

کیفیت آب

دکتر ارسلان فاریابی

عضو هیئت علمی دانشگاه جیرفت

منابع :

- کیفیت آب آبیاری نوشته اوسر و شینبرگ ترجمه دکتر امین علیزاده
- کیفیت آب آبیاری نوشته آیزر و وسکات ترجمه مهندس حاج رسولیها
- اصول و عملیات آبیاری قطره ای نوشته دکتر امین علیزاده
- نشریه ۲۹ و ۳۳ سازمان خوار و بار جهانی (FAO)
- مفاهیم زهکشی و شوری آب آبیاری نشر کمیته ملی آبیاری و زهکشی
- اصول تصفیه آب و پسابهای صنعتی دکتر محمد چالکش امیری

آب

دارای فرمول H_2O و دارای پیوند هیدروژنی که این پیوند مولکولهای آب را به یکدیگر مرتبط می سازد. این پیوند تشعشعات نور خورشید را جذب می نماید و بهمین دلیل آبی که عمق دارد به رنگ آبی متمایل به سبز دیده می شود.

هر مولکول آب شکل کروی دارد و زاویه بین دو اتم هیدروژن حدود 105° درجه می باشد. این ترکیب قرارگرفتن اتمها سبب می شود تا مرکز بار مثبت و منفی در یک نقطه متمرکز نشده و یک جسم دوقطبی تشکیل گردد و همین قطبی بودن منشاء خاصیت حلالیت خوب آب است.

• آب در درجه حرارت معمولی مایعی است بی بو، بی مزه و صاف و مزه آب طبیعی آشامیدنی از گازها و نمک های حل شده ناشی می شود. در آب به غیر از گازها و نمک ها، مواد معلق نیز می باشد که نوع این مواد اضافی و مقدار آن در آب تحت عنوان کیفیت آب مورد مطالعه قرار می گیرد. در توسعه منابع آب به غیر از کمیت به کیفیت نیز باید اهمیت داده شود. بنابر این آب باید از نظر کیفیت نیز مورد تجزیه تحلیل قرار گیرد.

▶ فرمول مولکولی آب H_2O ، با توجه به ایزوتوپهای $(^1H, ^2H, ^3H)H$ و $(^{16}O, ^{17}O, ^{18}O)O$:

▶ برای آب ۱۸ نوع ایزوتوپ وجود دارد.

▶ ولی ۷/۹۹٪ ملکولهای آب H_2O^{16} هستند. ۲/۰٪ H_2O^{18}

▶ ۴/۰٪ H_2O^{17} و HDO فقط ۰۳/۰٪

▶ بعلت وجود پیوندهای هیدروژنی در آب؛ نقطه جوش و نقطه ذوب، ظرفیت حرارتی، دانسیته، ویسکوزیته، کشش سطحی، ثابت دی الکتریک از مواد با وزن مولکولی مشابه بیشتر است.

اهمیت آب در ایران

مقایسه پتانسیل بارندگی و تبخیر سالانه ایران و جهان

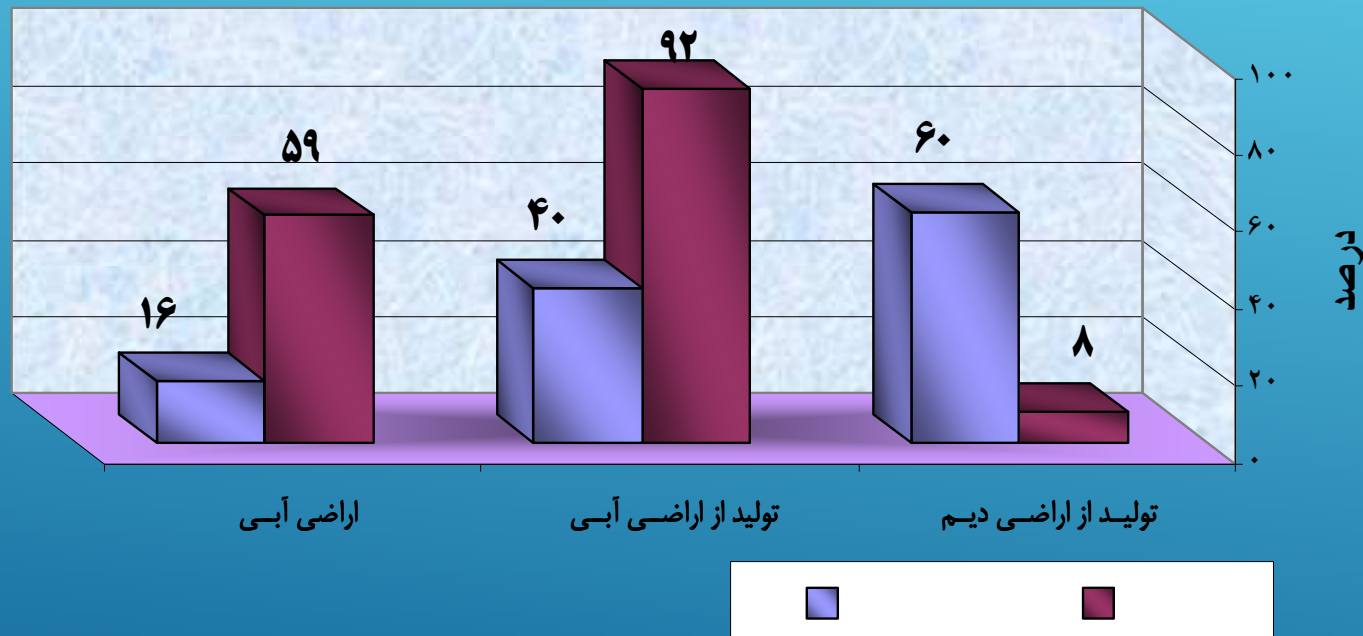


بارندگی ایران کمتر از یک سوم بارندگی جهانی است.

در حالیکه پتانسیل تبخیر ایران ۳ برابر پتانسیل تبخیر جهان است.

وابستگی تولید به آب

- اراضی آبی کشور
 - میزان تولیدات محصولات زراعی و باغی از اراضی آبی
 - میزان تولیدات محصولات زراعی و باغی از اراضی دیم
- حدود ۵۹ درصد (در جهان ۱۶ درصد)
- حدود ۹۲ درصد (در جهان ۴۰ درصد)
- حدود ۸ درصد (در جهان حدود ۶۰ درصد)



چکیده: در ایران عمده تولیدات غذائی از اراضی آبی می باشد.

مصارف عمده آب

▶ کشاورزی:

▶ بیش از ۹۰ درصد آب استحصالی در بخش کشاورزی مصرف میشود.

