

کیفیت و بهداشت آب WATER QUALITY

امیر رضا طلایی

عضو هیئت علمی گروه مهندسی عمران و
محیط زیست موسسه آموزش عالی جامی

کیفیت و بهداشت آب



وضعیت آب در دنیا

۹۷ درصد آب موجود در دنیا در اقیانوسها ذخیره شده است (غیر قابل مصرف)

- دریای خزر ۱۳ کیلوگرم املاح در هر متر مکعب
- خلیج فارس ۴۰ الی ۱۰۰ کیلوگرم املاح در هر متر مکعب
- دریاچه ارومیه ۱۸۰ الی ۲۰۰ کیلوگرم املاح در هر متر مکعب

۲.۳۷ درصد آب دنیا در یخ های قطبی وجود دارد (غیر قابل مصرف)

۰.۶۳ درصد آب در رودخانه ها و دریاچه ها قابل استحصال است (قابل مصرف)

منابع آلودگی آب ها

- فاضلاب شهری
- فاضلاب های صنعتی
- فاضلابهای کشاورزی

ناخالصی های آب

- مواد معلق در آب □
- مواد محلول در آب □
- گازها محلول در آب □

مواد معلق در آب

این مواد به دو دسته زیر تقسیم می شوند:

□ مواد معلق قابل ته نشینی

□ مواد کلوئیدی

مواد محلول در آب

به کلیه مواد جامدی که پس از عبور نمونه آب از کاغذ صافی و نهایتاً تبخیر آب باقی می ماند مواد محلول در آب می گویند.

گازهای محلول در آب

فشار بالا و دمای پایین منجر به انحلال بهتر گازها در آب می گردد

□ دی اکسید کربن

□ متان

□ اکسیژن

□ سولفید هیدروژن

نمک های محلول

وجود نمک‌هایی چون کلرید سدیم منجر به کاهش کیفیت آب می گردند.

نمک‌های محلول در آب خود جزئی از جامدات محلول در آب هستند.

سازمانهای مسئول کیفیت آب

در سطح جهان

- سازمان بهداشت جهانی (WHO)
- سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA)

در سطح کشور

- وزارت نیرو
- سازمان حفاظت از محیط زیست

استانداردهای آب

□ استاندارد اولیه

حداکثر غلظت ماده آلاینده که به سلامت انسان ضرر نرساند.

□ استاندارد ثانویه

در صورتی که غلظت آلاینده بیش از آن گردد کیفیت آب کاهش می یابد لیکن آب مضر و غیر قابل آشامیدن نمی گردد.

ویژگی های کیفی آب

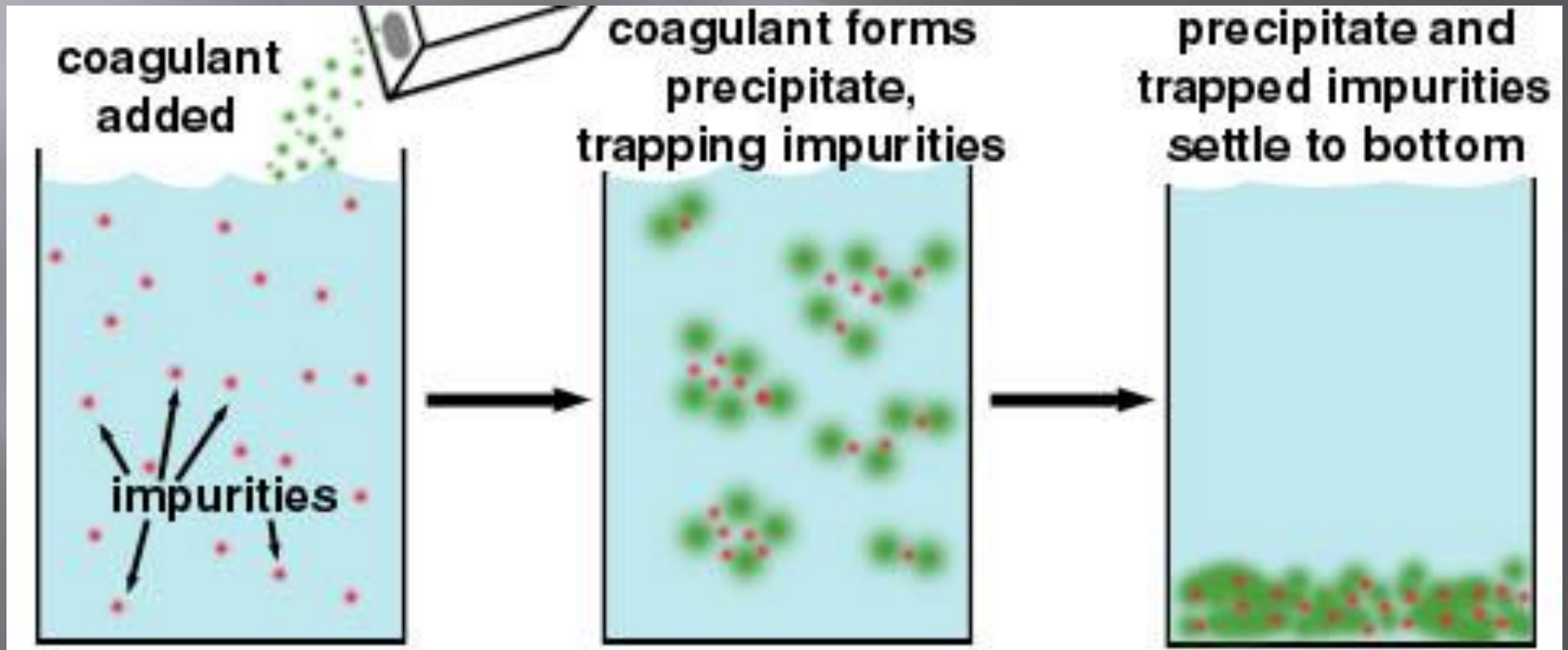
- ویژگی های فیزیکی
- ویژگی های شیمیایی
- ویژگی های بیولوژیکی

