

آلودگی های محیط زیست ENVIRONMENTAL POLLUTIONS

امیر رضا طلایی

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

بخش اول

تعاریف و اصطلاحات بهداشتی

تعریف بهداشت

تعریف اولیه بهداشت:

پیشگیری از شیوع بیماریها

تعریف امروزی بهداشت:

رفاه کامل فیزیکی، اجتماعی و روحی و نه فقط عدم وجود بیماری

عوامل مضر محیطی

۱- عوامل طبیعی

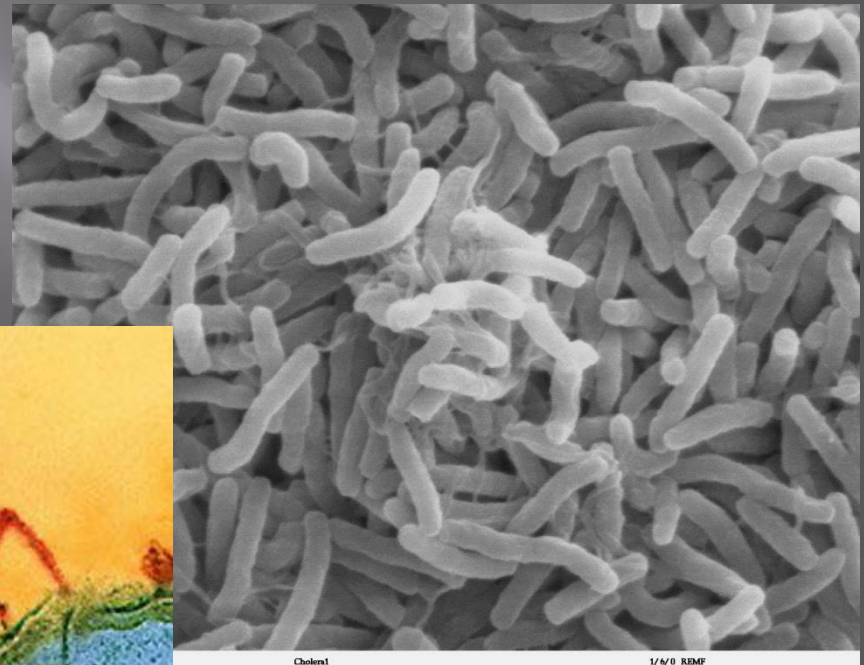
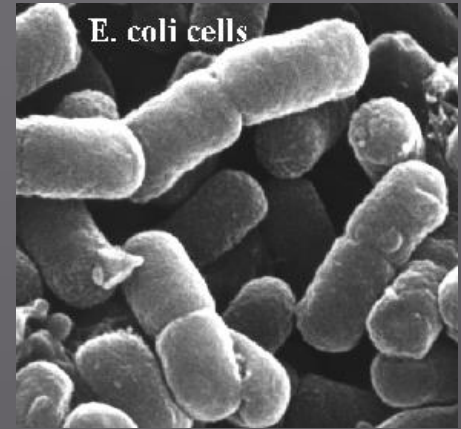
۲- عوامل انسانی

انواع مخاطرات محیطی

- عوامل عفونی
- محرکها
- عوامل فیبروتیک دستگاه تنفسی
- مواجهه با مواد خفه کننده
- مواجهه با مواد آلرژن
- مواجهه با مواد سموم متابولیک
- عوامل فیزیکی
- عوامل روانی
- مواجهه با عوامل موتاژن
- مواجهه با عوامل تراژن
- مواجهه با عوامل سرطانزا

عوامل عفونی

انواع میکروارگانیسم های بیماری زا
همچون باکتریها، قارچ ها، تک
یاخته ها و ویروس ها



محرک ها

محرکهای دستگاه تنفسی

محرکهای پوستی

محرکهای پوستی

انواع آفت کش، اسید سولفوریک و...

محرکهای تنفسی



یک محرک دستگاه تنفسی فوقانی است



یک محرک دستگاه تنفسی تحتانی است

عوامل فیروویک دستگاه تنفسی

گرد و غبار ذغال سنگ منجر به بیماری ریه سیاه می گردد
گرد و غبار پنبه کوهی منجر به بیماری آزبستوزیس می گردد
گرد و غبار پنبه منجر به ایجاد بیماری ریه قهوه ای می گردد
بخارات فلزات نیز می تواند منجر به بروز برخی بیماریها شود

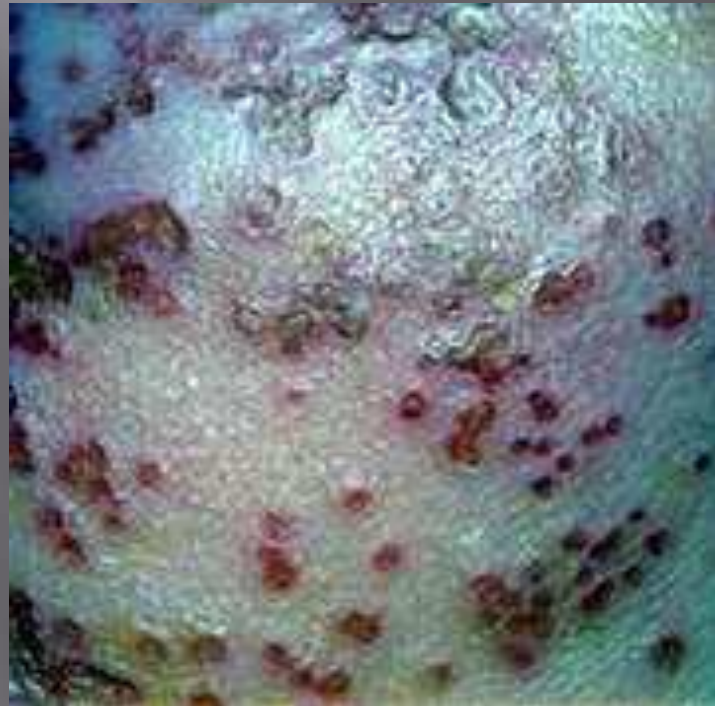
خفه کننده ها

□ **خفه کننده های سیستماتیک:** همچون منواکسیدکربن، این ترکیب قادر است تغییر ماهیت شیمیایی هموگلوبین خون از اکسیژن رسانی جلوگیری نماید.

□ **خفه کنند های مکانیکی:** همچون N_2 ، اگرچه سمی نیستند لیکن می توانند باعث کاهش غلظت اکسیژن محیط شده و خفگی را حادث نماید.

آلرژن ها

مواد حساسیت زا که منجر به بروز پاسخ های ایمنی توسط بدن انسان می شود



آلرژی در اماکن مسکونی

یکی از عوامل بیولوژیکی الرژی حشره ذره بینی بنام مایت است که در گنجه ها و کتابخانه های شخصی و هر جایی که دیر به دیر گرد گیری می شود وجود دارد



سموم متابولیک

انواع علف کش ها، حشره کش ها، فلزات سنگین و...

برخی از مواد همچون فلوئور در غلظت پایین (۰.۶ الی ۱.۲ میلی گرم در لیتر) مورد نیاز بدن انسان می باشد. لیکن مقدار زیاد آن بیماری زا می باشد. میزان زیاد فلوئور ایجاد بیماری فلوروزیس می نماید.

عوامل فیزیکی

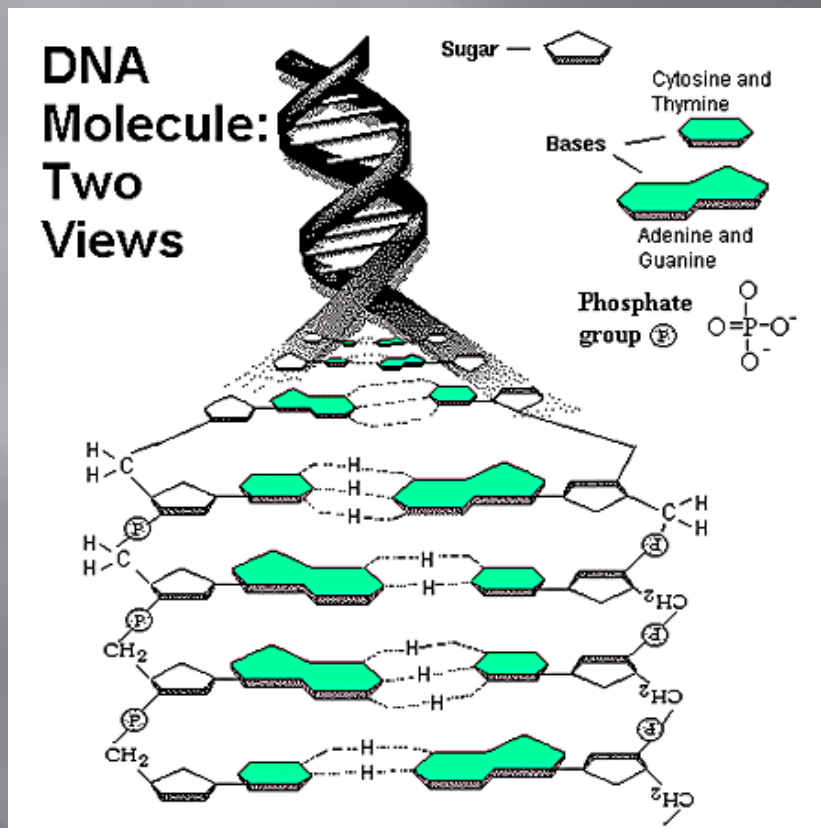


عوامل فیزیکی همچون سقوط از ارتفاع،
تصادفات و...

عوامل روانی

فشارهای روانی ناشی از کار بر روی مدیران و یا شغل های پرمسئولیت همچون کارکنان برج مراقبت، زندگی و یا کار افراد در مناطق شلوغ و پر سر و صدا و... می تواند منجر به برخورد با صدمات روانی گردند.

عوامل موثاژن



عواملی که توانایی ایجاد تغییرات ژنتیکی در انسان را دارند موثاژن می گویند

- * برخی فلزات سنگین مانند کادمیوم
- * پرتوهای یونزا (مواد رادیواکتیو)
- * برخی ترکیبات شیمیایی همچون کلرور ونیل و یا دیوکسین

عوامل تراژوژن

ایجاد تغییرات غیر عادی بر روی جنین



سرطانزها

مواد و یا عوامل مختلفی که می تواند منجر به بروز سرطان در انسان گردد



سرنوشت مواد شیمیایی پس از ورود به بدن

متابولیسم

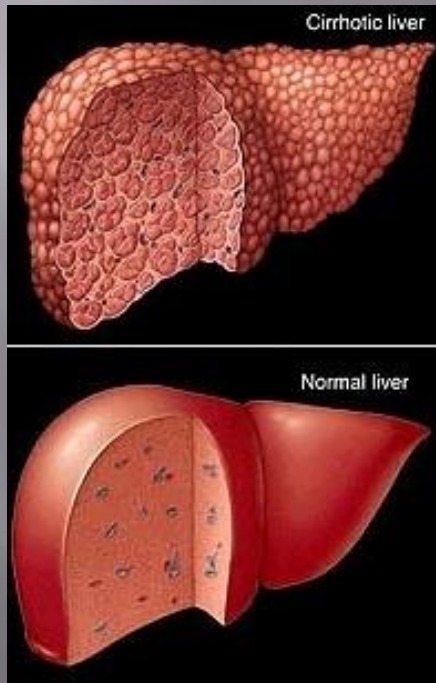
دفع

ذخیره سازی

سینرژیسیم و پیش برنده

متابولیسم

- بسیاری از سموم پس از ورود به بدن خنثی می گردند.
- محل اصلی خنثی سازی سموم ورودی به بدن کبد است.
- برخی ترکیبات غیر سرطانزا در بدن با هم ترکیب و تبدیل به مواد سرطانزا می شوند. همچون نیتريتها (گوشت قرمه) + آمین ها (بسیاری از غذا ها و مواد شیمیایی) که تبدیل به نیتروزامین سرطانزا می گردد.



دفع

بسیاری از مواد بصورت تغییر یافته و یا تغییر نیافته از بدن دفع می گردد.
کلیه راه اصلی دفع مواد شیمیایی است.
تترا کلرید کربن از طریق ریه دفع می شود.
فلزات سنگین از طریق مدفوع، تعرق، بزاق و شیر مادر دفع می شود.

