می‌گیرد. آب آشامیدنی و آب مورد نیاز مصارف خانگی می‌باید فاقد رنگ باشد، ولی در شرایط خاص تا ۵ درجه پلاتین کبالت «TCU»^۴ نیز قابل قبول است. رنگ آب معمولاً با واحد «هیزم»^۵ بیان می‌شود.

حد مطلوب کدورت در آب شرب طبق استاندارد ملی ۱۰۵۳ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران «NTU» یک و حداکثر مجاز آن «NTU» پنج است.

دما

همان‌طور که می‌دانیم، میزان اکسیژن محلول در آب رابطه مستقیمی با گوارا بودن آن دارد. هر قدر دمای آب بالاتر باشد، میزان حلالیت اکسیژن محلول در آن کمتر خواهد بود. لذا آب به اصطلاح گرم با دمای بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد اکسیژن کمتری دارد و مورد رضایت نیست. در حالی که دمای بین ۱۵-۵ درجه سانتی‌گراد اکسیژن

محلول بیشتری دارد و گواراتر و مطلوب تر است. قابل ذکر است که دمای پایین تر از ۵ درجه سانتی گراد نیز برای آشامیدن مطلوب نیست.

PH

غلظت یون هیدروژن در آب با معیار «PH» سنجیده می شود و این ویژگی یکی از مهم ترین خواص فیزیکی - شیمیایی آب است. در آب خالص، غلظت یون های H^+ و OH^- خیلی کم و تقریباً نزدیک به هم هستند. چنین آبی را خنثی گویند که PH آن در ۲۵ درجه سانتی گراد حدود ۷ است. در شرایطی که غلظت یون هیدروژن بیش از یون هیدروکسید باشد، PH کمتر از ۷ و آب اسیدی است. در صورتی که غلظت یون هیدروکسید بیش از یون هیدروژن باشد، PH بیشتر از ۷ و آب قلیایی است.



تصویر ۴. برداشت نمونه از نقاط با آلودگی بالا

یکی از ویژگی های مهم آب حلالیت آن است. آب در حین نفوذ در لایه های خاک و گذر از بسترهایی با لیتولوژی متفاوت، با انحلال بخشی از عناصر، بر املاح خود می افزاید. تحول کیفی آبخوان به پارامترهای متفاوتی، از جمله جنس سنگ بستر، زمان تماس آب با لایه های خاک، عمق سطح آب، تبخیر آب از آبخوان و همچنین به پارامترهای خارجی نظیر افزایش فاضلاب، شوینده ها و کودهای شیمیایی بستگی دارد. ناخالصی های موجود در آب بر اثر چرخه هیدرولیکی و همچنین ناخالصی های ناشی از فعالیت های انسان، ممکن است به شکل معلق و یا محلول باشند.

ناخالصی های معلق

ذراتی را که اندازه مولکولی آنها به قدری است که توسط نیروهای ویسکوز به صورت شناور در داخل آب نگه داشته می شوند، «ذرات معلق» می نامند (مانند ذرات معلق زنده و غیرزنده موجود در آب). کلوئیدها ذرات بسیار ریزی هستند که اصولاً معلق به شمار می روند، اما غالباً بسیاری از خواص مواد محلول را از خود نشان می دهند. ذرات معلق زنده و غیرزنده را که در آب به صورت معلق یافت می شوند، می توان به سه گروه تقسیم کرد:

- ذرات معلق زنده بیماری‌زا، مانند عوامل بیماری‌زایی که موجب بیماری‌هایی مانند وبا، حصبه، شبه‌حصبه، انواع اسهال‌ها، تخم انگل‌هایی مانند آسکاریس که عامل کیست هیداتیک و ویروس‌ها می‌شوند. منشأ اصلی این دسته از ناخالصی‌ها فاضلاب شهری و فضولات حیوانی، ناشی از حضور حیوانات در مجاورت منابع آب است.
- ذرات معلق زنده غیربیماری‌زا، مانند باکتری‌های ساپروفیت، اغلب جلبک‌ها و تک‌سلولی‌هایی که در طبیعت فراوان یافت می‌شوند.
- ذرات معلق غیرزنده مانند رس و لیمون که از فرسایش سطح زمین و سطوح آبخیز ناشی هستند.