ویژگی های فیزیکی

جامدات معلق

جامدات معلق قابل ته نشینی - از سیستم ته نشینی ساده برای حذف آنها استفاده می گردد.

جامدات معلق غیر قابل ته نشینی (کلوئیدی) - از سیستم انعقاد و لخته سازی برای حذف استفاده می شود.



کدورت

- میزان جذب یا افتراق نور را کدورت گویند
- برای اندازه گیری کدورت از دستگاه کدورت سنج استفاده می گردد.
- برقراری ارتباط بین مواد جامد معلق در آب و کدورت تقریباً غیر ممکن است.
- وجود کدورت در آب باعث کاهش کیفیت عمل گندزدایی می شود.
- واکنش میان کلر و ذرات ایجاد کننده کدورت که از جنس مواد آلی باشد منجر به تولید تری هالومتان می شود.



واحدهای اندازه گیری کدورت

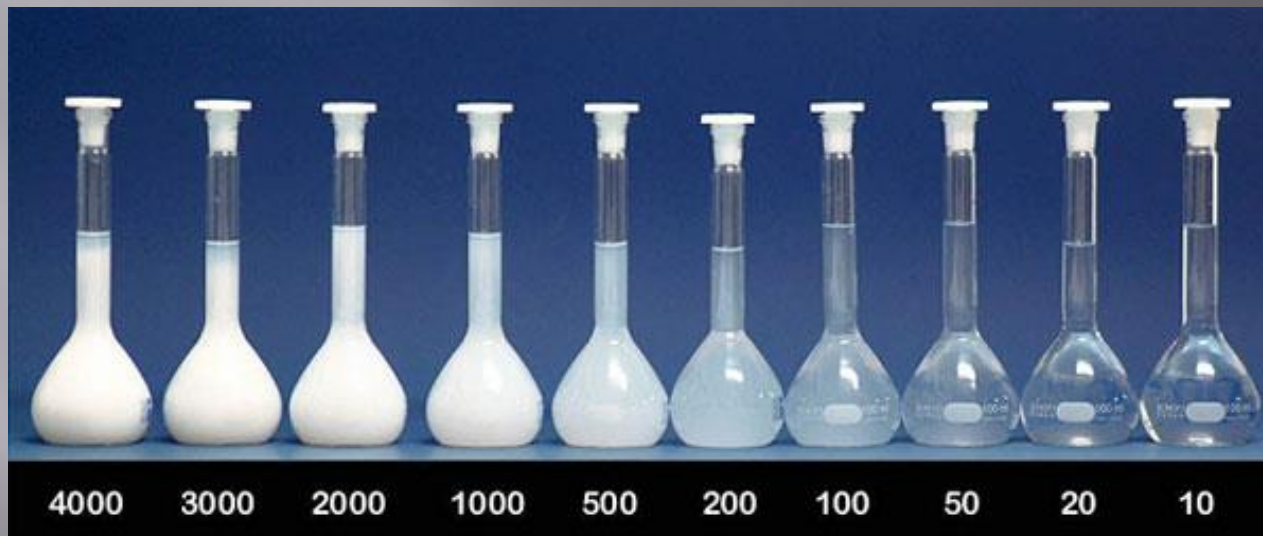
NTU □

بر اساس نور عبوری از محیط اندازه گیری می شود. از این واحد در کدورتهای بیش از ۲۵ واحد استفاده می شود.