ذخیره سازی

برخی مواد هیچ گاه از بدن دفع نمی شوند

همچون

(سرب)

مسمومیت با سرب



سینرژیسیم

بعضاً مجموع دو یا چند ماده مختلف ممکن است خطر بیشتری از مواجهه با هر یک بصورت مجزا داشته باشد

همچون

SO₂ به همراه ذرات

وجود ذرات در هوا منجر به افزایش تاثیر آلایندها می شود



چقدر از یک ماده شیمیایی زیان آور است

بیش از حد لازم در معرض هر ماده
شیمیایی قرار گرفتن منجر به
اثرات ناخواسته می گردد

همچون

مس و کروم



انفجار اتمی عامل پراکنش عوامل خطرناک



د.د.ت یکی از عوامل مرگ بار



د.د.ت در ابتدای فرشته نجات بشر و در انتها عامل مرگ بار و مخرب محیط زیست

پلی کلرو بی فنیل ها

غیر قابل تجزیه توسط میکروارگانیزم ها (سالها در طبیعت می مانند)

غیر قابل اشتعال

به سختی با سایر مواد ترکیب می شوند

خواص دی الکتریک دارند

این مشخصات منجر به این شده که این ماده، ایده ال برای کاربرد در علم

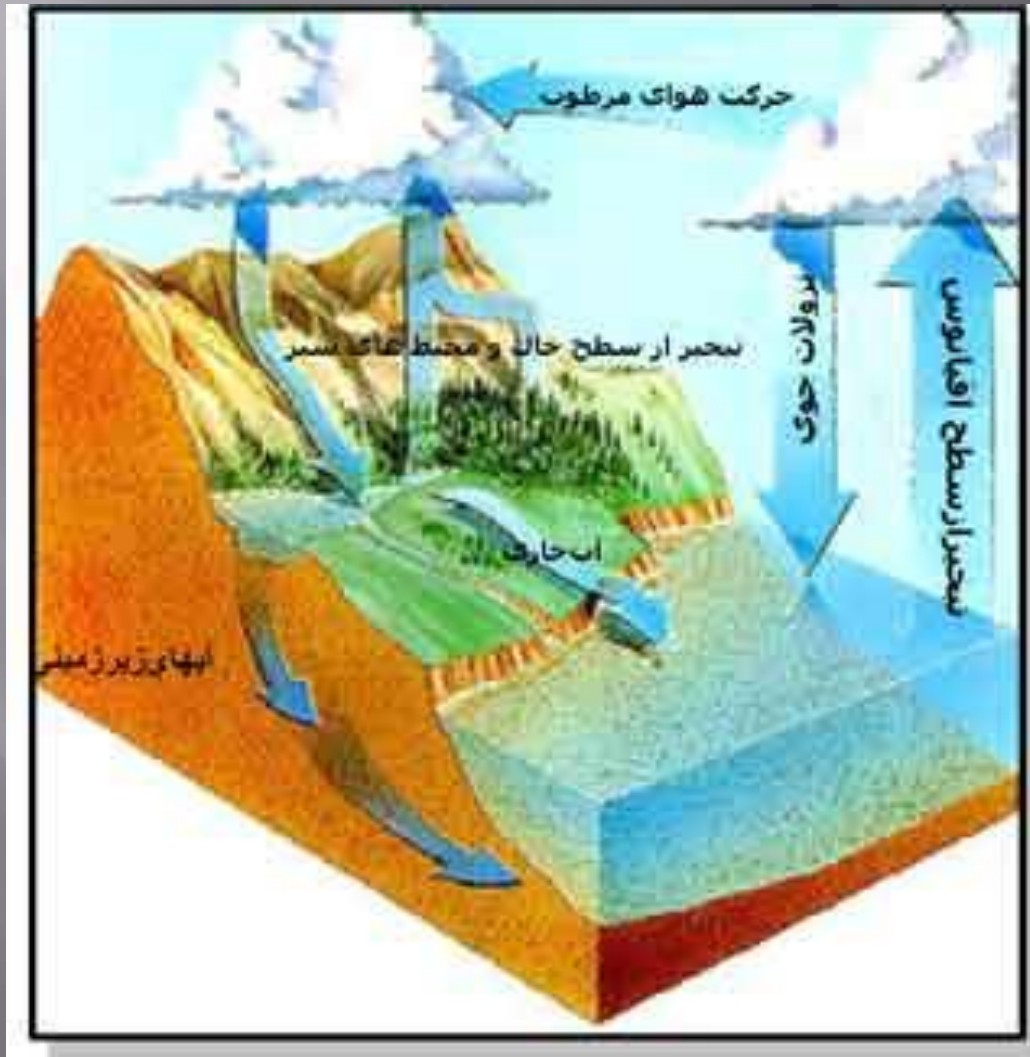
الکترونیک بوده لیکن خطر فوق العاده ای برای محیط زیست محسوب

گردد

بخش دوم کیفیت و بهداشت آب



گردش آب در طبیعت



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 می‌گردند.

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

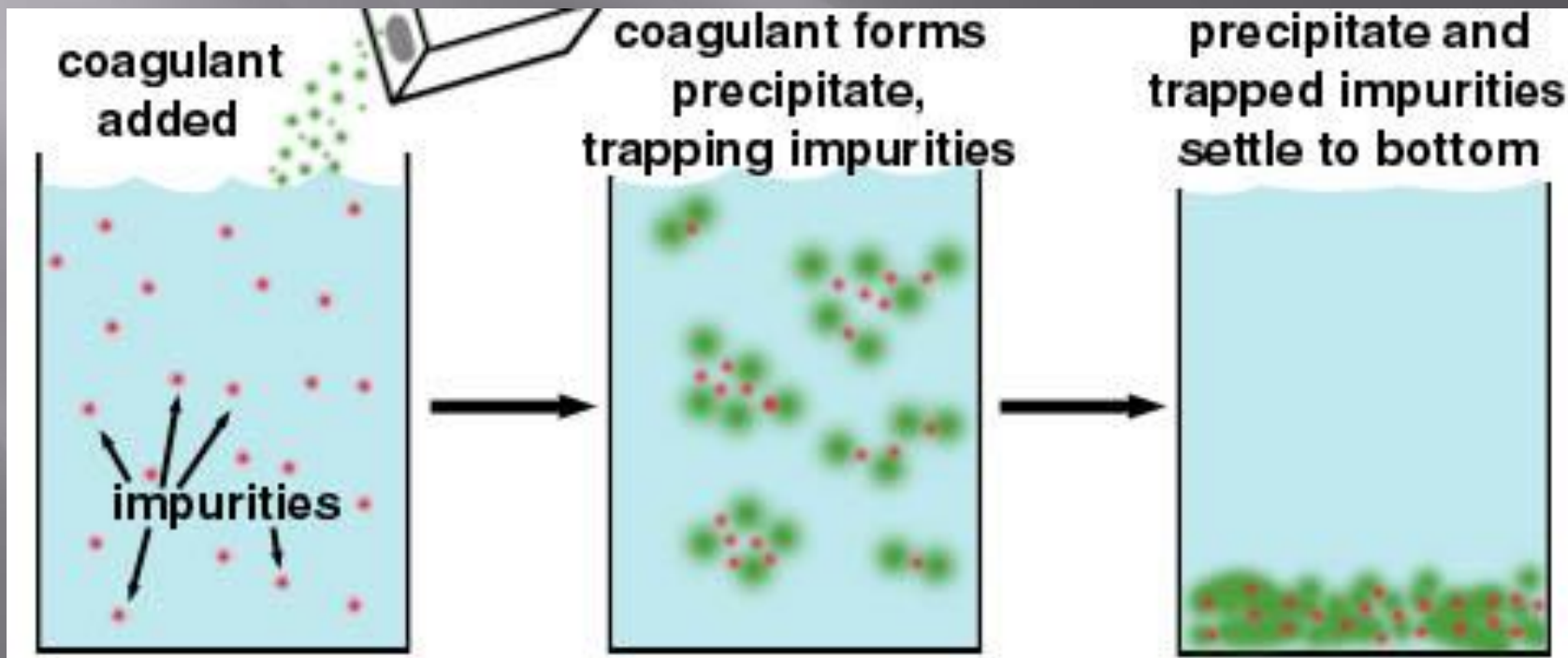
- ویژگی های فیزیکی
- ویژگی های شیمیایی
- ویژگی های بیولوژیکی

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

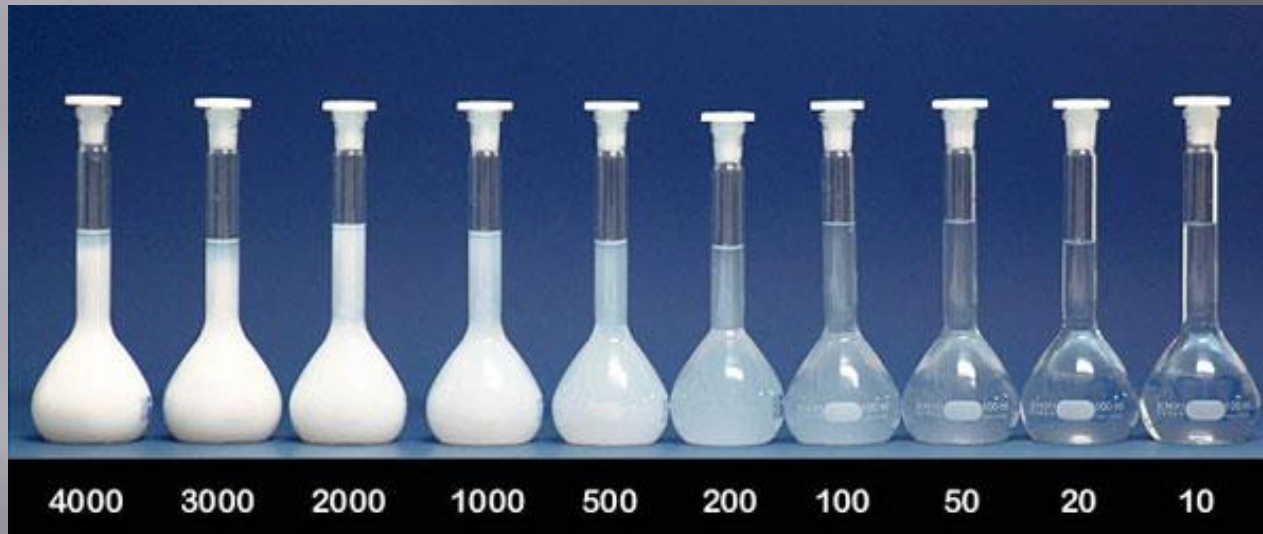
NTU □

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

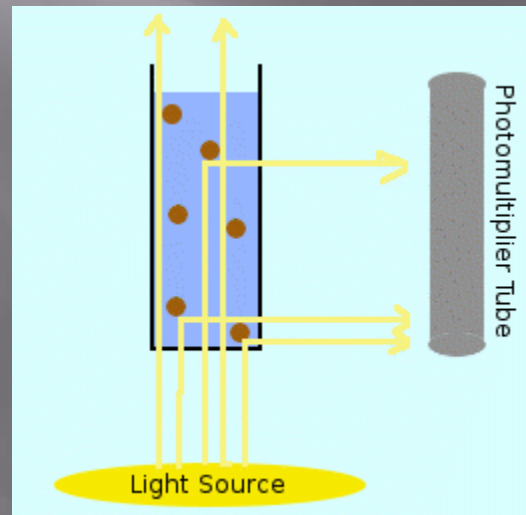
JTU □

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

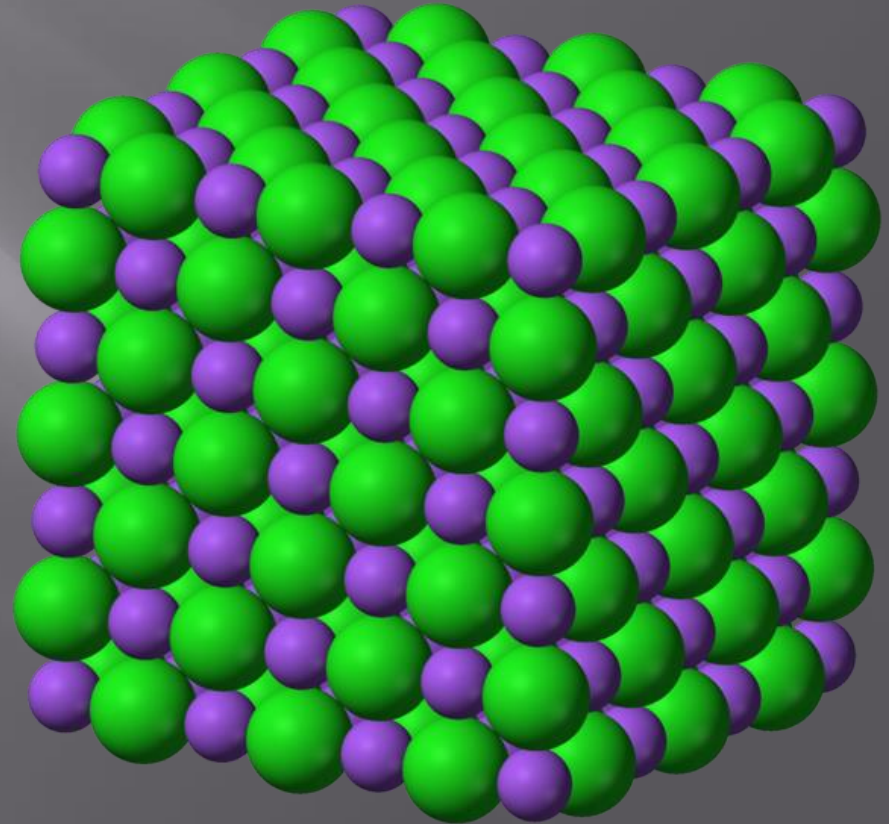


کلراید

- 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، آبهیان در اثر کاهش اکسیژن محلول، سموم ایجاد شده توسط برخی جلبکها و یا مَسدود 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

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 می گردد.

□ افزایش میزان منیزیم در بدن انسان:

منجر به ایبار حالات مدر و مسهلی در انسان می گردد.

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.