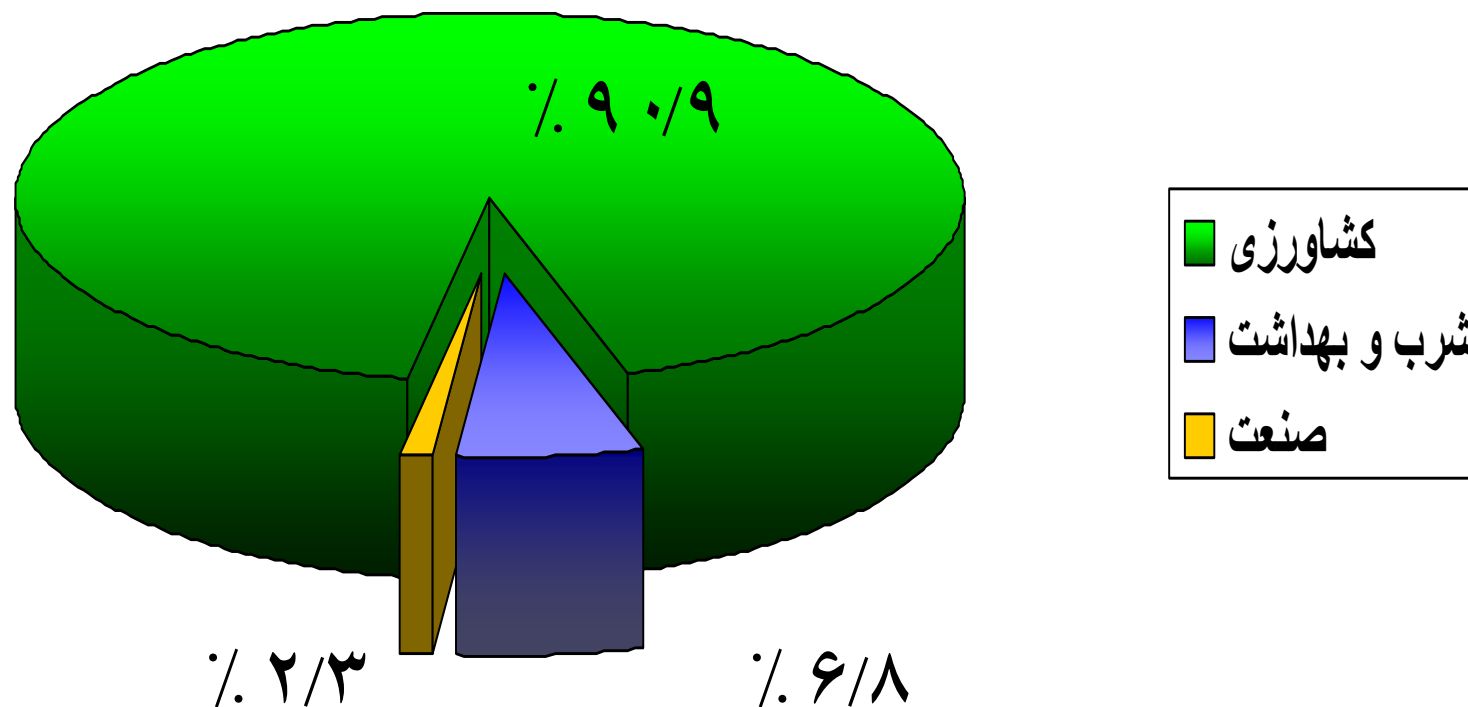
▶ شرب و بهداشت :

▶ ۱/۶ درصد سهم شرب و بهداشت و مصرف خانگی

▶ صنعت

▶ کیفیت آب مورد استفاده در صنعت بستگی به نوع صنعت و نوع مصرف آن دارد.

سهم مصارف آب در بخشهای مختلف



مأخذ: FAO 2000

جزوه کلاسی درس کیفیت آب

دکتر ارسلان فاریابی

دانشگاه جیرفت

اهمیت کیفیت آب در کشاورزی

- ▶ - تعیین **الگوی کشت** مناسب با کیفیت منابع آب موجود
- ▶ - **حفاظت** از منابع آب با کیفیت مناسب
- ▶ - **طراحی سیستم آبیاری** مناسب با کیفیت آب قابل دسترسی

شاخص های مهم آب

پارامترهای اصلی تعیین کننده کیفیت آب

- ▶ **الف - برخی شاخص های فیزیکی (مواد معلق آب)،**
- ▶ کل مواد جامد معلق (TSS)، کدریت (بر حسب NTU نور متفرق شده یا TTU نور عبور کرده) و رنگ آب (CU).
- ▶ **ب - شاخص های شیمیایی (املاح محلول آب)،**
- ▶ هدایت الکتریکی آب (EC)، اسیدیته (PH)، نسبت جذب سدیمی (S.A.R)
- ▶ باقیمانده کربنات و بی کربنات (R.S.C)، سختی کل (TH) و کل املاح محلول جامد TDS کاتیونها و آنیونها
- ▶ **ج - برخی شاخص های بیولوژیکی (آلودگیهای آلی آب)،**
- ▶ ناخالصیهای بیولوژیکی مانند خزه ها، جلبکها، قارچها، باکتری ها
- ▶ اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی BOD، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی COD

منابع تامین آب مورد نیاز آبیاری در بخش کشاورزی

- منابع آب سطحی جاری
- منابع آب زیر زمینی
- منابع آب سطحی راكد
- پساب های تصفیه شده

میزان استحصال آب از منابع مختلف

منبع آبی	میزان آب (میلیارد متر مکعب)	سهم از کل (درصد)
آب سطحی	۱۵	۴/۱۷
آب قنات	۸	۳/۹
آب چشمه ها	۱۸	۹/۲۰
آب چاهها	۴۵	۳/۵۲
جمع کل	۸۶	۱۰۰

۱- منابع آب سطحی جاری :

جریان آب این منابع در **طول زمان** هم از نظر **کمی** و هم از نظر **کیفی دائماً** در حال تغییر می باشد جریانهای حاصل از نزولات جوی ، دارای دبی متغیری میباشند ، ولی آن دسته که دارای منابع تغذیه زیرزمینی هستند مانند چشمه و قنات ، تغییرات کمی دارند . **ناخالصیهای** عمده این منابع از نوع فیزیکی و دارای مواد معلق معدنی و آلی می باشند و در صورت قرار گرفتن در معرض هوا عموماً ناخالصیهای شیمیایی آنها مانند کلر، آهن ، کربنات و بی کربنات اکسید می شوند .

۲- منابع آب زیرزمینی :

در ایران بدلیل واقع شدن در منطقه خشك و نیمه خشك مخصوصا در ناحیه مرکز کشور از منابع اصلی تامین آب آبیاری محسوب می شوند از لحاظ **کمی** میزان برداشت بسته به **تغذیه** این منابع دارد. بطوریکه باید از طول عمر مفید سیستم در استفاده از این منابع اطمینان کافی حاصل گردد. با توجه به **ناخالصیهای** کمی که دارند مناسبترین آب برای استفاده در سیستمهای آبیاری تحت فشار محسوب می شوند. معمولاً عاری از آلوده کننده های **فیزیکی و آلی** می باشند بیشتر مشکل مربوط به وجود **آهن، کلسیم، کربنات و بی کربنات کلسیم** می باشد. و ازطرفی هنگامیکه این آبها در مجاورت هوای آزاد قرار می گیرند املاح مذکور اکسیده شده و رسوب می نمایند.