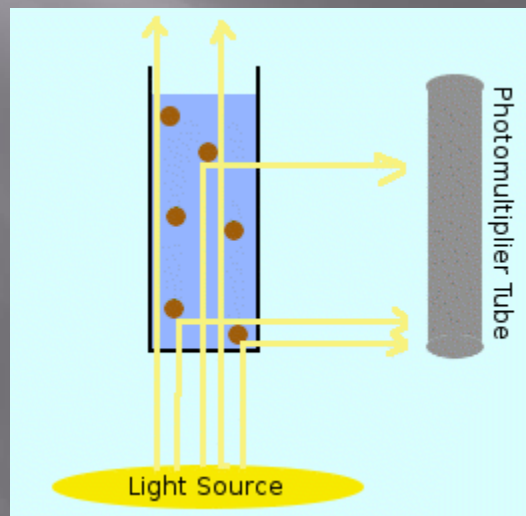
JTU □

بر اساس تفرق نور از محیط اندازه گیری می شود. از این واحد برای کدورتهای کمتر از ۲۵ واحد استفاده می شود.

محلول فرمازین در آب استاندارد کدورت است



نحوه سنجش کدورت در روش JTU



رنگ آب

□ آب در عمق کم بی رنگ و در عمق زیاد آبی رنگ باید باشد.

□ رنگ آب به دو بخش تقسیم می گردد:

۱- رنگ ظاهری (رنگ واقعی به علاوه رنگ ناشی از ذرات معلق)

۲- رنگ حقیقی

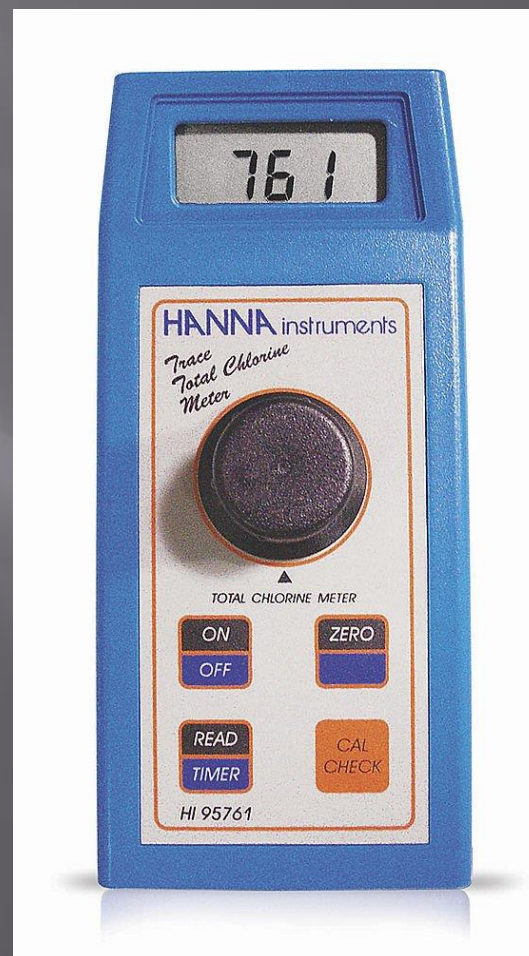
□ رنگ آب می تواند ناشی از نمکهای آهن (قرمز)، نمکهای منگنز (سیاه) و یا ترکیباتی همچون اسیدهای هیومیک (زرد) باشد.

واحد رنگ در آب

واحد رنگ در آب TCU می باشد که به کمک اسپکتروفتومتر، دیسکهای رنگی و یا دستگاههای رنگ سنجی اندازه گیری می شود.



چند نمونه از دستگاههای رنگ سنجی



طعم و بو

- طعم و بو می تواند از طریق مواد آلی یا معدنی ایجاد شود.
- عوامل ایجاد بو معمولاً ایجاد طعم نیز می کنند و لی برعکس آن نه.
- یون کلر در آب ایجاد طعم می کند و لی ایجاد بو نمی کند.
- سولفید هیدروژن و آمونیاک از عوامل ایجاد طعم و بو در آب هستند.
- واحد سنجش بو TON می باشد.

نمونه‌هایی از کاربرد دستگاه بو سنج



دما

- دمای مناسب آب برای شرب ۸ الی ۱۲ درجه سانتیگراد است.
- دمای آبهای سطحی نسبت به آبهای زیرزمینی بیشتر متاثر از دمای هوا می باشند.
- حداکثر دانسیته آب در دمای ۴ درجه سانتیگراد ایجاد می گردد.
- در زمستان به دلیل وجود آب با دماهای گوناگون لایه بندی آب ایجاد می شود.
- پدیده لایه بندی منجر به محبوس شدن آلودگی و افزایش غلظت آن می گردد.
- دمای آب روی خواص شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی آب موثر است.

ویژگی های شیمیایی آب

آب حلال خوبی است

به دلیل حالت خوب آب مواد مختلفی در آن حل شده که کیفیت آب را تحت
تاثیر قرار می دهد

فلوراید

- تقریباً در تمام آبهای طبیعی فلوراید موجود است.
- در برخی آبهای زیرزمینی مقدار فلوراید بیشتر است.
- حشره کش ها، کارخانجات آلومینیوم، صنایع شیمیایی از جمله عوامل ورود فلوراید به آب هستند.
- فلوراید عنصری ضروری برای بدن است.