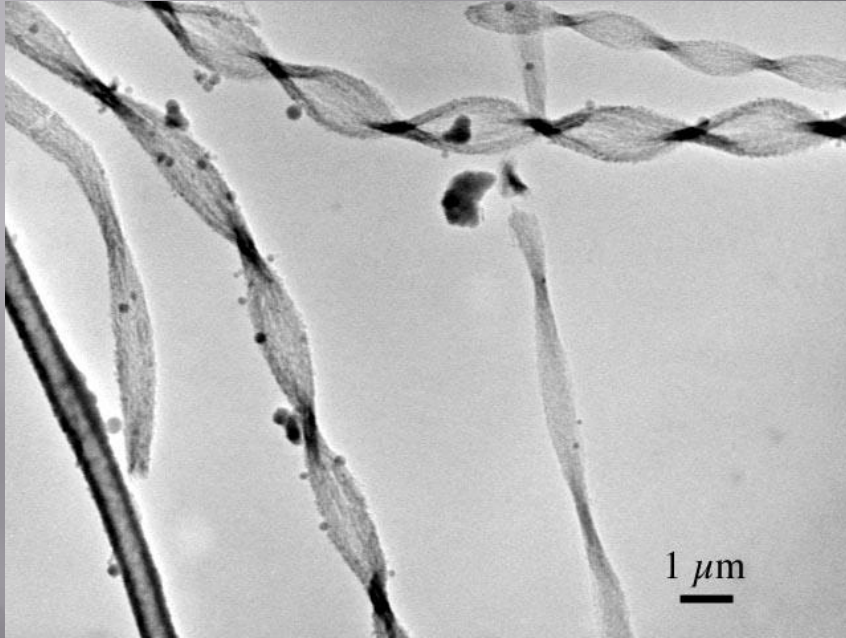
مشکلات استفاده از آبهای آهن دار

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

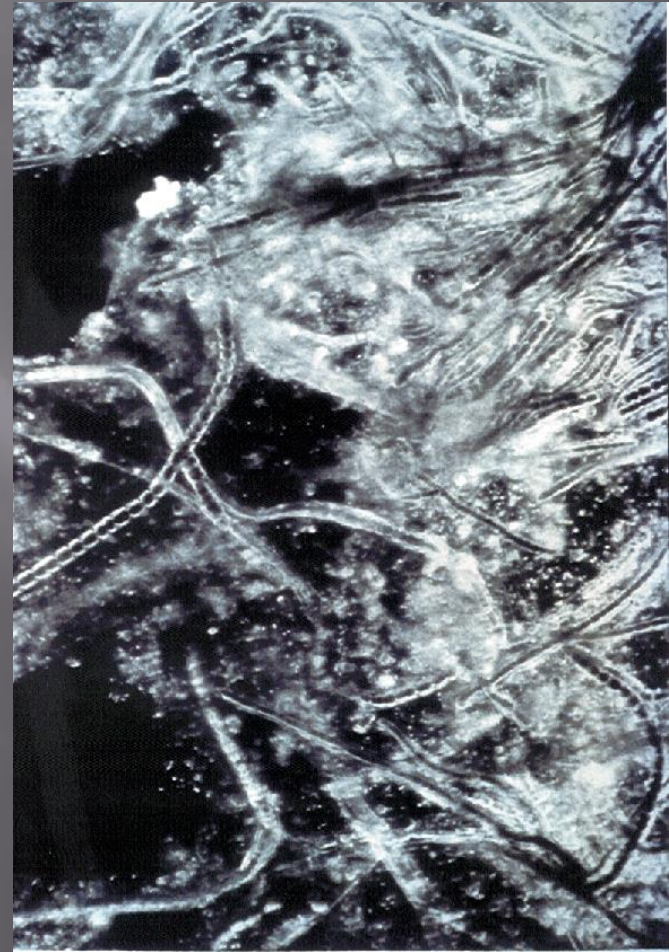
رشد باکتریهای آهن همچون گلیونلا و کرونوتریکس که می تواند منجر به گرفتگی لوله ها شود.

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 فیتوپلانکتونها 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

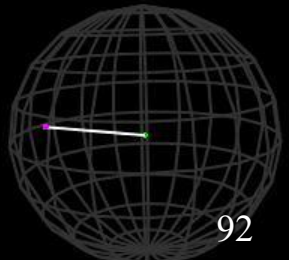
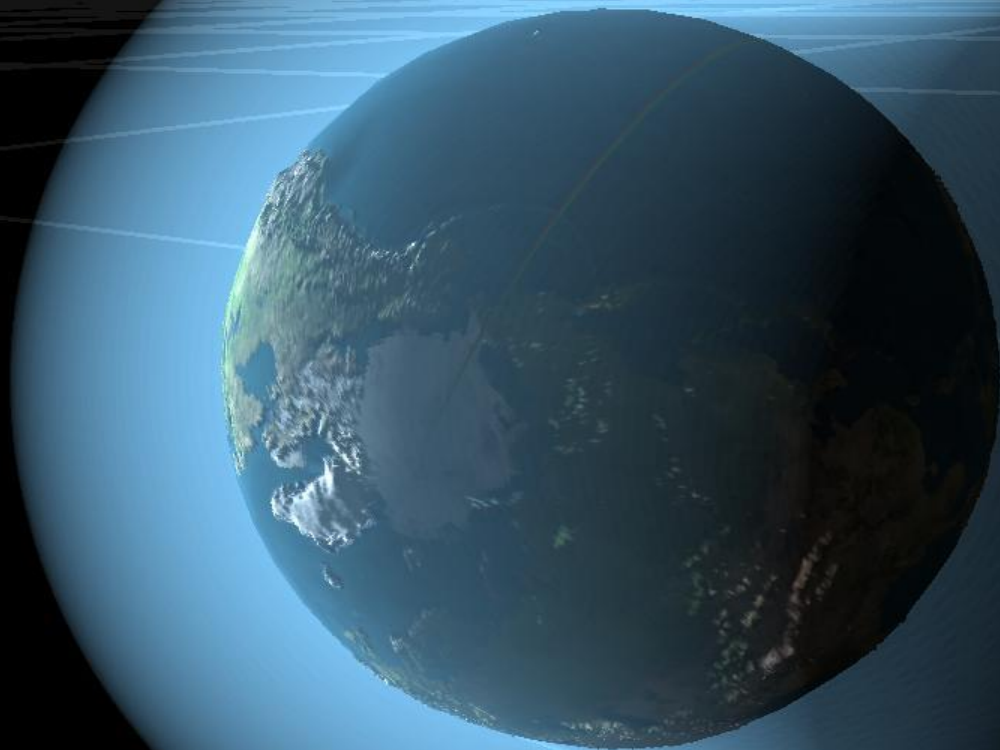
تعداد اندکی از میکروارگانیسم های موجود در آب بیماریزا است اما همان تعداد اندک بسیار مهم هستند.

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

بخش سوم

آلودگی هوا و روشهای کنترل آن



آلودگی هوا مختص یک منطقه نیست

جو در ناحیه تروپوسفر (محل زندگی ما) به شدت در حرکت است. به همین دلیل بعضاً مواد آلاینده در سرتاسر جو پخش خواهند شد.

تعریف آلودگی هوا

وجود یک یا چند آلوده کننده در هوای آزاد به آن مقدار، مدت و ویژگی ها که برای زندگی انسان، گیاه و یا حیوانات خطرناک بوده و برای اشیاء و متعلقات زندگی مضر باشد و یا بطور غیر قابل قبولی محل استفاده راحت از اموال گردد.

واژه ها و اصطلاحات آلودگی هوا

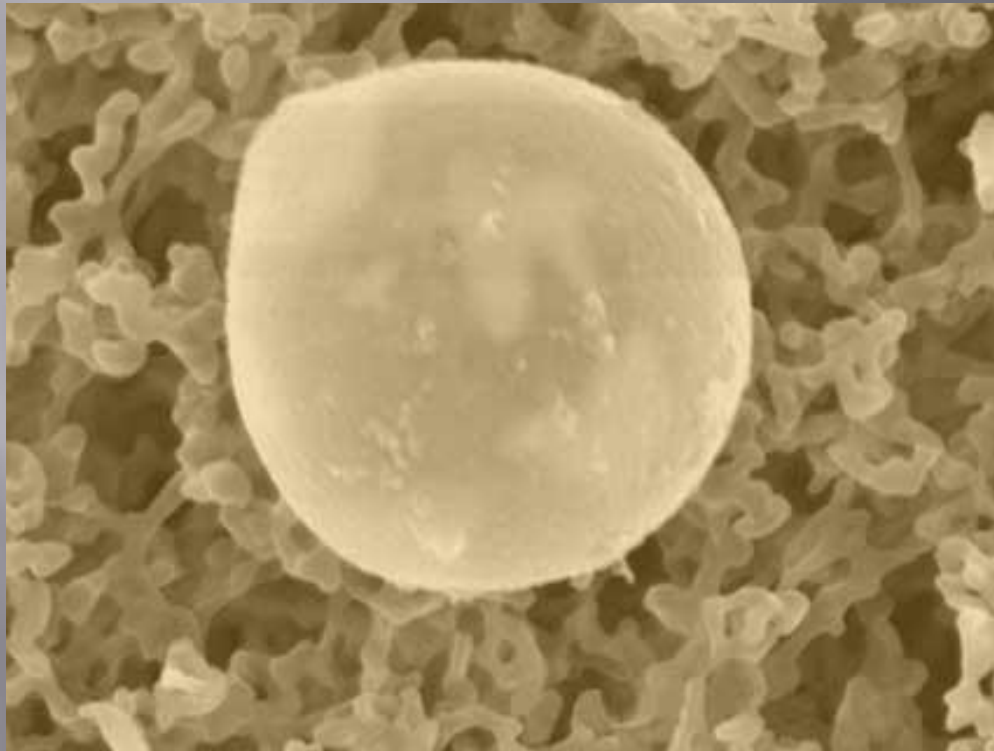
آئروسول (Aerosols)

پراکندگی ذرات جامد یا مایع در محیط گازی

همچون

مه، میست، دود و...

غبار (Dust)



بصور نامشخص ذرات جامدی
که غالباً بزرگتر از کلوئیدها
بوده و قادر هستند که بطور
موقت در هوا و یا هر گاز
دیگری به حالت تعلیق
درآیند را شامل می گردد.

تصویر میکروسکوپی یک ذره غبار

مشخصات غبار

- غبار تمایلی به چسبندگی ندارد مگر اینکه تحت تاثیر نیروی الکتریسیته ساکن قرار گیرد.
- ذرات تشکیل دهنده غبار معمولاً پخش نمی شوند ولی تحت تاثیر نیروی جاذبه رسوب می نمایند.
- ذرات غبار در اثر نیروهای فیزیکی از ذرات بزرگتر حاصل می شوند.

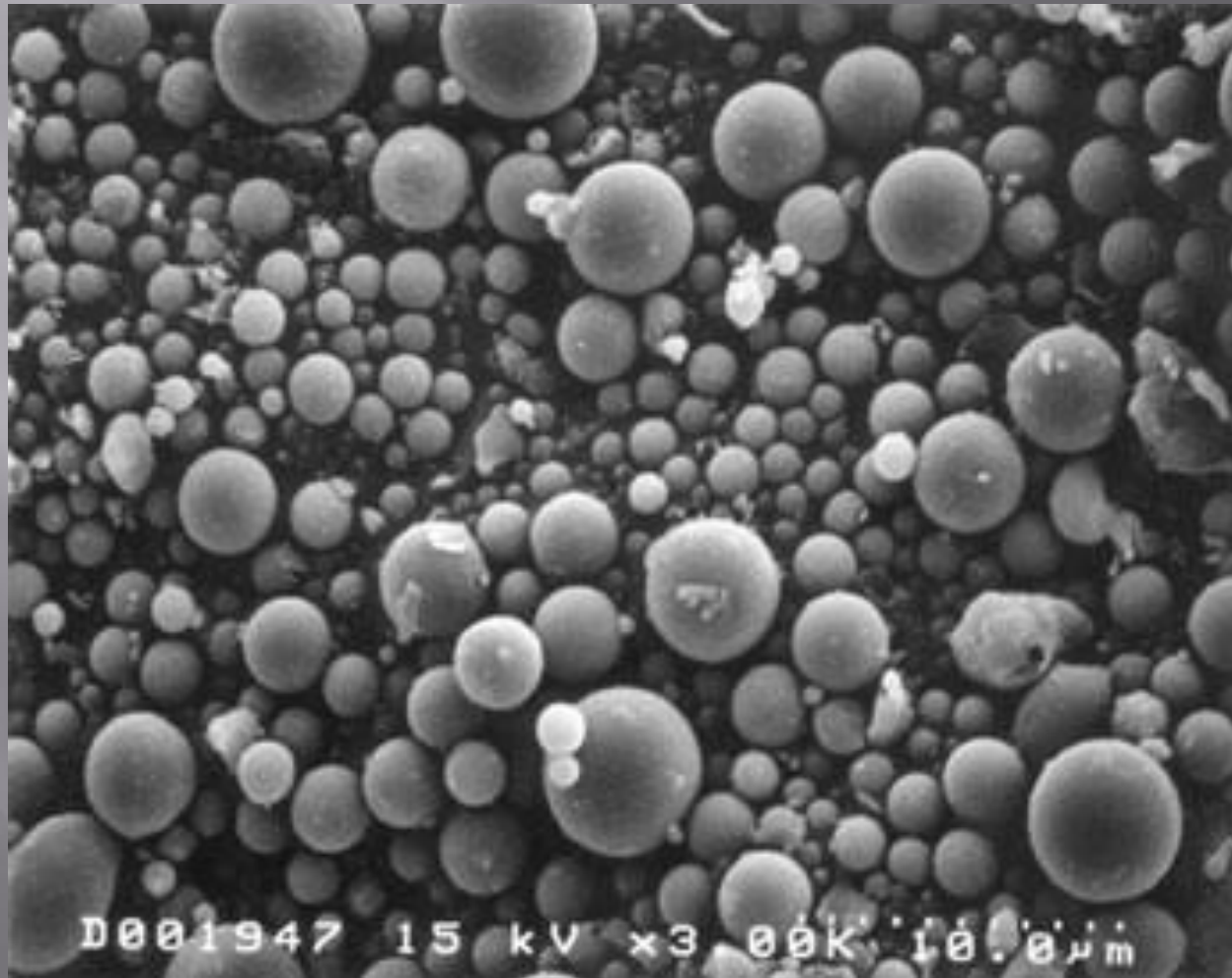
قطره (Droplet)

ذره کوچک مایع دارای اندازه و وزن مخصوصی که در شرایط سکون سقوط می کند اما ممکن است در شرایط تلاطم (توربولانس) معلق بماند.

خاکستر فرار (Fly Ash)

ذرات بسیار کوچک خاکستر که در اثر احتراق مواد سوختی وارد جریان گاز دودکش شده و این ذرات ممکن است حاوی ذرات ناقص سوخته باشد.