ناخالصی‌های محلول

مانند املاح معدنی، ترکیبات آلی و گازهای محلول که به‌صورت زیر گروه‌بندی می‌شوند:

- املاح معدنی مانند کلسیم، منیزیم، سدیم و آهن که برخی از آن‌ها محدودکننده مصرف آب هستند.
- گازهای محلول مانند اکسیژن، هیدروژن سولفور، انیدرید کربنیک و ازت که بر کیفیت شیمیایی آب تأثیر می‌گذارند و در نهایت به نامطلوب‌شدن آب منجر می‌شوند.

آلودگی آب^۶

آب در رساندن مواد غذایی به بافت‌ها و سلول‌های بدن و دفع سموم از بدن نقش اساسی دارد. همچنین در انتقال مواد غذایی موجود در ریشه گیاهان به سایر اندام‌ها بسیار مؤثر است. آب مصرف‌های گوناگونی دارد؛ مانند آشامیدن، فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی، و پرورش موجودات دریایی که بیشتر آن‌ها برای تغذیه انسان مصرف می‌شوند. آب در ابتدای شکل‌گیری عاری از هر گونه آلودگی است، ولی در طول زمان و تحت تأثیر فعالیت انسان در محیط عوامل متعددی باعث آلودگی آب می‌شوند. رعایت نکردن موازین زیست‌محیطی موجب می‌شود، تا منابع آبی در معرض آلودگی‌های بیشتری قرار گیرند.

آبی را که دارای عوامل بیماری‌زای عفونی یا انگلی، مواد شیمیایی و سمی، ضایعات و فاضلاب خانگی و صنعتی باشد، «آب آلوده» می‌گویند. آلودگی را می‌توان به‌عنوان تغییری نامطلوب در خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب

آبی را که دارای عوامل بیماری‌زای عفونی یا انگلی، مواد شیمیایی و سمی، ضایعات و فاضلاب خانگی و صنعتی باشد، «آب آلوده» می‌گویند. آلودگی را می‌توان به‌عنوان تغییری نامطلوب در خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب تعریف کرد که باعث به خطر انداختن سلامت و فعالیت‌های انسان یا سایر موجودات زنده می‌شود

تعریف کرد که باعث به خطر انداختن سلامت و فعالیت‌های انسان یا سایر موجودات زنده می‌شود. برخی از تعاریف، آلودگی آب را کاهش مقدار اکسیژن ضروری محلول برای حیات آبزیان بیان می‌کنند. با تخلیه فاضلاب و سایر موارد ذکر شده به منابع آبی و به علت خاصیت اکسیدشوندگی این مواد و کاهش میزان سطح اکسیژن محلول در آب، به اصطلاح آب به شدت آلوده می‌شود. بنابراین جلوگیری از آلودگی منابع آبی نکته‌ای مهم و قابل توجه است. عوامل آلوده‌کننده آب می‌توانند منابع زیرزمینی و سطحی را هم به شدت آلوده کنند.



تصویر ۵. ورود فاضلاب‌های خانگی و صنعتی به منابع آب سطحی



تصویر ۶. برداشت نمونه و انجام آنالیزهای دوره‌ای



ادامه مطالب را در واقعیت افزوده مطالعه بفرمایید.

پی‌نوشت‌ها

1. Drinking Water
2. Jackson Candle Turbidimeter Unit
3. Nephelometric Turbidity Unit
4. True Color Unit

۵. مقیاس پلاتین - کبالت

6. Water Pollution

منابع

۱. اوله سلینوس و همکاران، فصل ۱۳ کتاب اصول زمین‌شناسی پزشکی / انتشارات اسپرینگر هلند / اولین چاپ سوم فوریه ۲۰۰۵.
۲. استاندارد آب آشامیدنی (ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی؛ ملی ایران ۱۰۵۳)، انتشارات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران - تجدیدنظر پنجم، اسفندماه ۱۳۸۸.
۳. الماسی، علی؛ یزدانبخش، احمدرضا. فصل چهارم، گفتار ۲، کتاب جامع بهداشت عمومی، انتشارات کتاب ارجمند، چاپ اول خرداد ۱۳۹۸.