میزان استاندارد فلوراید در آب
بستگی به دمای هوا دارد.

فلوروزیس

کمبود فلوراید منجر به پوسیدگی دندان و افزایش
آن منجر به بیماری فلوروزیس می گردد.



WATER FLUORIDATION...

CAUSES DENTAL FLUOROSIS

"Fluorosis is poisoning by fluorides"
—Webster's Encyclopedic Unabridged Dictionary

Very Mild
1ppm
Brigham City, Utah

1mg per day
Prescription Fluoride
White and Brown Enamel

Severe
Water 4mg/day
Brown Pitted Enamel

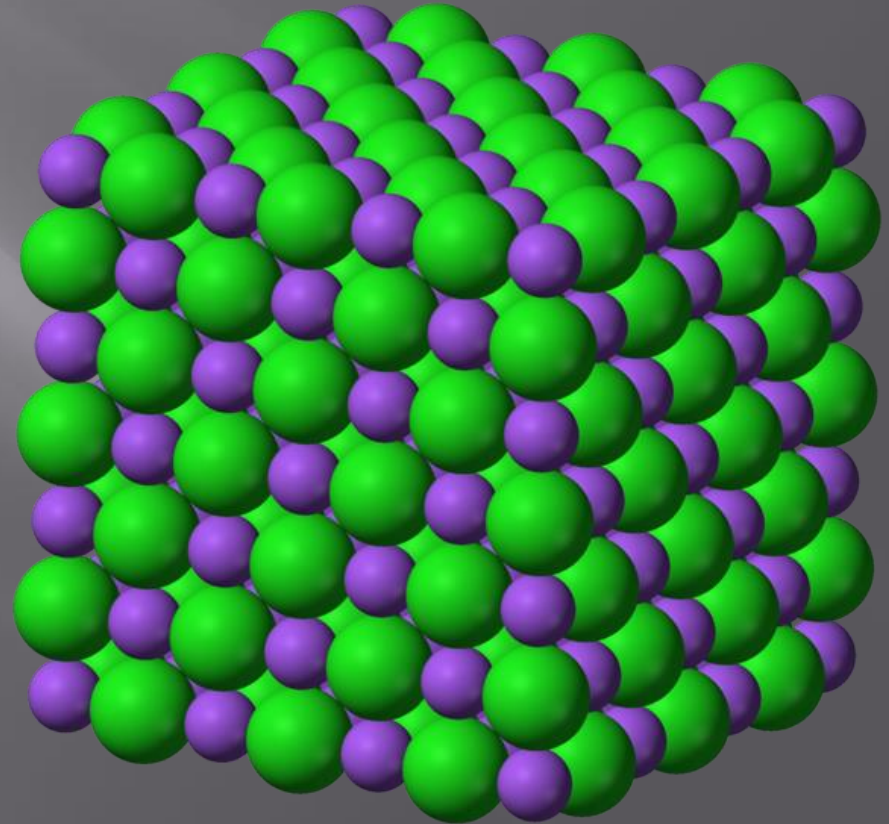


کلراید

- یون کلراید به آب طعم شوری می دهد.
- به دلیل حلالیت زیاد تقریباً در تمامی آبهای طبیعی موجود است.
- کلراید یک ماده ضروری برای بدن است.
- بخش کوچکی از کلراید مورد نیاز بدن از طریق آب تامین می گردد.