تصویر میکروسکوپی از خاکستر فرار



مه (Fog)

- اصطلاح نامشخصی است از برای وجود ذرات قابل روئویت که در حالت پراکندگی به صورت مایع هستند.
- تشکیل مه مستلزم تراکم است.
- در هوا شناسی به پراکندگی ذرات آب و یا یخ در هوا مه گفته می شود.



فیوم یا دمه (Fume)

ذرات جامدی که در اثر تراکم حالت
گازی و معمولاً پس از تبخیر
مواد ذوب شده و غالباً به همراه
یک واکنش شیمیایی مثل
اکسیداسیون تولید می شوند.



فرایند جوشکاری یکی از منابع تولید فیوم است

گاز

گاز یکی از سه حالت ماده است که شکل و حجم مستقل نداشته و تمایل به انبساط نامحدود دارد

میست (Mist)

اصطلاحی نامشخص برای ذرات بزرگ
مایع با پراکندگی کم غلظت

در شکل روبرو ذرات درشت آب به
صورت میست برای مدت زمان
کوتاهی در هوا معلق هستند.



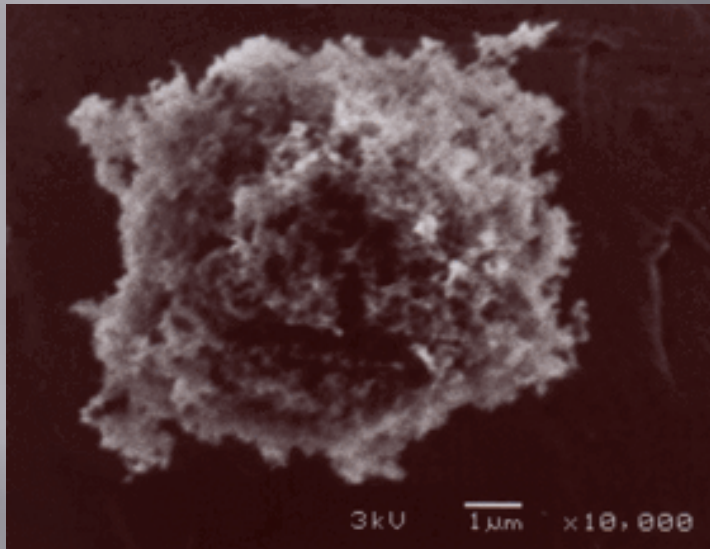
ذره (Particle)

جزاً کوچک مجزا از توده مایع و یا جامد را ذره گویند

دود (Smog)

ذرات کوچک حاصل از احتراق ناقص است که عمدتاً متشکل از کربن و سایر مواد قابل احتراق هستند.

دوده (Soot)



تصویر میکروسکوپی از یک ذره دوده

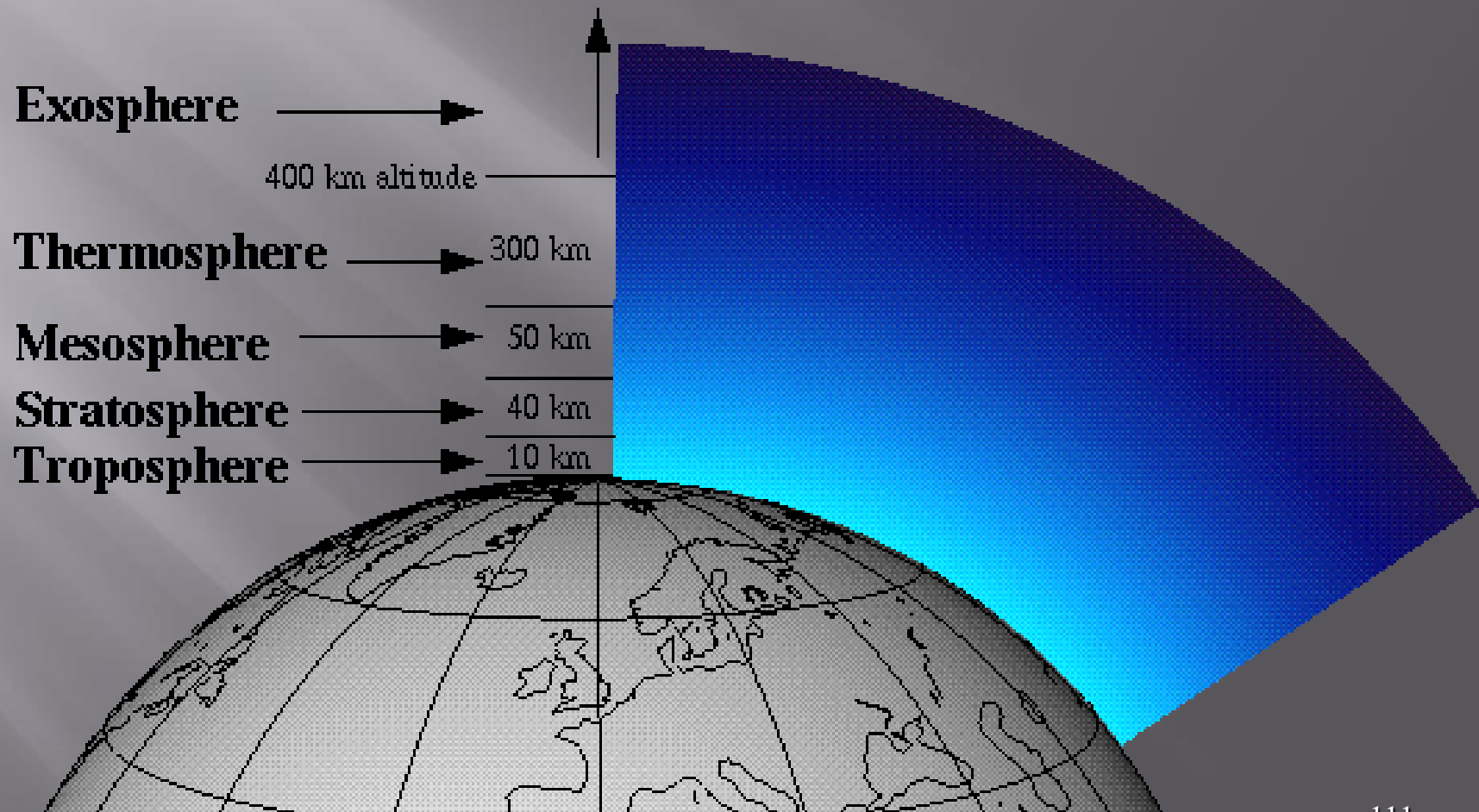
اجتماع ذرات کربن اشباع شده که با مواد قیری آمیخته اند و اصولاً در اثر احتراق ناقص مواد کربن دار به وجود می آیند، دوده می نامند.

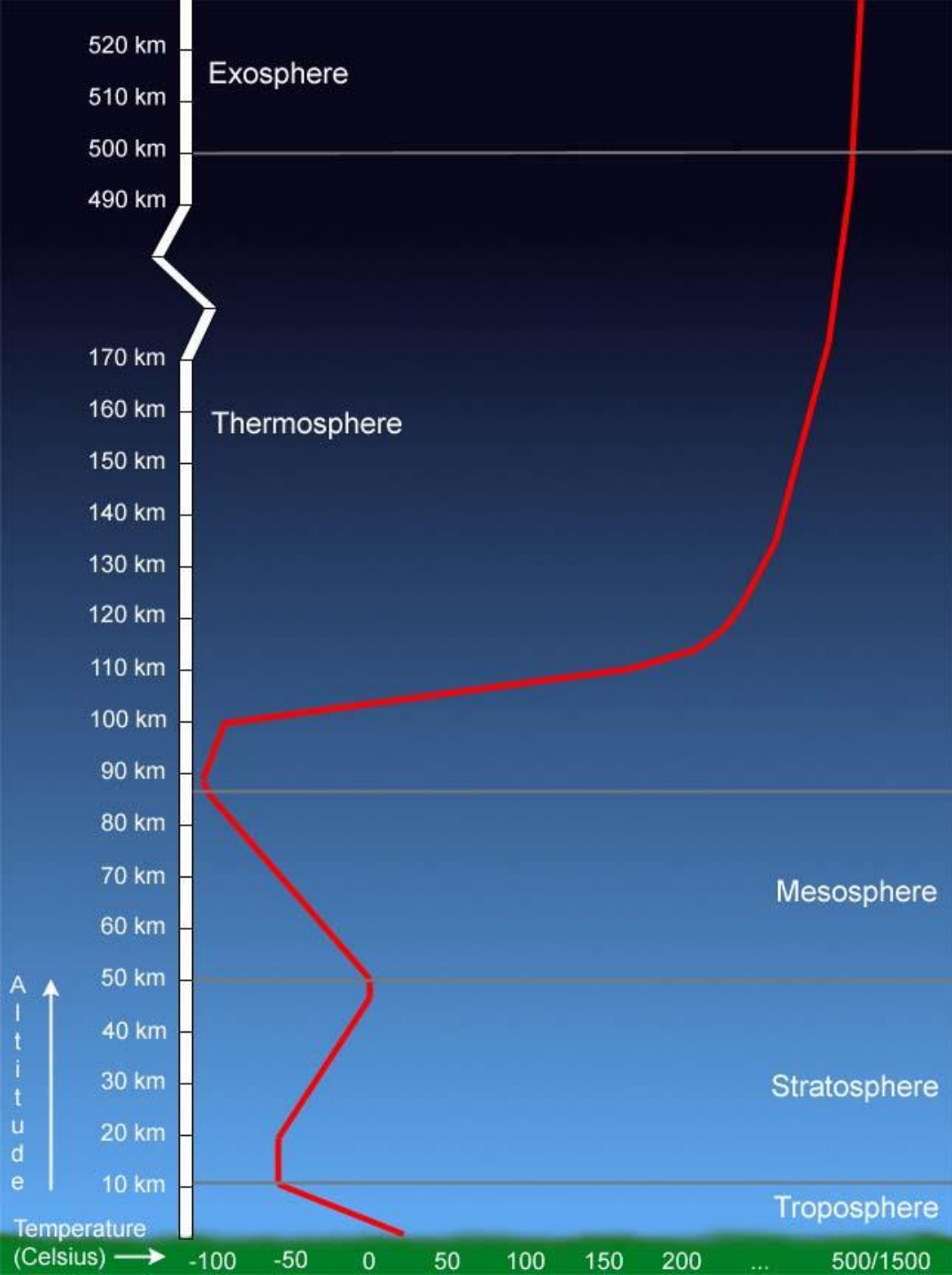


اتمسفر زمین

- به عنوان پوششی برای زمین از سرد و گرم شدن بیش از حد آن جلوگیری می نماید.
- موجودات زنده را از اشعه سوزان خورشید، اشعه ماوراء بنفش و اشعه کیهانی محافظت می نماید و انشار صوت را سبب می گردد.

لایه های تشکیل دهنده اتمسفر





تغییرات دمایی اتمسفر با افزایش ارتفاع

عوامل جوی موثر در آلودگی هوا

- پخش آلایندها تابعی از موقعیت جغرافیایی و شرایط جوی است.
- در برخی نقاط شرایط جوی باعث پخش و کاهش آلودگی می گردد و در برخی موارد شرایط جوی حتی باعث افزایش آلودگی نیز می شود.

باد

- حرکت افقی هوا را باد گویند.
- جریان باد باعث پخش و رقیق شدن آلودگی ها در هوا می گردد.
- میزان انتشار و انتقال هوای آلوده به سرعت و قدرت باد بستگی دارد.
- معمولاً بادهایی با سرعت بیش از ۳۰ کیلومتر بر ساعت در انتقال و انتشار آلودگی ها موثر است.

جریان هوا

- حرکت عمودی هوا را “جریان هوا” می نامند.
- جریان های هوا نقش موثرتری از باد در کاهش آلودگی دارند. زیرا آلودگی را از سطح زمین (محل زندگی) دور می نماید.
- در طبقات فوقانی جو بادهای شدیدتر هستند و اگر هوای آلوده به آنجا برد سریع تر رقیق می گردند.
- در مناطق کم فشار جریان عمودی رو به بالای هوا بیشتر است. در نتیجه هوا در این مناطق تمیز تر خواهد بود.
- در مناطق پرفشار جریان عمودی رو پایین هوا بیشتر است. در نتیجه هوای آلوده در اتمسفر به خوبی پخش نشده و آلودگی مدام افزایش می یابد.

نقش ریزش های جوی در پاک سازی محیط

باران، برف و... نقش موثری در شستشوی هوا و انتقال آلودگی از هوا به زمین دارد.

مه به عنوان ماده سینرژیسیم در آلودگی هوا

ایجاد مه در هنگام اوج آلودگی هوا به دلیل ایجاد هسته های تراکم مواد آلاینده منجر به افزایش شدید آلودگی می گردد.

در بسیاری از حوادث مهم آلودگی هوا مه نقش سینرژیسیم داشته است.

دما در جو

در لایه تروپوسفر با افزایش ارتفاع بایستی دما کاهش یابد

در شرایط طبیعی

این کاهش به ازاء هر ۱۰۰ متر یک درجه سانتیگراد است. این تغییر دما را
Lapse Rate می نامند.

شرایط ادیباتیک

اگر به ازاء هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع دمای هوا یک درجه کاهش یابد شرایط ادیباتیک است

شرایط سوپر ادیاباتیک

اگر به ازاء هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع دمای هوا بیش از ۱ درجه سانتیگراد کاهش پیدا نماید شرایط را سوپر ادیاباتیک می نامند.

وارونگی دما (اینورژن)

اگر به هر دلیلی با افزایش ارتفاع افزایش دما نیز به وجود آید وارونگی دمایی اتفاق افتاده است.

در شرایط اینورژن حرکت عمودی هوا وجود نداشته و آلودگی ها محبوس می گردند. در نتیجه غلظت آلاینده ها در هوا افزایش می یابد.