۳- منابع آب سطحي راكد :

مانند: استخرها ، حوضچه هاي طبيعي ، مخازن سدها ، درياچه اي آب شيرين ، آبگيرها ، تالابها و . . . مي باشد . در اين منابع ، آب جريان ندارد و هميشه در دسترس مي باشد ولي ممكن است در طول فصل آبياري نوسانات شديدی در سطح آن ايجاد شود ، لذا **ميزان برداشت** با توجه به حداقل عمق در طول برداشت لحاظ مي گردد . و وابستگي شديدی به تغذيه مجدد دارند. از نظر آلودگي در اين منابع ناخالصيهاي فيزيکي (شن ، سيلت ، . . .) و املاح محلول و آهن دوظرفيتي وجود ندارد. ولي **ناخالصيهاي** آلي مثل خزه ها ، جلبکها ، برخي جانوران کوچک آبي و آثار و بقايای موجودات زنده در آنها فراوان يافت مي شود .

خواص آب Water characteristics

با توجه به اینکه هدف از بررسی خواص آب عموماً مدیریت و کنترل آلودگی (Pollution control) است، در اینجا به چند اصطلاح در این رابطه اشاره نموده، سپس خواص آب بررسی می گردد.

- اگر وضعیت آب از حالت نرمال خارج شود گویند آب آلوده (contamination) است.
- اگر آلودگی از حد مجاز تجاوز کند گویند Pollution ایجاد شده است. در پروسه آلودگی اول contamination اتفاق می افتد و سپس Pollution ایجاد می شود.
- حداکثر سطح آلودگی مجاز را MCL (Maximum Contaminant Level) گویند.

خواص آب به سه دسته زیر تقسیم می شوند:

– خصوصیات فیزیکی **Physical characteristics**

– خصوصیات شیمیایی **Chemical characteristics**

– خصوصیات بیولوژیکی **Biological characteristics**

خصوصیات فیزیکی physical characteristics-

مواد موجود در آب باعث ایجاد تغییراتی در رنگ، بو، مزه و کدورت آب می شوند.
این خواص که تحت تاثیر شرایط محیطی واقع می شوند و خصوصیات ظاهری آب
را نشان می دهند، به همراه دما خصوصیات فیزیکی آب را تشکیل می دهند.

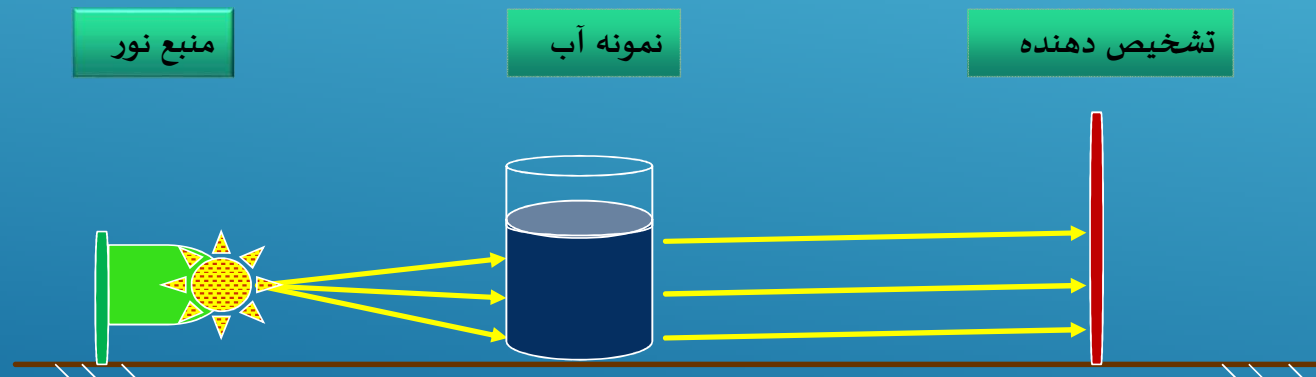
رنگ (Colour)

آب خالص بدون رنگ است، ولی وجود ناخالصی ها در آن باعث رنگی شدن آب می شود. به عنوان مثال، آب زرد رنگ نشان دهنده وجود اسید های آلی و قهوه ای رنگ نشانگر وجود یون های آهن می باشد. رنگ را می توان در اثر جذب سطحی یا فرایند منعقد سازی و یا اکسیداسیون از بین برد.

- رنگ آبها یا از وجود مواد آلی و یا از وجود املاح (مانند ترکیبات آهن و منگنز) ناشی می شود. از طرف دیگر رنگ آبها از مواد معلق در آن نیز ناشی می گردد. رنگ آب نسبت به محلول استاندارد و یا شیشه استاندارد اندازه گیری می شود. رنگ آب در بخش آبیاری اهمیت زیادی ندارد فقط از نظر آب آشامیدنی حائز اهمیت است که نباید رنگی باشد. ترکیبات آهن در آب، رنگ قهوه ای متمایل به قرمز و ترکیبات منگنز رنگ قهوه ای متمایل به سیاه ایجاد می کند. زردی آب ناشی از وجود مواد آلی است که از پوسیدگی گیاهان ایجاد می شود. رنگ آب در گزارشات آب آبیاری ذکر نمی شود.

کدورت (Turbidity)

کدوری یا کمبود شفافیت به دلیل وجود مواد معلق یا کلوئیدی در آب است. کدورت موجب پراکنده شدن و یا جذب نور تابیده شده به آن می شود. کدورت در کشاورزی باعث کاهش خلل و فرج خاک می شود و در صنعت سبب گرفتگی مجاری می شود و یا با ایجاد رسوب موجب کاهش ظرفیت می شود. برای اندازه گیری میزان کدورت آب از محلول شاهد مانند شکل زیر استفاده می شود.



واحد اندازه گیری کدورت، **Nu** یا **Nephelometric unit** است که توسط دستگاه انجام می شود. هر واحد **Nu** برابر ۱۰ پی پی ام سیلیس موجود در آب است. حداکثر کدورت مجاز در آب شرب و صنعت، **0.5Nu** است.

بو و مزه (Odor & Taste)

آب خالص بدون بو و مزه است، وجود مواد در آن می تواند بو و مزه خاصی به آب بدهد. به عنوان مثال؛ آب دریاچه های راکد بوی لجن می گیرد و یا در اثر وجود یون های سدیم کلرید شور مزه و با یون های منیزیم و پتاسیم تلخ مزه می شود. همچنین pH زیاد، مزه ناخوشایند صابونی در آب ایجاد می کند. در اثر وجود پرتون که به دلیل وجود اسید است ترش مزه می گردد. آبی که محتوی مقداری گاز اکسیژن است دارای مزه مطلوب تری می باشد. وجود برخی از گازها مانند هیدروژن سولفید (H_2S) موجب تغییر بوی آب می شود. * بو را به کمک روش هایی از قبیل روش جذب می توان از آب حذف کرد.