ورود کلراید به آب

کلرید سدیم عمده ترین راه ورود
کلراید به آب است



سولفات

سولفات در آب غالباً بصورت سولفاتهای سدیم، منیزیم، کلسیم و یا پتاسیم می باشد

سولفات کلسیم و منیزیم عامل سختی آب نیز است

فسفات

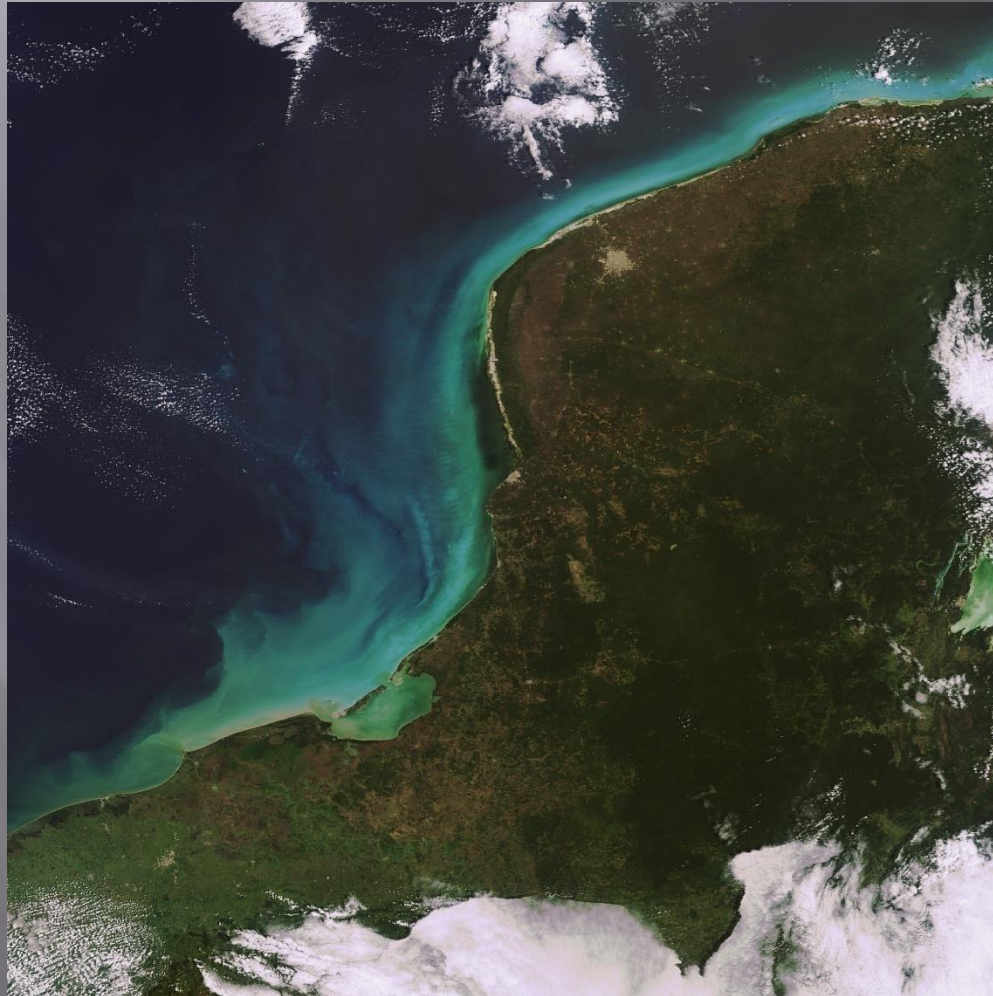
- مقدار فسفات آب بستگی به pH دارد. چون کاهش pH باعث افزایش انحلال آن در آب می شود.
- فسفات در طبیعت در اثر سنگهای فسفات تری کلسیک وارد آب می شود.
- فسفات از طریق فاضلابهای حاوی مواد شوینده نیز وارد محیط می گردد.
- فسفات یک ماده غذایی مهم است. ورود آن باعث تحریک رشد موجودات مختلف می شود و همچنین پدیده شکوفایی جلبک می شود.
- مقادیر بیش از ۰.۰۵ میلی گرم بر لیتر فسفر می تواند منجر به پدیده شکوفایی لجن گردد.

پدیده شکوفایی جلبک (Alge foam)



این پدیده در اثر ورود مواد مغذی همچون ترکیبات نیتروژنه و فسفره به آبهای پذیرنده ایجاد می شود

تصویر ماهواره ای از پدیده شکوفایی جلبک در سطح بسیار وسیع ساحل



پدیده شکوفایی جلبک (کشنده قرمز)



تصویر میکروسکوپی کشنده قرمز



تصاویر متعلق به توده های عظیمی از جلبک کشنده

قرمز

آثار رشد شدید جلبکها در اثر ورود ترکیباتی چون فسفات ها



ISNA

ISNA/PHOTO:AMIR REZA FAKHRI



رشد جلبک بر روی پای یک موجود آبی
میکروسکوپی

در پدیده شکوفایی جلبک، آبیان در اثر کاهش اکسیژن محلول، سموم ایجاد شده توسط برخی جلبکها و یا مژسدود شدن اندام تنفسی خود توسط جلبکها از بین می روند.

کمبود فسفر



راشیتیسیم یا نرمی استخوان



بیماری راشیتیسیم در اثر کمبود ویتامین D ایجاد می گردد. این ویتامین منجر به جذب فسفات و کلسیم در بدن می شود. بنابر این عدم وجود فسفات در جیره غذایی خصوصاً در دوران کودکی نیز منجر به این بیماری خواهد شد.

مقدار استاندارد برداشت فسفر

به دلیل نیاز زیاد انسان به فسفر و همچنین ناچیز بودن غلظت آن نسبت به نیاز روزانه انسان استاندارد برای فسفر توسط EPA در مصرف آب شرب تعیین نشده است