نمایی از وارونگی دما

در این تصویر می بینید که دود از ارتفاعی خواص بالاتر نمی رود



نمایی از وارونگی دما

در این تصویر می بینید که دود از ارتفاعی خواص بالاتر نمی رود



نمایی از وارونگی دما

در این تصویر می بینید که دود از ارتفاعی خواص بالاتر نمی رود



نمایی از وارونگی دما

در این تصویر می بینید که دود از ارتفاعی خواص بالاتر نمی رود



شرایط ایزوترمال

در صورتی که با افزایش ارتفاع تغییرات دمایی وجود نداشته باشد، شرایط ایزوترمال (خنثی) می باشد.

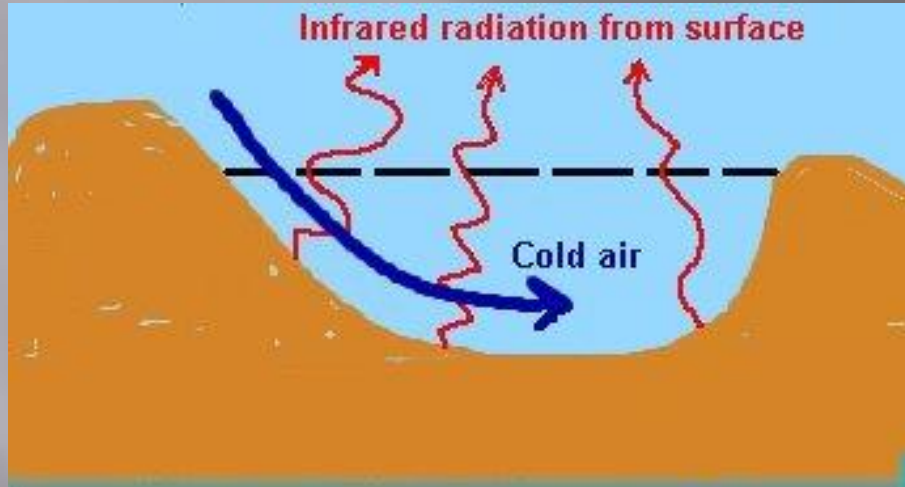
پایداری و ناپایداری هوا

معیار پایداری و ناپایداری هوا قابلیت ایجاد یک حرکت عمودی در هوا می باشد.

اگر جزء صعود کننده هوا از محیط اطراف خود گرم تر باشد شرایط ناپایدار است.

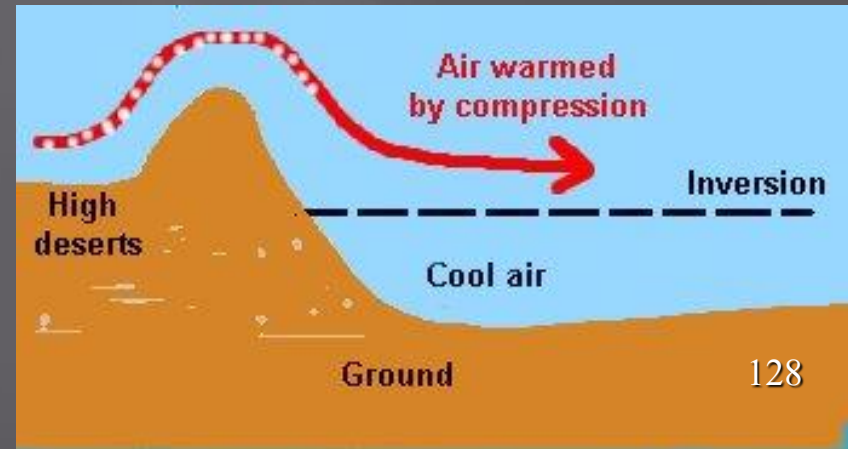
اگر جزء صعود کننده دمای خود را از دست بدهد و از دمای محیط سردتر گردد شرایط پایدار است.

انواع وارونگی دما (اینورژن)



اینورژن تشعشعی

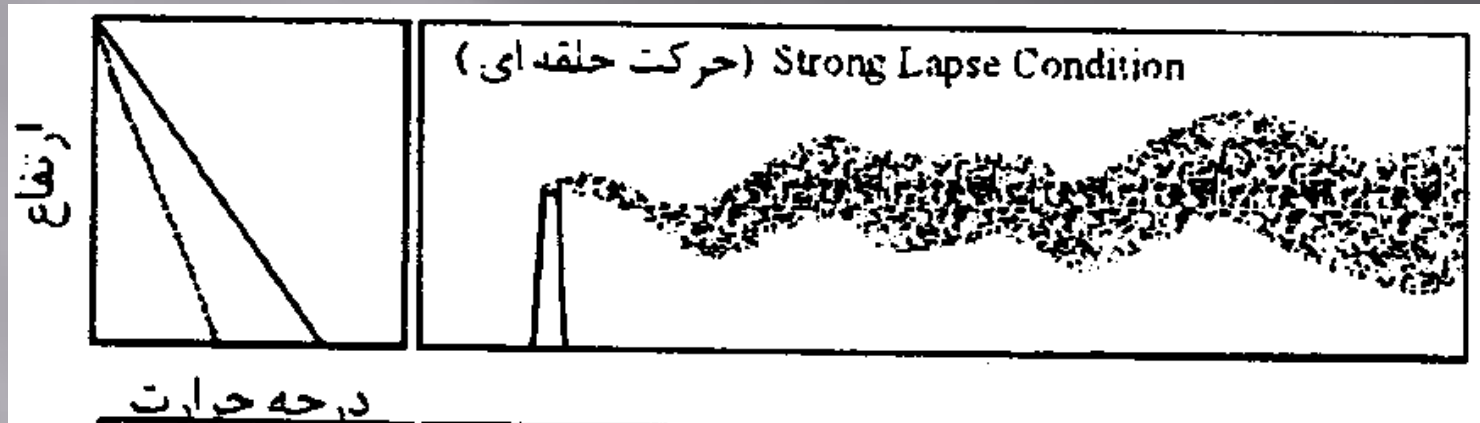
اینورژن فروکش



حرکات دود پس از خروج از دود کش

- حرکت حلقه ای
- حرکت قیفی
- حرکت بادبزی
- حرکت بالارونده
- حرکت دودی
- حرکت محبوس

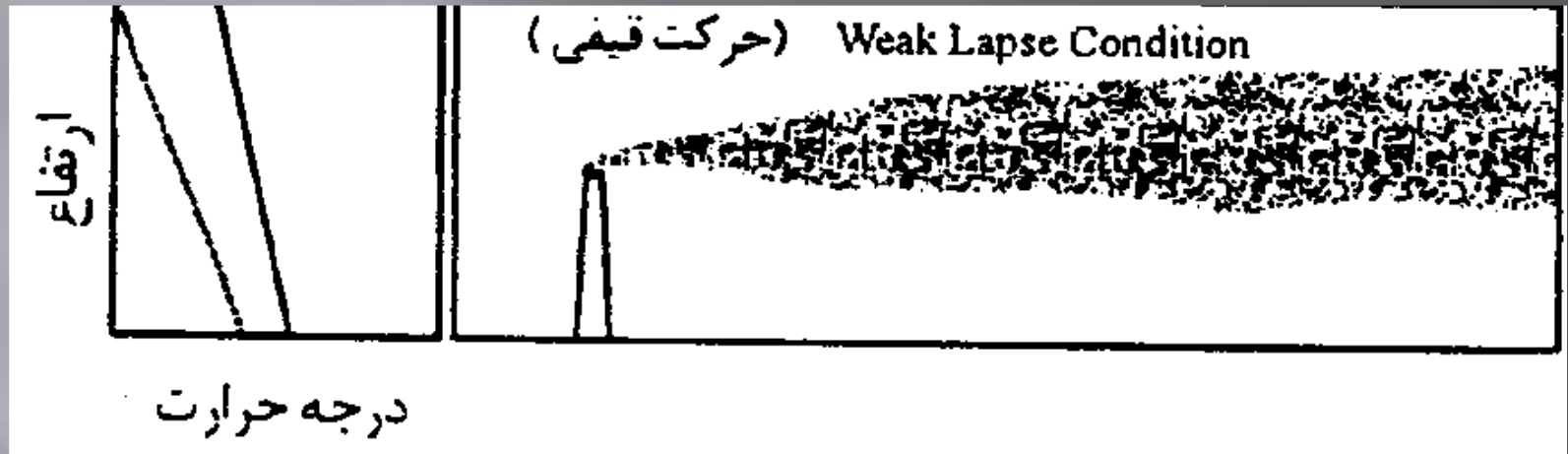
حرکت حلقه ای



این حرکت زمانی رخ می دهد که گرادیان هوا در حالت فوق ادیاباتیک بوده و هوا به شدت متلاطم باشد.

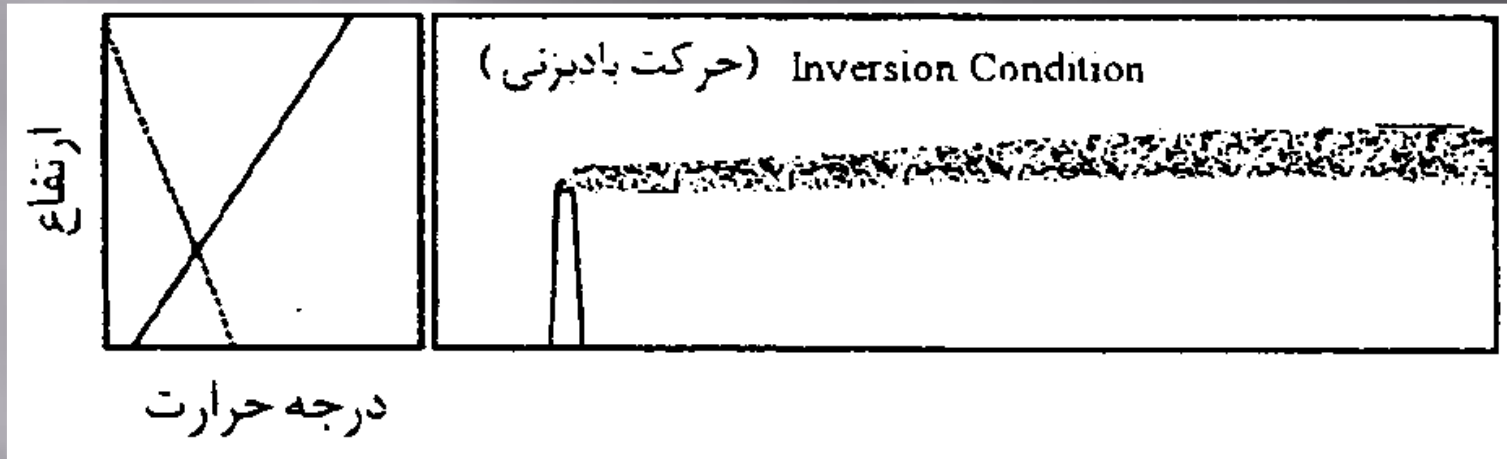
این حالت معمولاً در فصول گرم به همراه تابش شدید خورشید ایجاد می گردد.

حرکت قیفی



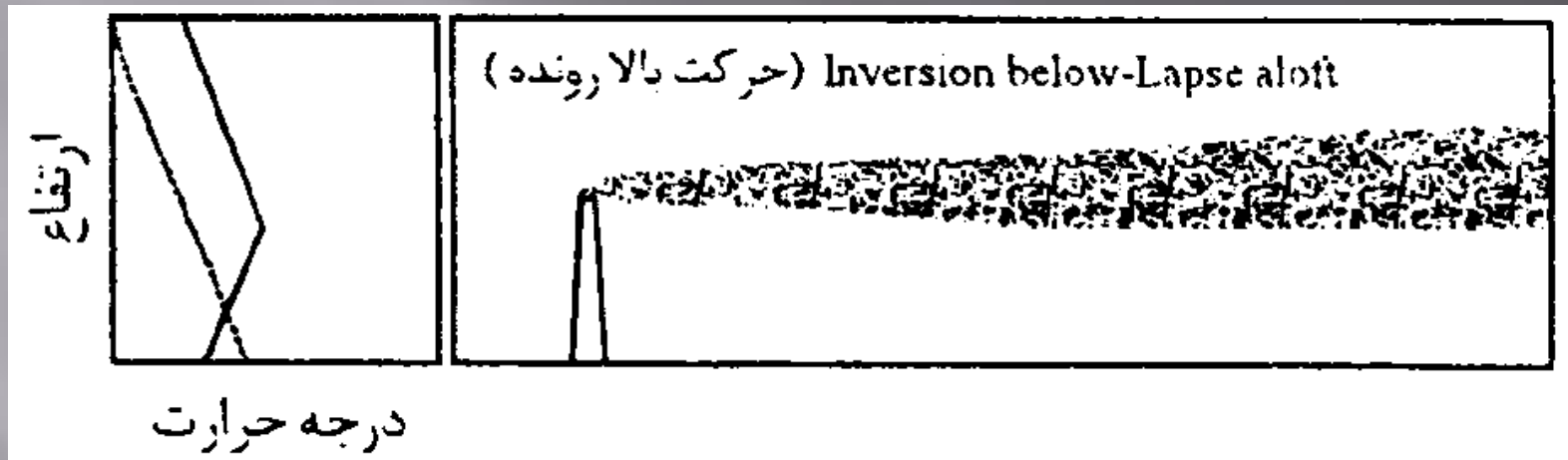
حرکت قیفی زمانی رخ می دهد که گرادیان دمایی کمتر از ادیاباتیک باشد ولی به حالت هم دمایی نرسد.