- مزه و بوی نامطلوب آبها ممکن است از وجود مواد مختلف، میکرو ارگانیسم های زنده، مواد آلی پوسیده (گیاهان وحشی، باکتریها و غیره)، فاضلابهای صنایع و غیره ناشی شود. مزه و بوی آبها با بو کردن و چشیدن مشخص می شود هر چند از نظر آبیاری مشکلات زیادی به بار نمی آید ولی در استفاده از آب فاضلابها باید دقت لازم بکار گرفته شود و معمولاً در گزارشها ذکر نمی شود.

وضعیت آب در هر حالت (مایع، جامد و گاز) بستگی به دما و فشار آن دارد. مثلاً در فشار یک اتمسفر آب در دمای صفر درجه جامد، بین صفر تا صد درجه مایع و در دمای بالاتر از صد درجه سانتی گراد به حالت گاز است.

درجه حرارت آب منابع سطحی و چاههای کم عمق نسبت به فصول سال در حال تغییر است. بطوری که درجه حرارت آب چاههای عمیق بالاست و تغییرات زیادی نشان نمی دهند و می توان گفت تقریباً یک عدد ثابتی دارند. درجه حرارت آب با ترمومتر اندازه گیری می شود که اگر زیر 10°C باشد علف های هرز خوب رشد نمی کنند ولی اگر بین ۱۵-۱۰ درجه سانتی گراد باشد رشد گیاهان بیشتر می شود. حداکثر رشد گیاهان در ۱۵ درجه سانتی گراد گزارش شده است. تحقیقی که در این مورد انجام گرفته نشان داده که در صورت ۳۲ درجه سانتی گراد بودن حرارت آب آبیاری، گیاه توت فرنگی لطمه می بیند. بطور کلی درجه حرارت آب در آبیاری مشکلی ایجاد نمی کند، زیرا در هنگام جریان در کانالها و یا ذخیره در سد ها و یا مخازن دیگر به حرارت اپتیمم خود می رسد. فقط در آبیاری های اولیه برای رشد بذر ها درجه حرارت آب اهمیت دارد.



گرمای ویژه (Specific Heat)

گرمای ویژه مقدار گرمایی است که باید به یک گرم آب داده شود تا دمای آن به اندازه یک درجه افزایش یابد و واحد آن کالری می باشد.

گرمای ویژه بالای آب و جذب گرمای زیاد بدون ایجاد تغییر قابل توجه در دمای آن سبب تعدیل هوای مناطق ساحلی و کاهش اختلاف دمای شب و روز میگردد.

گرمای نهان (Latent Heat)

گرمای نهان مقدار گرمایی است که یک گرم آب در دمایی که در آن ، تغییر حالت اتفاق می افتد، می گیرد تا بدون تغییر دما به حالت دیگر تبدیل شود.

گرمای نهان تبخیر آب در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد، ۵۳۹/۱۴ کالری بر گرم و گرمای نهان ذوب یخ در دمای صفر درجه سانتی گراد و فشار یک اتمسفر ، ۷۹/۷ کالری بر گرم می باشد.

خصوصیات شیمیایی آب Chemical Properties

خواص شیمیایی آب به ویژگی هایی از آب گفته می شود که در اثر میزان و نوع ماده حل شده در آن تغییر می کند. خصوصیات شیمیایی آب بشرح زیر است

۱- هدایت الکتریکی (Electrical Conductivity)

۲- کل مواد جامد محلول در آب (Total Dissolved Solids)

۳- مواد جامد معلق (Suspended Solids – S.S.)

۴- سختی (Hardness)

۵- اسیدیته (Acidity)

۶- قلیائیت (Alkalinity)

۱- هدایت الکتریکی (Electrical Conductivity)

- ▶ موادی که بصورت محلول در آب طبیعی وجود دارند عبارتند از: کربنات، بی کربنات، کلر، سولفات، فسفات و احتمالاً کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، نیتрат و خیلی کم آهن، منگنز و غیره می باشد.
- ▶ درجه شوری و یا میزان مواد جامد محلول در آب آبیاری با هدایت الکتریکی بیان می شود.
- ▶ هدایت الکتریکی متناسب با غلظت یونهای موجود در آب است و به عنوان روش سریع و آسان توسعه یافته است.
- ▶ هدایت مخصوص الکتریکی عبارتست از:
- ▶ هدایت الکتریکی یک سانتیمتر مکعب آب در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و یا در درجه حرارتی مشخص و معین.

جرم اتمی	نام علامت شیمیایی	کاتیونها:
40.1	Ca ⁺⁺	کلسیم
24.3	Mg ⁺⁺	منیزیم
23.0	Na ⁺	سدیم
39.1	K ⁺	پتاسیم
جرم اتمی	نام علامت شیمیایی	آنیونها
35.5	Cl	کلر
60.1	CO ₃	کربنات
61.1	HCO ₃	بی کربنات
96.1	SO ₄	سولفات
62.01	NO ₃	نیتрат

قابلیت انتقال جریان برق نشانگر هدایت الکتریکی است. هدایت یک محلول را به صورت عکس مقاومت تعریف می کنند و واحد آن mho مو می باشد.

هدایت الکتریکی یک نمونه آب (EC) به وسیله اندازه گیری مقاومت الکتریکی دو سر الکترودهای موازی که در محلول فرو برده شده اند تعیین می گردد. وجود نمک و افزایش غلظت آن در آب خالص باعث افزایش میزان هدایت الکتریکی آب می شود.

هدایت مخصوص (مقدار هدایت در واحد سطح مقطع در هر واحد طول) را می توان از روی عدد خوانده شده در مقاومت سنج و با استفاده از رابطه زیر بدست آورد:

$$EC = K / R$$

K ضریب ثابت مقاومت سنج

R مقدار مقاومت است

همانطور که گفته شد Mho عکس Ohm است و واحد های آن:

در سیستم بین المللی

سیمن بر متر Siemens/meter

در سیستم SI

مو بر سانتی متر Mho/cm = EC
میلی مو بر سانتی متر Millimho/cm
میکرو مو بر سانتی متر Micromho/cm

یک مو بر سانتی متر برابر با صد مو بر متر یا صد سیمن بر متر است.

به عنوان مثال ممکن است در یک آب آبیاری داشته باشیم:

$$EC = 0.1 \text{ } Sm^{-1} = 1 \text{ mmhos / cm} = 1000 \text{ } \mu mhos / cm$$

نکته: در برخی نوشته ها مو (mho) به صورت موس (mhos) به کار می رود.

$$TDS \text{ (PPm)} = 640 \times EC \text{ (mmho/cm)}$$

این معادله در صورتی صادق است که **EC** کوچکتر از ۱۰ میلی موس بر سانتی متر باشد.