لیکن

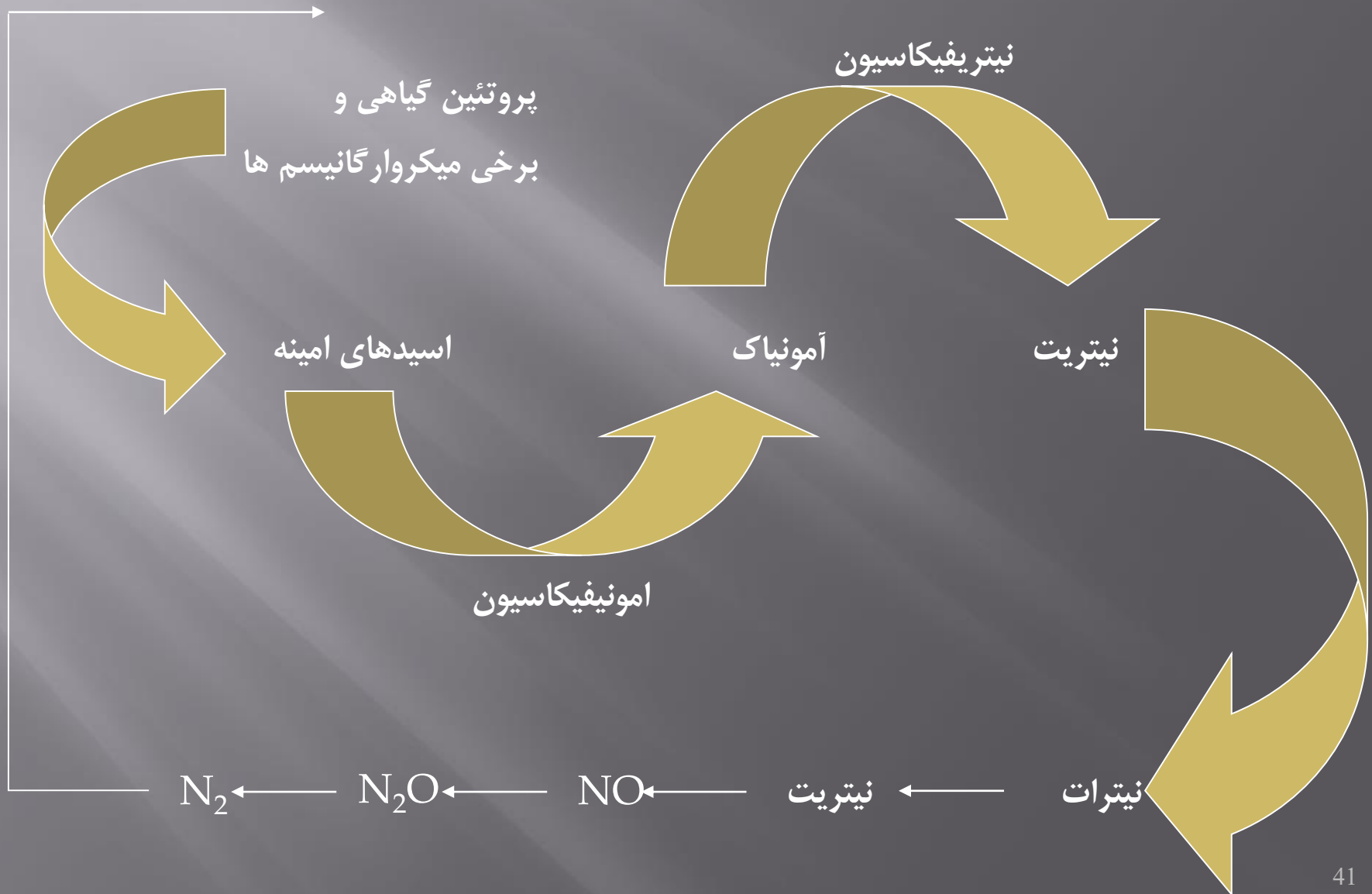
استاندارد ایران برای فسفر ۰.۱ الی ۰.۲ میلی گرم در لیتر است

نیترات

نیتروژن در طبیعت به اشکال آلی و معدنی تغییر می یابد که به این عمل چرخه نیتروژن گفته می شود

یون نیترات آخرین مرحله تجزیه هوازی نیتروژن آلی است

چرخه نیتروژن



بیماری کودک آبی (Blue Baby)

این بیماری در اثر وجود نیتريت و نیترات در آب ایجاد می گردد و منجر به خفگی نوزادان می شود



فلزات

- همه فلزات هر چند در مقادیر خیلی کم در آب قابل حل هستند.
- تخلیه فاضلابهای صنعتی، کشاورزی و برخی رسوبات طبیعی عامل ورود فلزات به منابع آب به شمار می آید.

سدیم



- منبع طبیعی سدیم در آب فرسایش فلدسپات، تبخیر و خاک رس است.
- غلظت طعم آستانه برای کلرور سدیم ۳۵۰ میلی گرم در لیتر است.
- غلظت طعم آستانه برای سولفات سدیم ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر است.
- غلظت معمول سدیم در آبهای طبیعی بین ۵ تا ۵۰ میلی گرم در لیتر متغیر است.
- سدیم در مقادیر کم برای گیاهان ضروری است لیکن مقادیر زیاد آن در خاک برای گیاهان سمی.
- سدیم مورد نیاز برای بزرگسالان ۵۷۰۰ میلی گرم در روز می باشد، بنابر این سدیم موجود در آب بخش ناچیزی از نیاز بدن به سدیم را تامین می نماید (کمتر از ۱ درصد).