حرکت بادبزنی



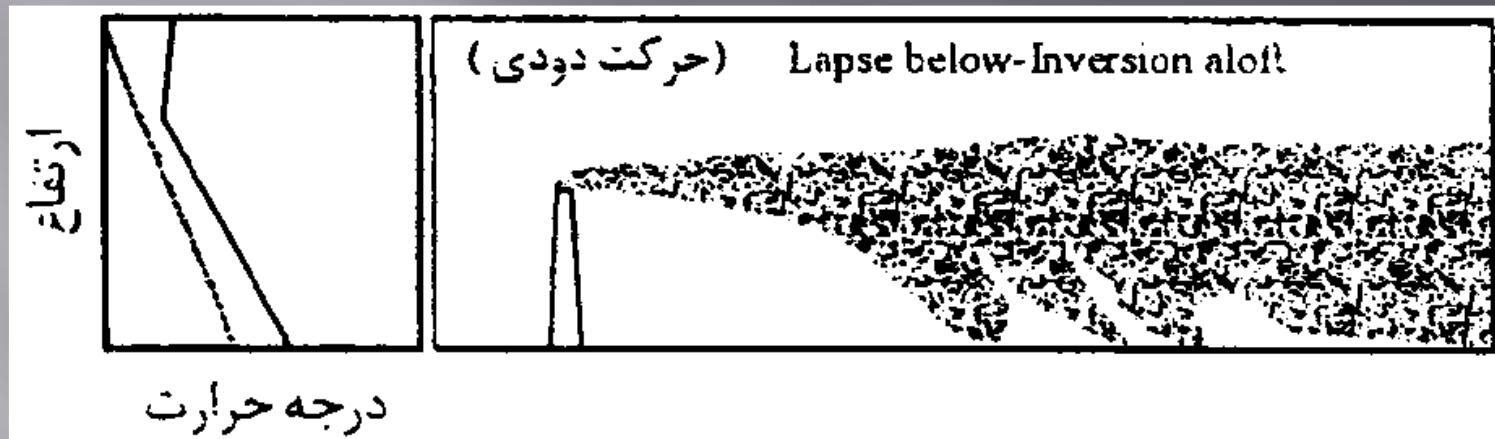
این حرکت زمانی ایجاد می گردد که گرادیان دمایی مثبت باشد. یعنی زمانی که وارونگی دمایی کل ستون دود را فرا گرفته باشد.

حرکت بالا رونده



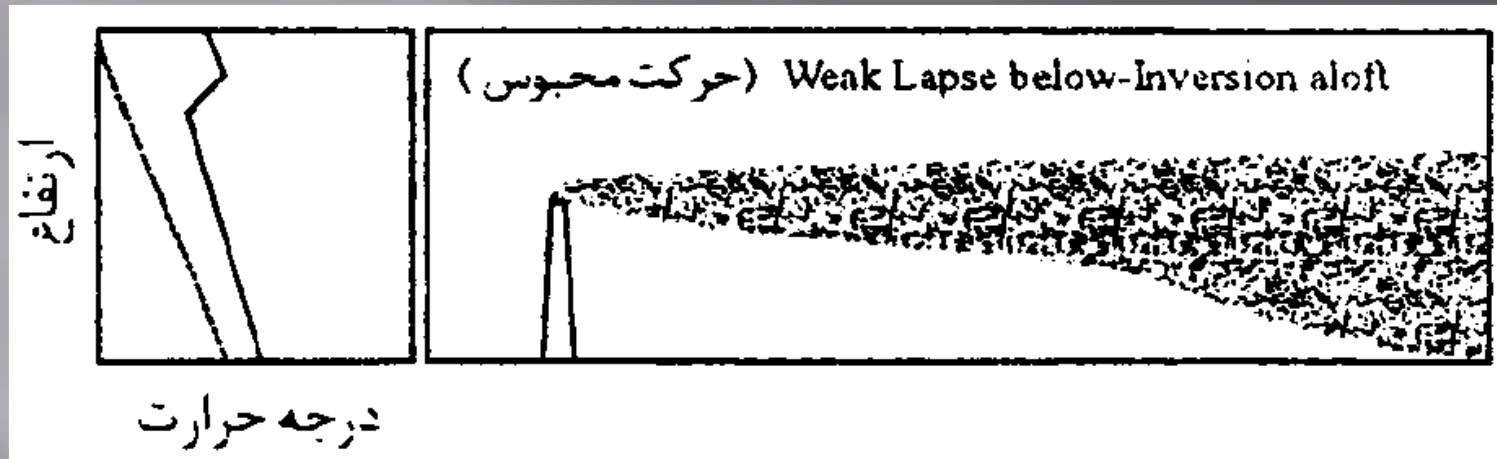
این حرکت زمانی ایجاد می گردد که تنها یک وارونگی دوما در پایین ستون دود وجود داشته باشد.

حرکت دودی



این حرکت دود در زمان شکستن وارونگی دما ایجاد می گردد و معمولاً در یک دوره نیم ساعته از بین می رود.

حرکت محبوس



این حرکت دود زمانی ظاهر می گردد که ستون دود در بین پایه های وارونگی دما قرار گرفته باشد.

تصویر ماهواره ای دود ناشی از آتش سوزی حیات وحش در کالیفرنیا



اثرات جهانی آلودگی هوا

- گرمایش جهانی
- افت ازن استراتوسفری
- باران های اسیدی
- آئروسول

گرمایش جهانی

گرم شدن زمین به دلیل تولید گازهایی با ظرفیت زیاد جذب حرارت ایجاد می گردد. این گازها را گازهای گلخانه ای می نامند.

این گازها عبارتند از:

دی اکسید کربن، فریون ها، هالوژن ها، متان، اکسید نیتروس و کلروفلوروکربن ها

توانایی گازهای گلخانه ای در گرمایش زمین

□ طبقه بندی از لحاظ پتانسیل گرمایش زمین:
کلروفلوروکربن ها، اکسید نیتروس، متان و دی اکسید کربن

□ طبقه بندی از لحاظ کمی:
در اکسید کربن، متان، اکسید نیتروس و کلروفلوروکربن ها

تأثيرات گرم شدن زمین

- ذوب یخهای قطبی
- افزایش ارتفاع آب اقیانوسها
- تغییرات آب و هوایی

افت ازن استراتوسفری

ازن طی یک چرخه با کمک جذب اشعه ماوراء بنفش خورشید تولید و در واکنش‌های مختلف مصرف می‌گردد.

ترکیباتی همچون کلروفلوروکربنها باعث تشدید مصرف ازن و به هم خوردن تعادل چرخه ازن می‌گردد.

خطرات کاهش غلظت لایه ازن

کاهش غلظت ازن در استراتوسفر منجر به نفوذ بیشتر اشعه‌هایی همچون اشعه ماوراء بنفش می‌گردد که سرطانزا است و به چشم آسیب می‌رساند.

واحد اندازه‌گیری غلظت ازن دابسون است. یک دابسون معادل یک قسمت در یک بیلیون قسمت (ppb) ازن است.

باران اسیدی

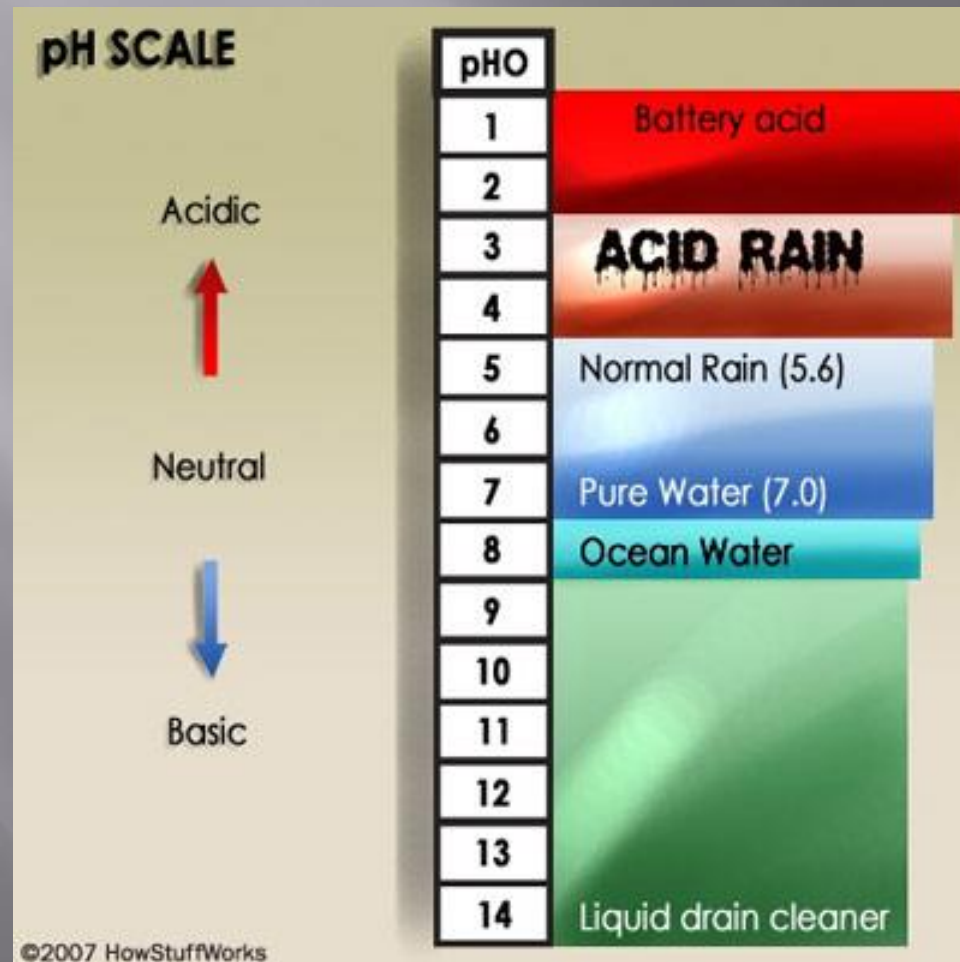
وجود ترکیباتی همچون NO_x و SO_x در هوا منجر به تولید اسید سولفوریک و اسید نیتریک در هنگام بارندگی و کاهش pH آب باران می شود.

در تولید باران اسیدی SO_x مهمتر از NO_x است.

چرخه باران اسیدی



pH آبهای مختلف



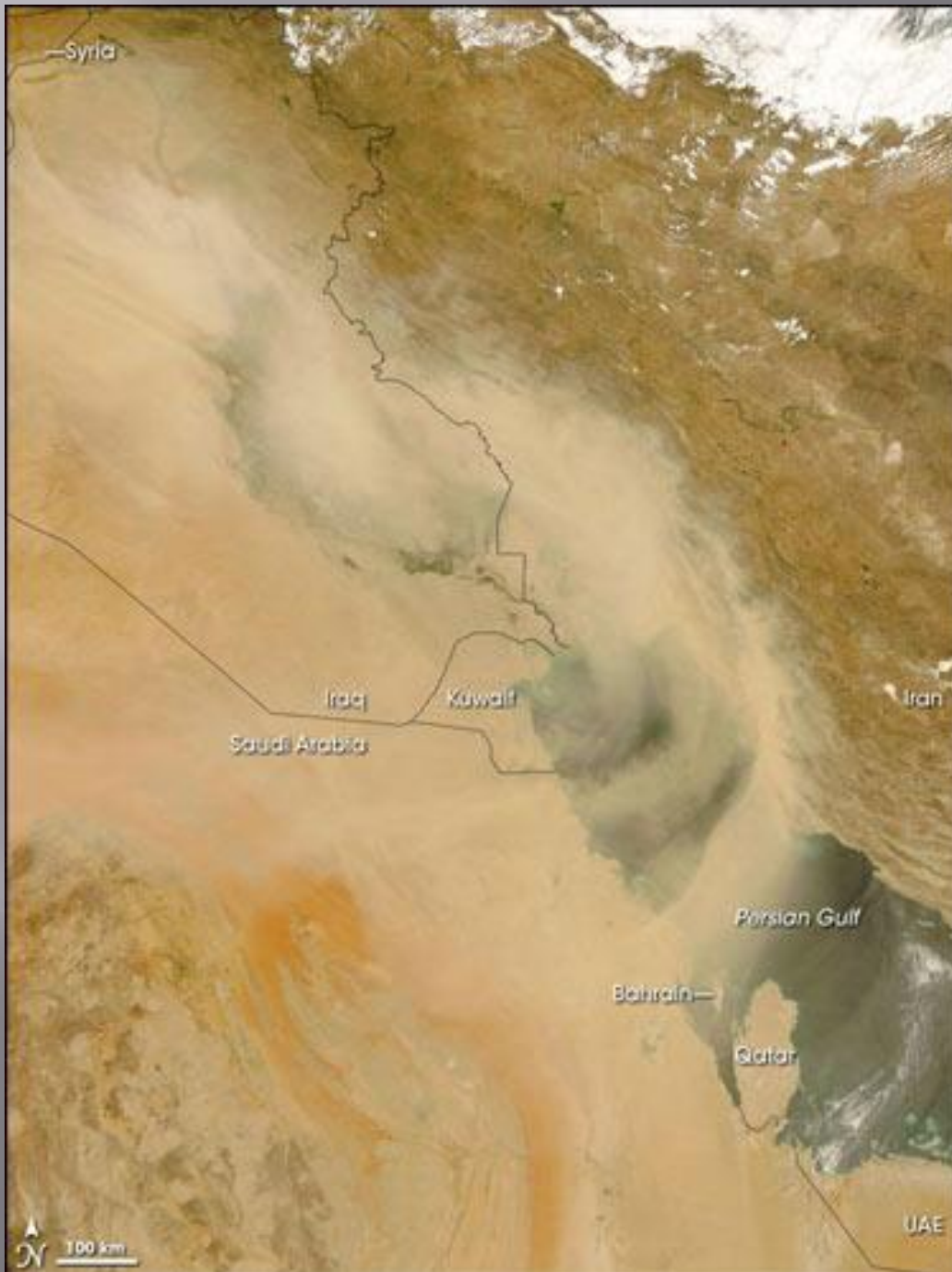
نمونه ای از اثرات بارانهای اسیدی



آلودگی ناشی از آئروسول ها

- منابع طبیعی خشکی (گرد و غبار ناشی از طوفان، آتشفشان و...)
- منابع طبیعی اقیانوسی (تولید ذرات نمک ناشی از اسپری آب اقیانوسها)
- منابع مصنوعی (ذرات حاصل از احتراق)

تصویر ماهواره ای از حرکت توده غبار



تصویر روبرو توده های عظیم غبار از بیابان های عراق و عربستان را نمایش می دهد که در حال وارد شدن به ایران است.