کلاس آب آبیاری از نظر شوری EC

وضع شوری	میکروموس برسانتی متر	کلاس آب
خیلی کم	کمتر از ۲۵۰	C ₁
متوسط	۲۵۰-۷۵۰	C ₂
زیاد	۷۵۰-۲۲۵۰	C ₃
خیلی شور	بیشتر از ۲۲۵۰	C ₄

۲- کل مواد جامد محلول در آب (Total Dissolved Solids)

مقدار کل مواد غیر فرار حل شده در آب را که شامل یون های مختلف می باشد به نام « کل مواد جامد محلول در آب » می خوانند و با علامت اختصاری T.D.S نشان می دهند.

T.D.S. را با واحد ppm گزارش می کنند و برای اندازه گیری آن یک نمونه ۱۰۰ میلی لیتری از آب را تا مرحله خشک شدن تبخیر می نمایند. و در نهایت مواد باقی مانده را توزین می کنند.

$$T.D.S (ppm) = \frac{1000 \times (\text{میلی گرم}) \text{ وزن نهایی مواد باقی مانده}}{\text{حجم نمونه اولیه بر حسب میلی لیتر}}$$

۳- مواد جامد معلق (Suspended Solids – S.S.)

- مواد معلق در آبهای طبیعی ناشی از فرسایش خاکهای لیمونی و ذرات مواد آلی می باشد. فعالیتهای انسانی در آبهای سطحی مقدار مواد معلق را افزایش می دهد. فرسایش خاک در اراضی کشاورزی و در اراضی غیر جنگلی موجب افزایش مواد معلق می شود. از نظر آبیاری مواد معلق حاصلخیزی خاک را افزایش داده و در انسداد روزنه های موجود در کانالهای خاکی اهمیت دارند. برخلاف این، ذرات شن معلق در آب به گیاهان لطمه رسانده و با انسداد گسیلنده ها (قطره چکانها) در سیستم آبیاری قطره ای مشکلاتی ایجاد می کنند.

با عبور آب از فیلتر، مواد جامد معلق بر روی فیلتر باقی مانده و سایر مواد از فیلتر عبور می کنند.
با خشک کردن مواد باقی مانده و وزن کردن آن؛ مقدار مواد جامد معلق (S.S.) به دست می آید.

$$\text{مواد جامد معلق (S.S.)} = \frac{\text{وزن مواد جامد باقی مانده (میلی گرم)} \times 1000}{\text{حجم نمونه اولیه بر حسب میلی لیتر}}$$

$$\text{کل مواد جامد معلق (S.S.)} + \text{کل مواد جامد محلول (T.D.S)} = \text{کل مواد جامد (T.S.)}$$

رابطه E.C. با T.D.S.

به دلیل آنکه عامل اصلی هدایت الکتریکی وجود یون در آب است، رابطه نزدیکی بین هدایت الکتریکی (EC) و کل مواد جامد موجود در آب (T.D.S) وجود دارد.

جدول ۲-۴ ضریب‌های هدایت الکتریکی در محاسبه کل مواد جامد محلول

ضریب	هدایت الکتریکی $\mu\text{S/cm}$
۰/۵	۰-۱۰
۰/۶	۱۰-۱۰۰
۰/۶۴	۱۰۰-۵۰۰
۰/۷	۵۰۰-۱۰۰۰
۰/۸	۱۰۰۰-۱۰۰۰۰
۰/۹	۱۰۰۰۰-۲۰۰۰۰
۱/۰	۲۰۰۰۰-۳۰۰۰۰
۱/۲	به بالا ۳۰۰۰۰

$$\text{T.D.S (ppm)} = \text{E.C.} \times \text{ضریب}$$

۴- سختی (Hardness)

۱- سختی کل	(Total Hardness – T.H.)
۲- سختی دائم	(Permanent Hardness)
۳- سختی موقت	(Temporary Hardness)

به آبی که حاوی کاتیون های گوناگون (کلسیم، منیزیم، استرانسیم، آهن، منگنز و...) باشد، آب سخت می گویند.
* با توجه به اینکه میزان سایر کاتیون ها در آب بسیار کم است، کاتیون های کلسیم و منیزیم، عامل اصلی ایجاد سختی آب به حساب می آیند.

غلظت زیاد کلسیم و منیزیم دو مشکل عمده بوجود می آورد:

۱- کاهش کار آیی مواد صابونی

۲- ایجاد رسوبات آهکی ناشی از حرارت (در حضور کربنات کلسیم و هیدرواکسید منیزیم) در جداره داخلی دیگ ها و رادیاتور ها که باعث کاهش انتقال حرارت، افزایش هزینه سوخت و کاهش ظرفیت تاسیسات می شود

وجود املاح موجود در آب تا حد مجاز برای بدن لازم بوده و آب را مطبوع و گوارا می نماید. وجود بیش از حد مجاز املاح کلسیم و منیزیم و گاهی آهن و مس در آب را اصطلاحاً سختی آب می گویند.

سختی به ۲ شکل موقت (ناپایدار) و دائم (پایدار) در آب وجود دارد.

سختی موقت در اثر جوشاندن آب به صورت کربنات کلسیم CaCO_3 ته نشین می شود. در سختی موقت در آب بی کربنات کلسیم $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ و بی کربنات منیزیم $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ وجود دارد.

در سختی دائم (غیر کربناته) در آب سولفات کلسیم CaSO_4 - سولفات منیزیم MgSO_4 - کلرور کلسیم CaCl_2 - کلرور منیزیم MgCl_2 - نیتрат کلسیم $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ - فسفات کلسیم $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ - سیلیکات کلسیم CaSiO_3 وجود دارد. سختی آب را معمولاً به صورت زیر طبقه بندی می نمایند:

- ۱- آبی که ۰ تا ۷۵ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم دارد را آب سبک می نامند.
 - ۲- آبی که ۷۵ تا ۱۵۰ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم دارد را آب نسبتاً سخت می نامند.
 - ۳- آبی که ۱۵۰ تا ۳۰۰ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم دارد را آب سخت می نامند.
 - ۴- آبی که بیشتر از ۳۰۰ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم دارد را آب خیلی سخت می نامند.
- اثرات منفی آب سخت :

- ۱- باعث رنگین شدن ظروف سفالی و دیرپز شدن سبزیجات و بی رنگ شدن آنها می شود.
- ۲- باعث افزایش مصرف صابون می گردد (صابون با یون های کلسیم و منیزیم موجود در آب رسوب می کند.)
- ۳- سبب رسوب املاح بر روی وسایل بهداشتی مانند دستشویی ، وان حمام و ... می شود.
- ۴- باعث ایجاد مشکلاتی در صنایع نساجی، کاغذسازی و کنسروسازی می شود.
- ۵- باعث ترکیدن دیگ های بخار به علت رسوبات جداره داخلی دیگ ها می گردد.