بیماری ناشی از سدیم

□ کمبود سدیم در بدن:

منجر به خستگی عضلات می گردد

□ افزایش مقدار سدیم در بدن:

منجر به افزایش فشار خون می گردد

هرکثر غلظت ماباز سدیم در آب ۲۰۰ میلی گرم در لیتر است.

کلسیم

- کلسیم در آب در اثر فروپاشی سنگ آهک، دولومیت، سنگ گچ و... به وجود می آید.
- کلسیم پس از بی کربنات دومین جزء عمده موجود در آبهای طبیعی است.
- این عنصر برای بدن انسان ضروری و روزانه نیاز به ۸۰۰ میلی گرم از آن را دارد.
- حداکثر مطلوب کلسیم در آب ۷۵ میلی گرم بر لیتر و حداکثر مجاز آن ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر است.
- غلظت کلسیم بین ۱۰ الی ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر در آبهای طبیعی می باشد.

بیماریهای ناشی از کلسیم

□ کمبود کلسیم در جیره غذایی انسان:

منبر به پوکی استخوان

□ افزایش کلسیم در جیره غذایی انسان:

منبر به بیماریهایی نظیر سنگ کلیه



نمونه ای از سنگ کلیه خارج شده از بدن

میزان برداشت کلسیم از آب توسط بدن انسان تنها ۲۴ درصد نیاز روزانه را تامین می نماید

تأثیر کلسیم بر کیفیت آب

آبهایی که مقادیر ۴۰ الی ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر کلسیم دارند را جزء آبهای سخت طبقه بندی می شوند و مقادیر بیش آن آب خیلی سخت نامیده می شود.

برخی تحقیقات نشان دهنده رابطه بین افزایش سختی آب و کاهش بیماریهای قلبی عروقی است

منیزیم

- غلظت این عنصر در آبهای طبیعی از کلسیم کمتر است.
- نمک های منیزیم از کلسیم در آب محلول تر است لیکن در تشکیلات زمین شناختی نادر هستند.
- غلظت منیزیم در آبهای طبیعی بین ۴ الی ۴۰ میلی گرم بر لیتر متغیر است.

بیماریهای ناشی از منیزیم

□ کمبود منیزیم در بدن انسان:

منجر به بر هم خوردن تعادل اکترولیتیکی کلسیم و منیزیم می‌گردد.

□ افزایش میزان منیزیم در بدن انسان:

منجر به ایبار حالات مدر و مسهلی در انسان می‌گردد.

مقدار برداشت منیزیم برای بزرگسالان ۲۵۰ میلی گرم در هر لیتر آب مصرفی است

آهن و منگنز

- آهن فریک در آب محلول است در حالی که آهن فرو در آب به صورت ذرات معلق در می آید.
- به دلیل عدم حضور هوا در آب های زیرزمینی آهن محلول در آنها بیش از مقدار آن در آب های سطحی است.
- مقدار آهن در آبهای سطحی به ندرت از ۱ میلی گرم در لیتر تجاوز می نماید.