نقش آئروسول‌ها در اتمسفر

- پراکندن و جذب اشعه‌های خورشیدی.
- جذب اشعه مادون قرمز بازتابی از زمین.
- موثر بر تعادل حرارتی کره زمین از طریق ایجاد هسته‌های تراکم جهت ایجاد ابر و یخ در هوا.

قطر ذرات در آلودگی هوا

قطر ذراتی که در آلودگی هوا موثر هستند ۰.۰۱ تا ۱۰۰ میکرون است

ذرات بزرگتر از ۱۰ میکرون در هوا را ذرات ذرات قابل ته نشینی یا Dustfall گویند

خواص سطحی ذرات از عوامل موثر در ته نشینی

خواص سطحی ذرات عبارتند از:

- جذب بر جامدات
- جذب بر مایعات
- جذب شیمیایی
- چسبندگی

انواع ذرات معلق در هوا

- ذرات معدنی
- ذرات آلی
- ذرات بیولوژیکی

روشهای کنترل آلودگی هوا

روشهای حذف گازهای آلاینده از هوا

▣ جذب در مایعات

▣ جذب سطحی

▣ چگالش

▣ سوزاندن

▣ بیوفیلتراسیون

جذب در مایعات

این فرایند به کمک وسیله ای به نام اسکرابر انجام می گیرد.

حلال مورد استفاده می تواند:

آب، روغن های معدنی، آب آهک و... باشد.

شرط انجام صحیح این فرایند انتخاب حلال مناسب است.

گازهای قابل حذف در کاربرد اسکراپرها

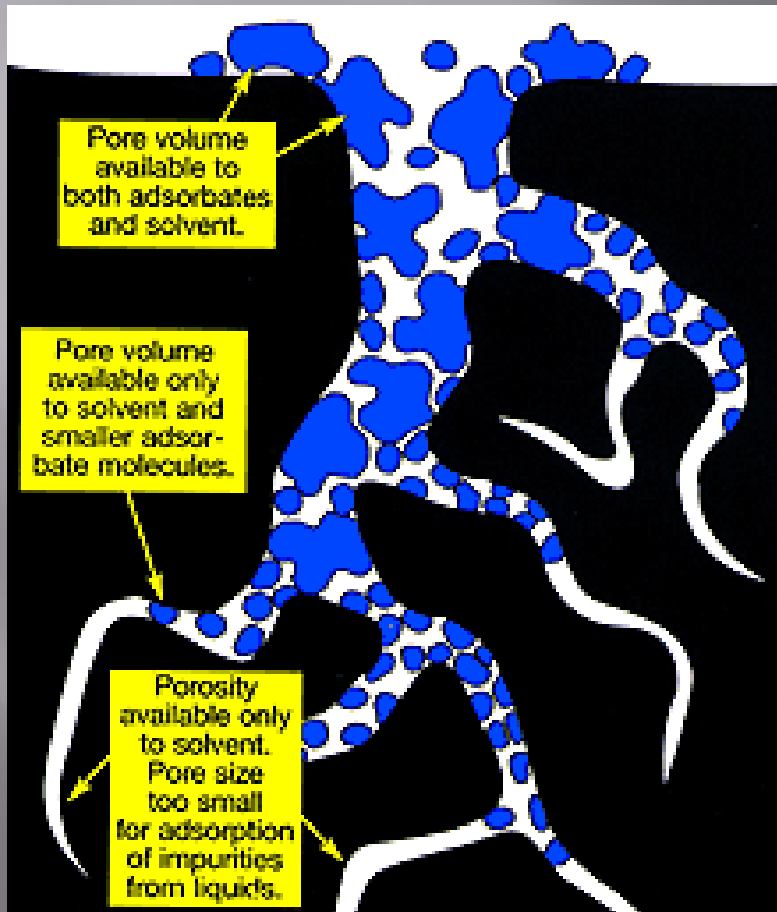
HCl، SO₂، H₂SO₄، HCN، H₂S، NH₃، Cl₂، بخارهای آلی
همچون فرمالدوئید، اتیلن و بنزن.

امکان تصفیه گازهای داغ خروجی از صنایع به کمک اسکراپرها وجود دارد.

جذب سطحی

جذب می تواند به کمک مواد جاذبی همچون کربن فعال انجام می گیرد.

موادی همچون ترکیبات آلی، گازهای آلاینده و ترکیبات مولد بو می توانند توسط جاذبهای مختلف حذف گردند.



چگالش

در این روش با کاهش دما مواد آلاینده را از حالت گاز به مایع تبدیل می نمایند.

دمای کم و فشار بالا به فرایند چگالش کمک می نماید.

سوزاندن

در دمای بالا مواد آلی به دی اکسید کربن و آب تبدیل می گردند.

به دلیل هزینه بالای تولید حرارت برنامه ریزی جهت بازیافت انرژی باید در نظر گرفته شود.

برای انجام احتراق خوب سه شرط زیر ضروری است:
زمان ماند، دمای مناسب، اختلاط کامل

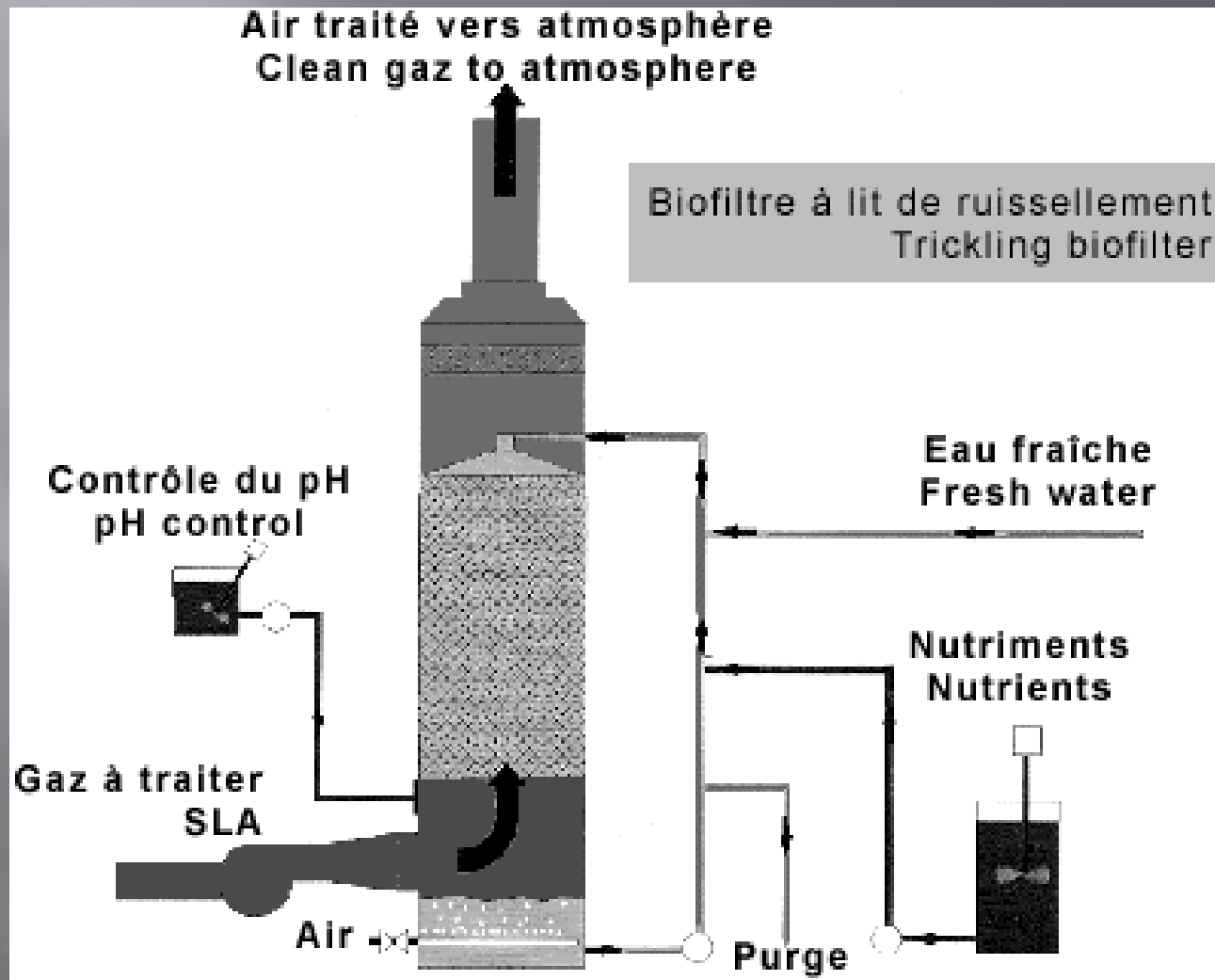
بیوفیلتراسیون

بیوفیلترها سازگاری بسیار بالایی با محیط زیست داشته و قادر به حذف انواع آلاینده ها با غلظتهای بسیار کم از محیط می باشند.

بیوفیلتر خاکی



نمایی از یک بیوفیلتر



بیوفیلترهای صنعتی



روشهای حذف ذرات آلاینده از هوا

- ته نشین کننده های ثقیلی
- جداسازهای سانتریفوژی (سیکلونها)
- الکتروفیلترها
- انواع فیلترها
- اسکرابرها

ته نشین کننده های ثقلی

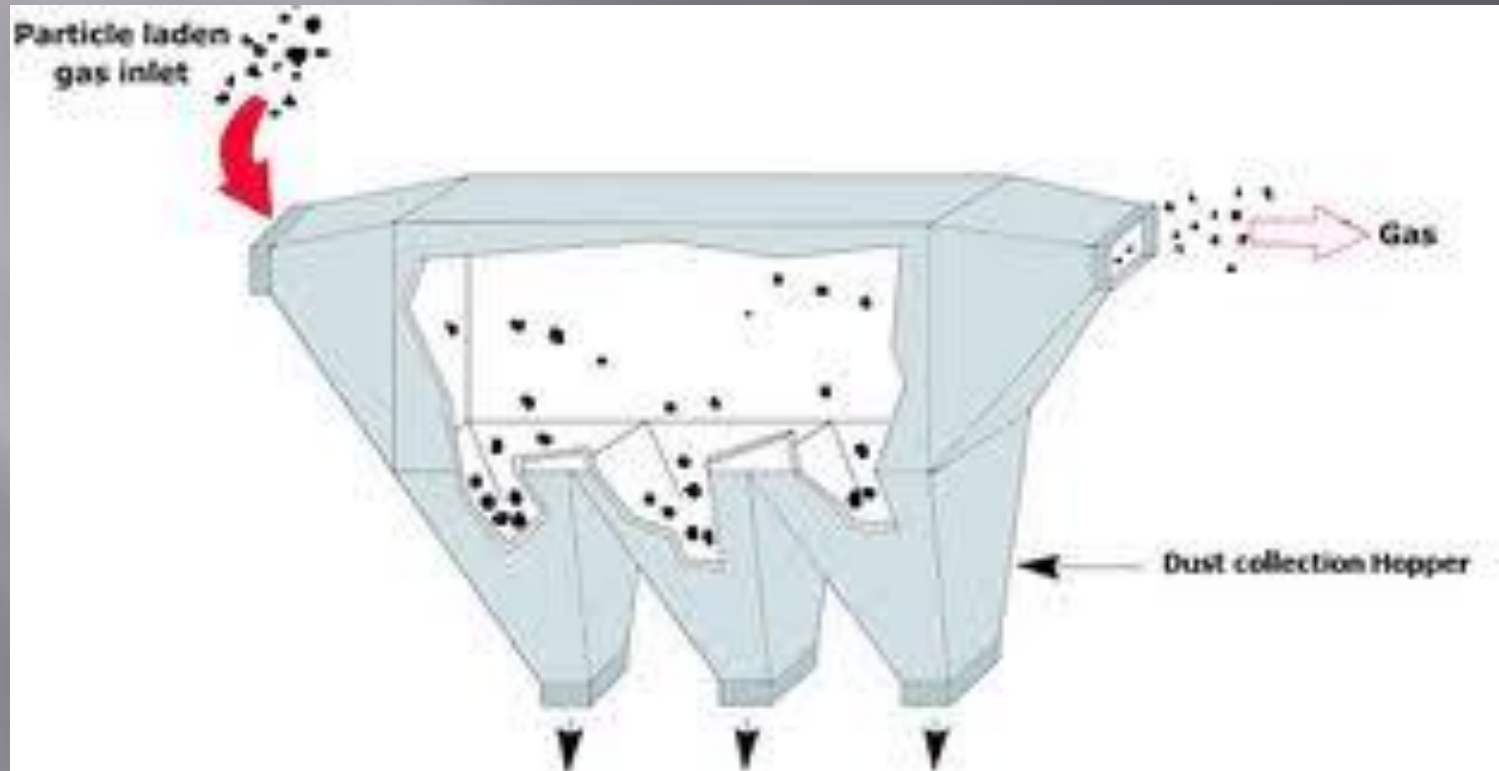
یکی از ساده ترین وسایل کنترل آلودگی هوا در صنایع می باشد.

این وسایل با افزایش سطح مقطع و در نتیجه کاهش سرعت جریان هوا منجر به ته نشینی ذرات می گردند.