انواع سختی

۱- سختی کل (Total Hardness – T.H.)

به کل املاح کلسیم و منزیم موجود در آب سختی کل گفته می شود و دو دسته است:

الف- سختی کل کلسیم
نشان دهنده مقدار یون کلسیم در آب است.

ب- سختی کل منزیم
کل منزیم محلول در آب را شامل می شود.

Total Calcium Hardness

Total Magnesium Hardness

۲- سختی دائم (Permanent Hardness)

شامل کلیه املاح کلسیم و منیزیم به جز بی کربنات ها می باشد.

به عنوان مثال سولفات ها، کلریدها و نیترات های کلسیم و منیزیم محلول در آب را در بر می گیرد.
* سختی دائم در اثر جوشاندن حذف نمی شود.

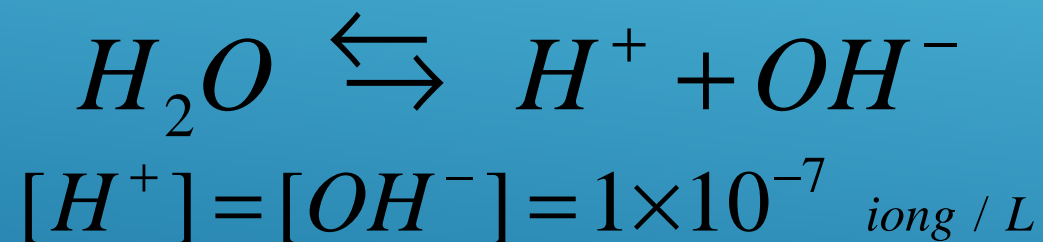
۳- سختی موقت (Temporary Hardness)



سختی موقت + سختی دائم = سختی کل

۵- اسیدیته (Acidity)

آب خالص به مقدار جزئی یونیزه می شود و مقادیر مساوی از یون های H^+ و OH^- تولید می کند. غلظت یون های تولید شده تابع دما است و در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد به صورت زیر است:



حاصل ضرب تفکیک یونی آب تابع دماست و در هر دما مقداری ثابت می باشد، در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد برابر است با:

$$K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14} (mol / L)^2$$

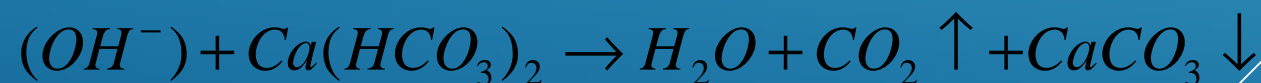
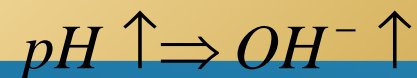
با استفاده از رابطه فوق و با داشتن غلظت هر یک از یون ها، می توان غلظت یون دیگر را بدست آورد.

PH آب به صورت رابطه $PH = -Log[H^+]$ تعریف می شود.
PH معیاری برای سنجش میزان اسیدیته یا قلیائیت آب است.

آب خالص در دمای 20°C دارای $\text{pH}=7$ می باشد. یعنی آب خالص از نظر یونی خنثی است.

هرچه PH کم تر از ۷ باشد، نشان دهنده افزایش غلظت یون H^{+} و در نتیجه اسیدی بودن آب می باشد. چنانچه pH بالاتر از ۷ باشد؛ میزان یون OH^{-} بیشتر و محلول قلیایی خواهد بود.

دانستن میزان pH برای تعیین اثر املاح آب لازم است. pH پایین به آب خاصیت خوردگی می دهد. pH پایین سبب ته نشین شدن کلسیم کربنات و در نتیجه ایجاد رسوب طبق رابطه زیر می باشد.



۶- قلیائیت (Alkalinity)

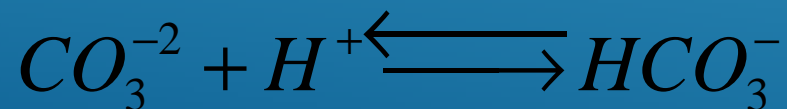
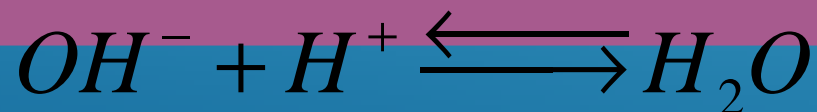
قلیائیت آب نشانگر مقدار ظرفیت خنثی شدن آن به وسیله اسید می باشد. خنثی شدن آب به معنی رسیدن pH آب به حدود ۴/۵ است.

قلیائیت آب های طبیعی به سبب وجود هیدروکسید ها، کربنات ها و بی کربنات ها می باشد. البته یون هایی مثل فسفات ها، سیلیکات ها و بورات ها هم می توانند باعث قلیایی شدن آب شوند که به دلیل غلظت بسیار کم آنها نسبت به گروه اول، می توان از قلیائیت ناشی از آنها صرف نظر کرد.

اندازه گیری قلیائیت

برای این منظور، به نمونه ای ۱۰۰ میلی لیتری از آب، ۴ قطره معرف فنل فتالین اضافه می کنیم. چنانچه محلول ارغوانی رنگ شود، نشان دهنده قلیائیت آب است.

محلول برابر اکنون به وسیله اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال محلول را تیترو می کنیم تا رنگ ارغوانی از بین برود. در این نقطه $\text{PH} \approx 8.3$ می شود. اگر در این نقطه کمی اسید اضافه شود PH تغییر شدیدی می کند. و این به معنای پایان تیتراسیون است. واکنش های زیر در این مرحله رخ می دهد:



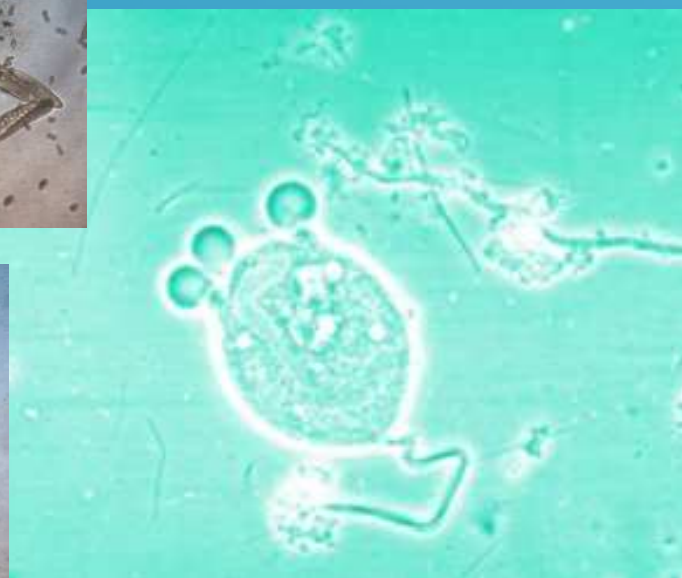
- خصوصیات بیولوژیکی characteristics Biological

یکی از ویژگی های اغلب آبهای طبیعی این است که این آبها حاوی گونه های وسیعی از میکرو ارگانیسم ها هستند که یک سیستم اکولوژیکی متعادل را تشکیل می دهند.