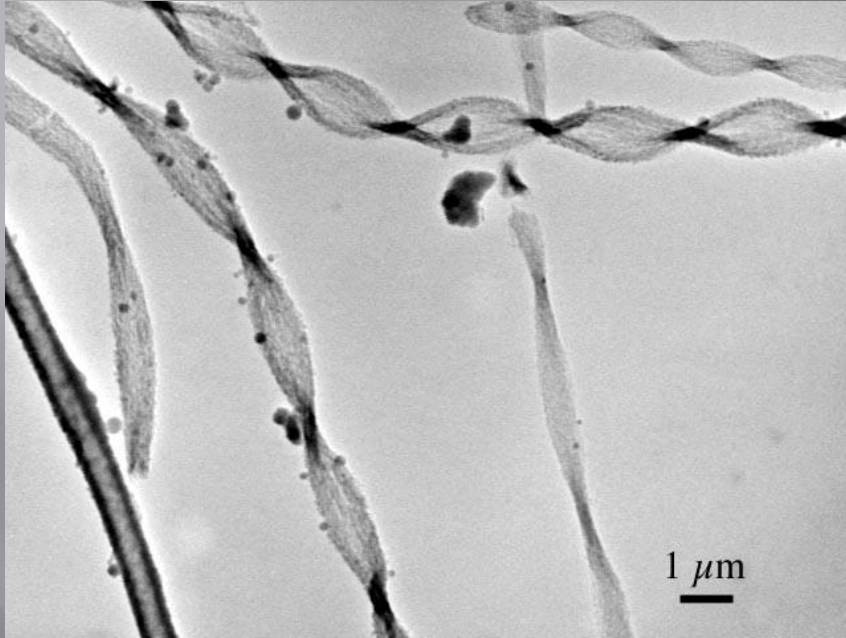
مشکلات استفاده از آبهای آهن دار

لک شدن ظروف و سطوح شسته شده با آب های آهن دار

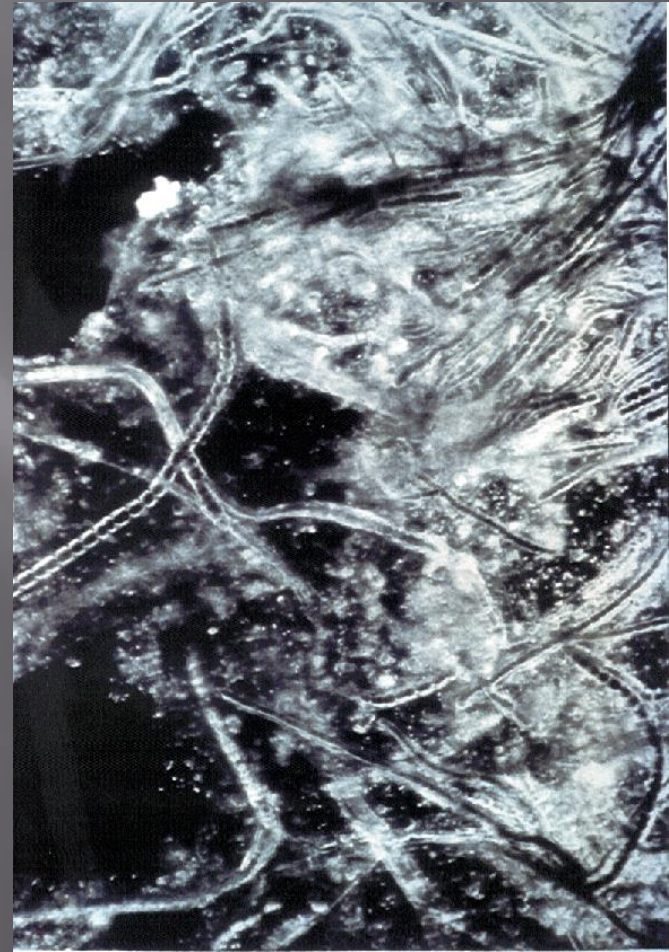
رشد باکتریهای آهن همچون گلیونلا و کرونوتریکس که می تواند منجر به گرفتگی لوله ها شود.

برخی از باکتریهای آهن رشته ای بوده و به سادگی باعث انسداد لوله ها می گردند.

باکتری گلیونلا و کورنوتریکس



باکتری گلیونلا



باکتری کورنوتریکس

بیماریهای ناشی از آهن

کمبود آهن در انسان:

منبر به کم فونی

بدن انسان به ۱۴ گرم آهن در روز نیاز مند است لیکن میزان برداشت روزانه انسان از طرق مختلف بیش از آن است.

مقدار استاندارد آهن در آب باتوجه به طعم و رنگ ایجاد شده توسط آهن ۰.۳ میلی گرم در لیتر اعلام شده است.

مشکلات منگنز

- ایجاد لک
- تحریک رشد میکروارگانیسم ها
- ایجاد طعم

نیاز انسان به منگنز

- انسان روزانه ۴ گرم منگنز احتیاج دارد.
- آب آشامیدنی کمتر از ۲ درصد نیاز روزانه به منگنز را تامین می نماید.

بیماریهای ناشی از منگنز

□ کمبود منگنز در بدن انسان:

منجر به کاهش واکنش آنزیمی در متابولیسم هیدروکربورها می گردد.

□ افزایش منگنز در بدن انسان:

منجر به اختلالات و تغییر رفتار عصبی می گردد.

استاندارد منگنز در آب

استاندارد منگنز در آب به دلیل ملاحظات زیبایی شناختی ۰.۰۵ میلی گرم در لیتر تعیین شده است

فلزات سنگین

مهمترین فلزات سنگین که در محیط وجود دارند:

□ جیوه

□ کادمیوم

□ سرب

□ روی

□ نیکل

□ کرم

□ مس

□ ...

انباشت فلزات سنگین در هرم غذایی

فیتوپلانکتونها و میکروارگانیسمها اولین مصرف کنندگان فلزات سنگین هستند

زئوپلانکتونها و موجودات بزرگتر که از فیتوپلاتگتنها تغذیه می کنند.

ماهیان از فیتوپلانکتونها و موجودات ریز آلوده شده به فلزات سنگین تغذیه می نمایند.

انسان مصرف کننده نهایی ماهیان بوده لذا فلزات سنگین به انسان منتقل می گردد.

ویژگی های بیولوژیکی آب

بطور معمول در آب های سطحی تعداد زیادی از موجودات تک سلولی و پر سلولی زندگی می نمایند

تعداد اندکی از میکروارگانیسم های موجود در آب بیماریزا است اما همان تعداد اندک بسیار مهم هستند.

شاخص های آلودگی آب

- میزان اکسیژن خواهی شیمیایی COD
- میزان اکسیژن خواهی بیولوژیکی BOD
- میزان کل کربن آلی TOC
- میزان اکسیژن محلول در آب DO