میکرو ارگانیسم ها در تصفیه فاضلاب های آلی نقش مهمی ایفا می کنند. بخشی برای انسان مضرند. تعداد زیادی هم بدون ضرر هستند.

بنابراین لازم است درک خود را از اصول اساسی میکرو بیولوژی افزایش دهیم تا به نقش میکرو ارگانیسم ها در کنترل کیفی آب پی ببریم.

برخی میکروارگانیسم های موجود در فاضلاب



دانشگاه جیرفت

دکتر ارسلان فارابی

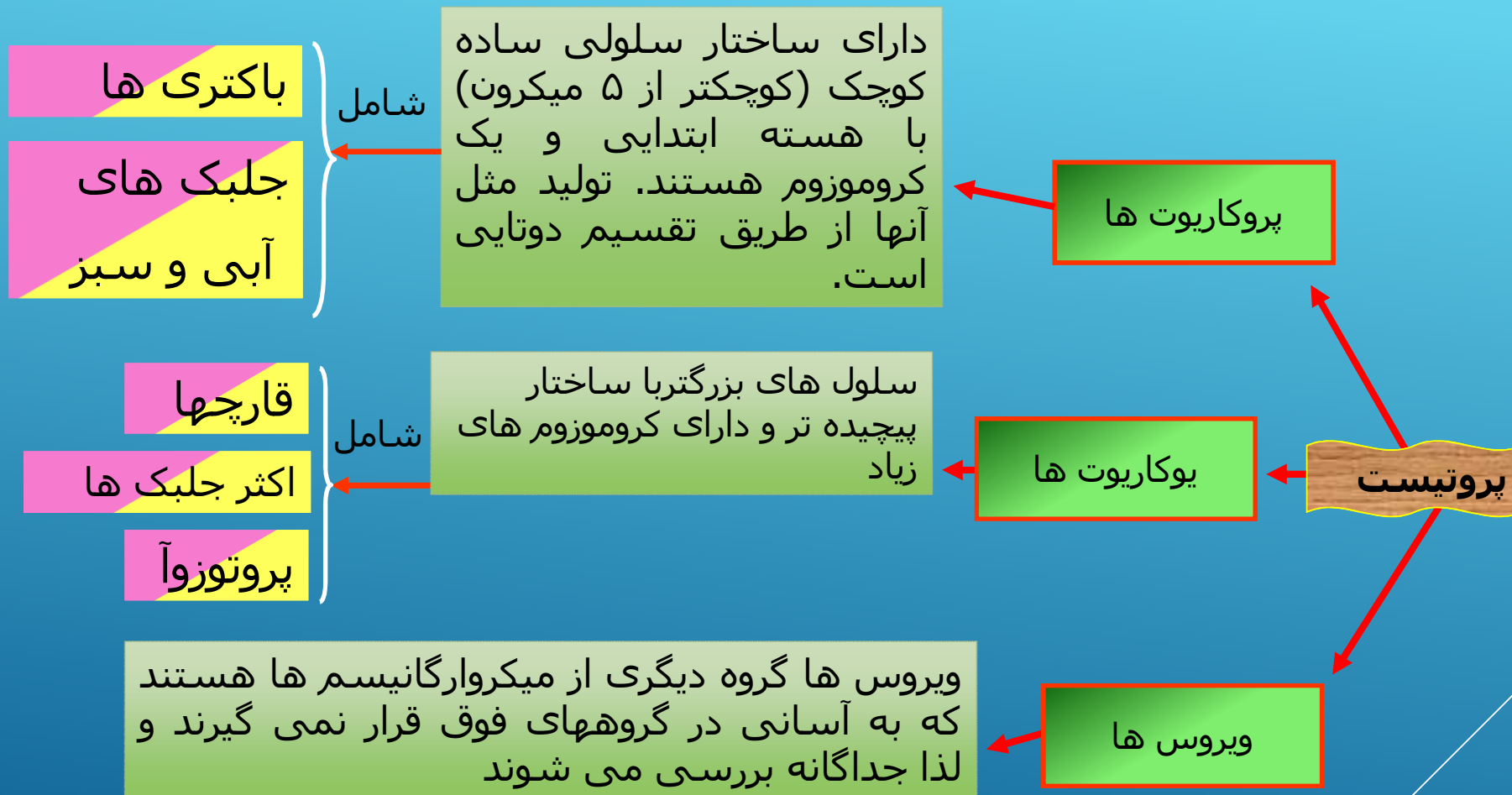
جزوه کلاسی درس کیفیت آب

تعریف:

بنا به تعریف، میکرو ارگانیسم ها به ارگانیسم هایی گفته می شود که به علت کوچکی با چشم غیر مسلح قابل تشخیص نیستند.

ارگانیسم های بزرگتر بصورت گیاهان و جانوران دسته بندی می شوند.

این تقسم بندی در مورد میکرو ارگانیسم ها به علت سادگی ساختار سلولی آنها دشوار است. لذا تمام میکرو ارگانیسم ها را پروتیست (Protist) می نامند.



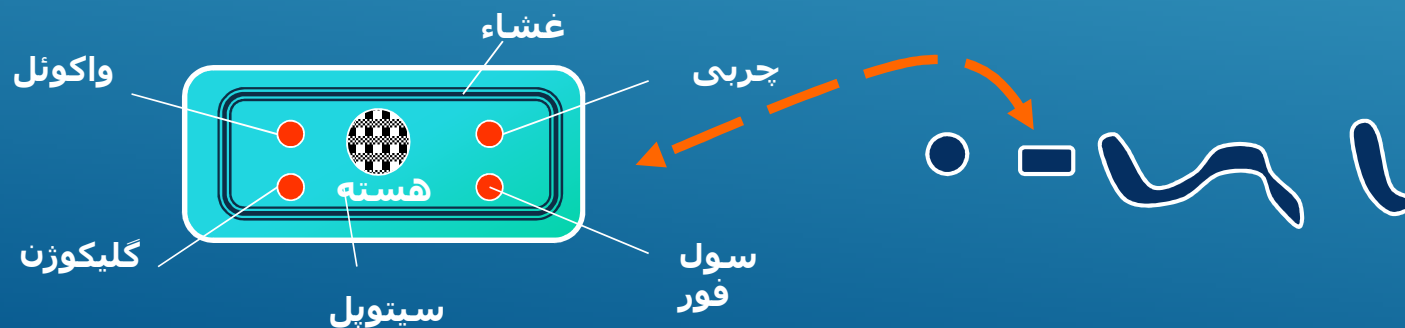
- ▶ ویروس ها ساده ترین شکل ارگانیسم ها هستند که اندازه آنها در محدوده 0.01 تا 0.3 میکرون بوده و اصولاً شامل اسید نوکلئیک و پروتئین می باشند، انگلی بوده و خارج از موجود زنده نمی توانند رشد کنند.
- ▶ جریان خروجی فاضلاب ها و حتی اغلب آبهای سطحی دارای تعداد قابل توجهی از ویروس ها می باشند. به علت کوچک بودن در فرایند تصفیه آب حذف نمی شوند ولی در فرایند گندزدایی معمولاً اغلب غیر فعال می شوند.

باکتری ها

باکتری ها ارگانیسم های تک سلولی هستند که غذای محلول در آب را مصرف می کنند. اندازه آنها در محدوده 0.5 تا 5 میکرون است.

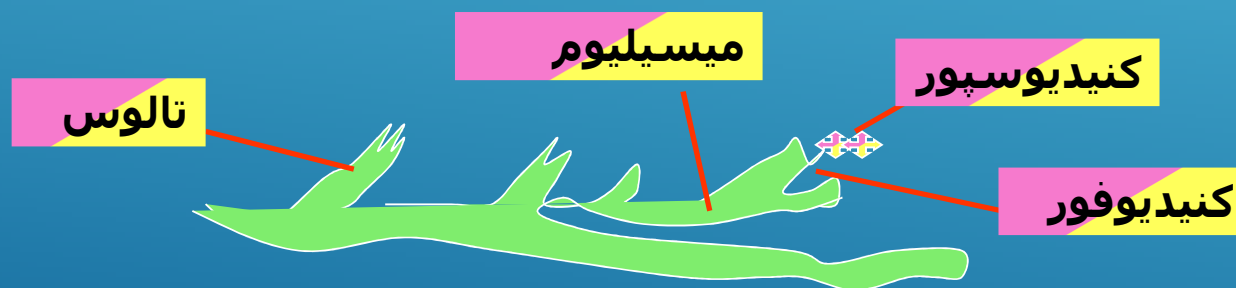
تولید مثل آنها از طریق تقسیم دوتایی است. باکتری ها بطور وسیع در تصفیه فاضلاب های آلی بکار گرفته می شوند و اصولا در فرایندهای تثبیت طبیعی نقش حیاتی دارند. باکتری ها بصورت هوازی ، بی هوازی و دوگانه زی یافت می شوند.

اغلب باکتری ها بی ضرر بوده و حتی گاهی برای محیط زیست سودمندند. اما برخی مسئول ایجاد عفونت در انسان و بیماری های گوارشی می شوند.



قارچ ها Fungi

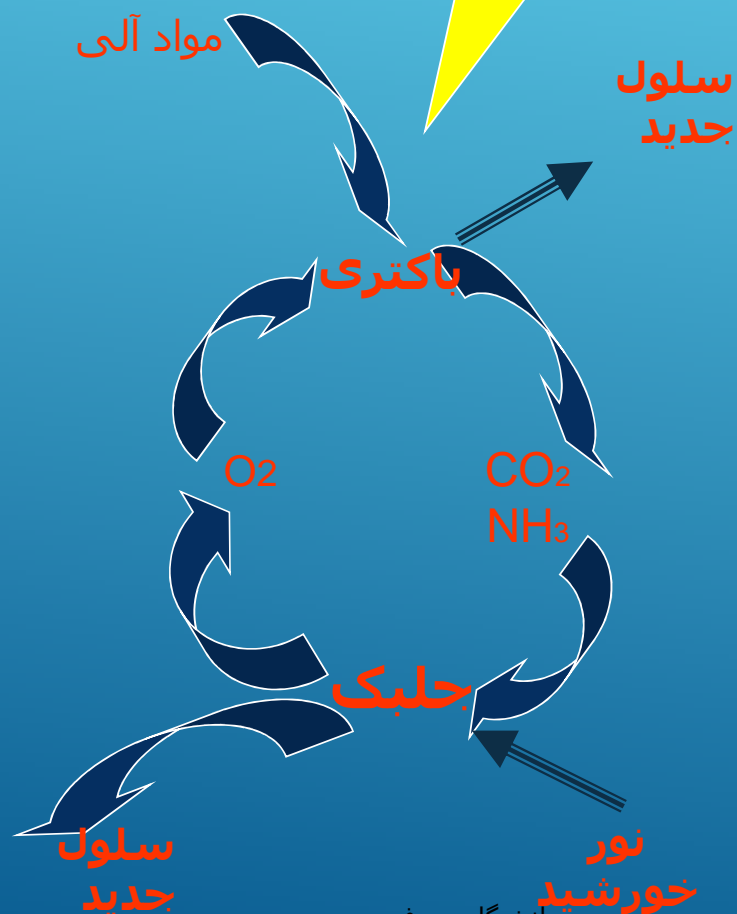
قارچ ها گیاهان چند سلولی هوازی هستند که نسبت به باکتری ها، در برابر شرایط محیطی و اسیدی مقاوم ترند. قارچ ها قادرند ترکیبات فوق العاده پیچیده آلی را تجزیه کنند و بعضی از آنها در انسان بیماری زا هستند. قارچ ها در آبهای آلوده و واحد های تصفیه بیولوژیکی یافت می شوند و می توانند در بو و طعم آب اثر بگذارند.



قسمتهای اصلی قارچ

جلبکها

جلبک ها و باکتری با یکدیگر
رابطه همیاری دارند



جلبکها گیاهان فتوسنتزی هستند. تولید کننده اصلی مواد آلی در یک محیط آبی بشمار می روند. در آب های شیرین تعداد زیادی از جلبک ها یافت می شوند. جلبکها بسته به میزان رنگدانه های خاص ، ممکن است به رنگ های سبز، آبی، قهوه ای یا زرد باشند. جلبکها در غیاب نور اکسیژن مصرف می کنند و در حالت معمولی اکسیژن را تولید می نمایند. منبع غذایی آنها ترکیبات معدنی دی اکسید کربن، آمونیاک، نیترات و فسفات است. جلبکها با گرفتن گاز دی اکسید کربن از بی کربنات موجب کاهش سختی آب می شوند. جلبک ها باعث تثبیت مقدار ازت محیط می شوند. جلبک ها می توانند سمومی مهلک باشند.

پروتوزوا ها

پروتوزا ها موجودات تک سلولی هستند که طول آنها بین ۱۰ تا ۱۰۰ میکرون بوده و از طریق تقسیم دوتایی تولید مثل می کنند. منبع غذایی آنها اغلب سلول های باکتریایی است. پروتوزا ها در آب و خاک پراکنده هستند و گاهی اوقات نقش مهمی در فرایندهای تصفیه بیولوژیکی ایفا می کنند.