این روش برای ذرات بزرگتر از ۵۰ میکرون موثر است.



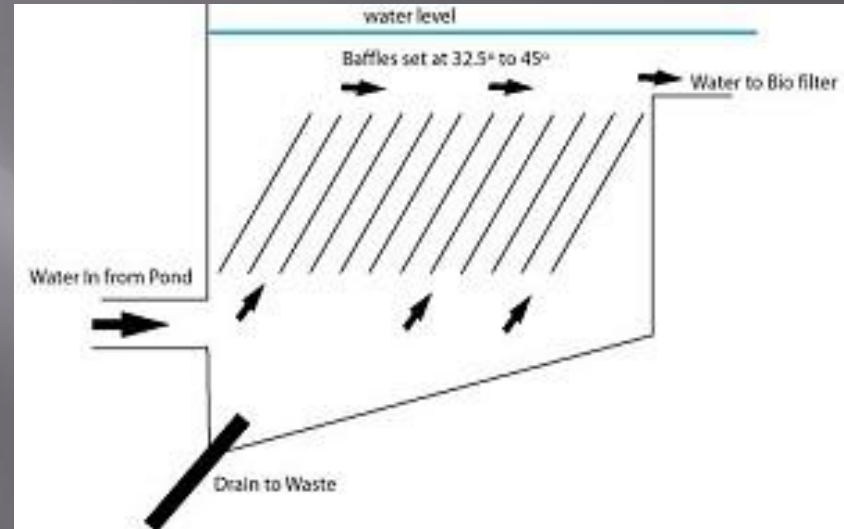
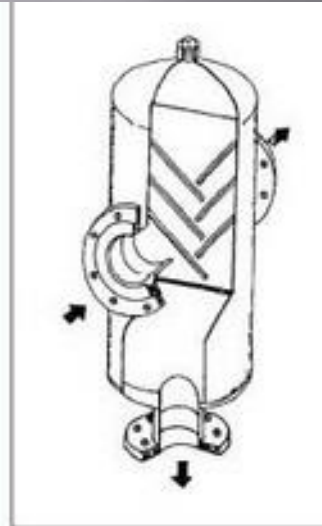
نمایی از ته نشین کننده های ثقیلی



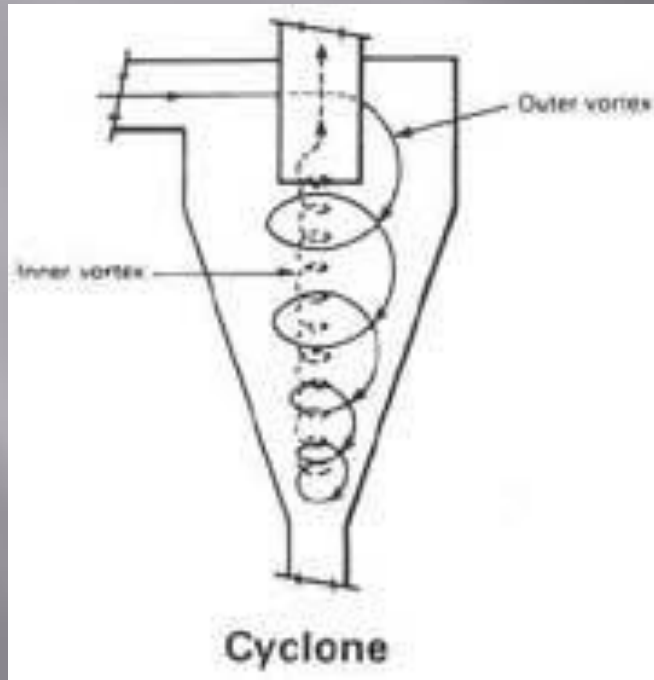
راه بندها

- در این روش از صفحات راه بند به منظور کاهش سرعت ذرات و ته نشینی آنها استفاده می شود.
- راه بندها می توانند به دو صورت تر و خشک مورد استفاده قرار گیرد.
- در هنگام کاربرد راه بندهای تر علاوه بر ذرات، برخی گازهای آلاینده نیز حذف می گردند.

نمونه هایی از راه بندها



سیکلونها

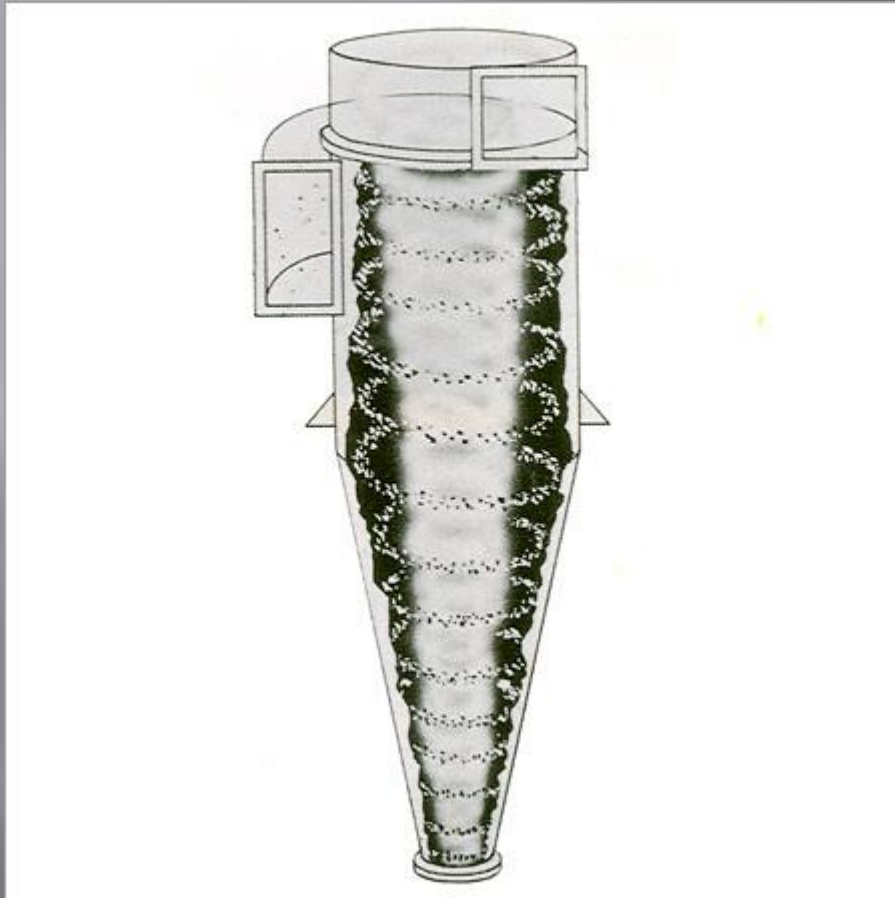


□ سیکلونها بر اساس نیروی گریز از مرکز جداسازی ذرات را انجام می دهند.

□ سیکلونها قادرند ذراتی با قطر ۵ میکرون را نیز به راحتی از هوا جدا سازند.

□ سیکلونها نیز می توانند برای افزایش راندمان به صورت مرطوب نیز به کار گرفته شوند.

نمونه ای از سیکلون

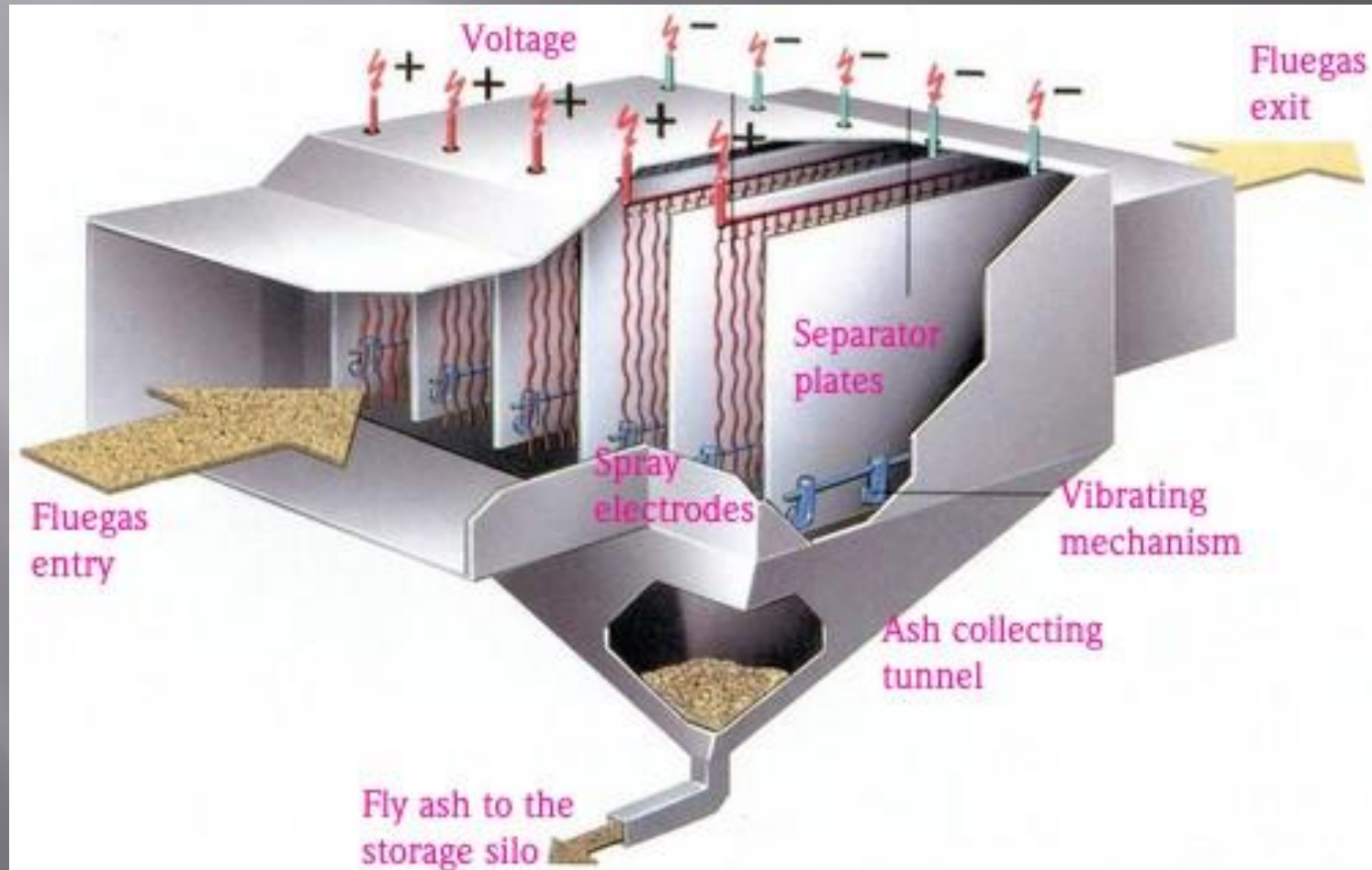


رسوب دهنده الکترواستاتیک

- کاربرد این روش در حذف ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرون می باشد.
- این روش بسیار موثر لیکن گران قیمت می باشد.
- این روش منحصرأ قادر به حذف ذرات می باشد.

- این روش نیازمند ولتاژ بالا و نیروی متخصص می باشد.

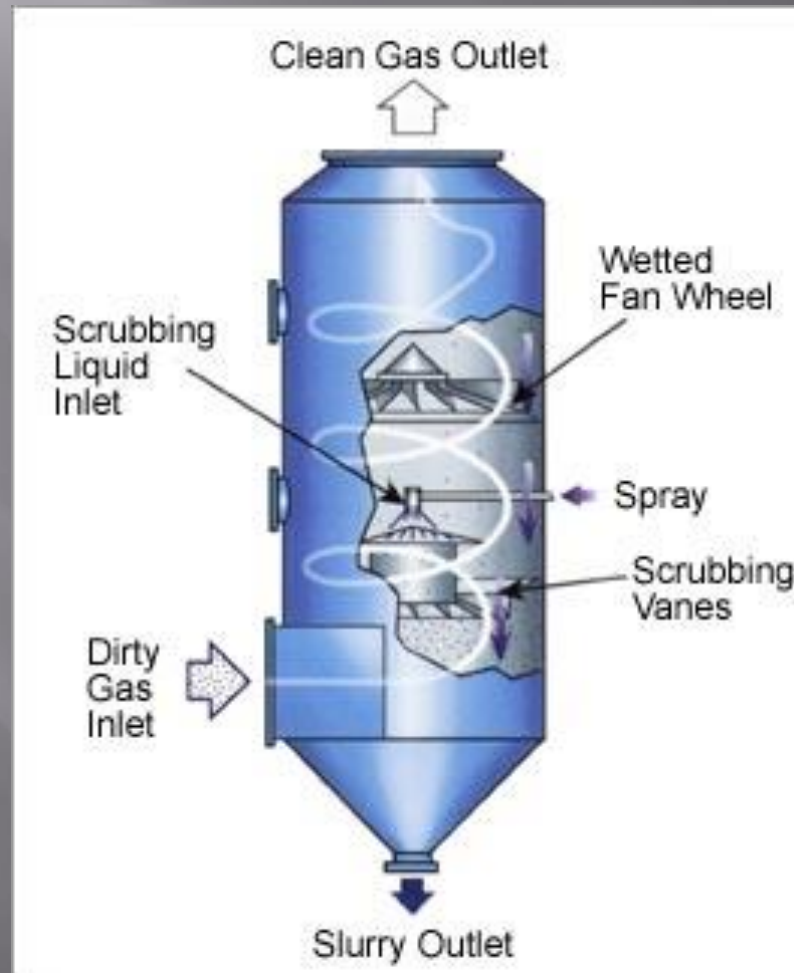
ساختار رسوب دهنده های الکترو استاتیک



اسکرابرهای تر

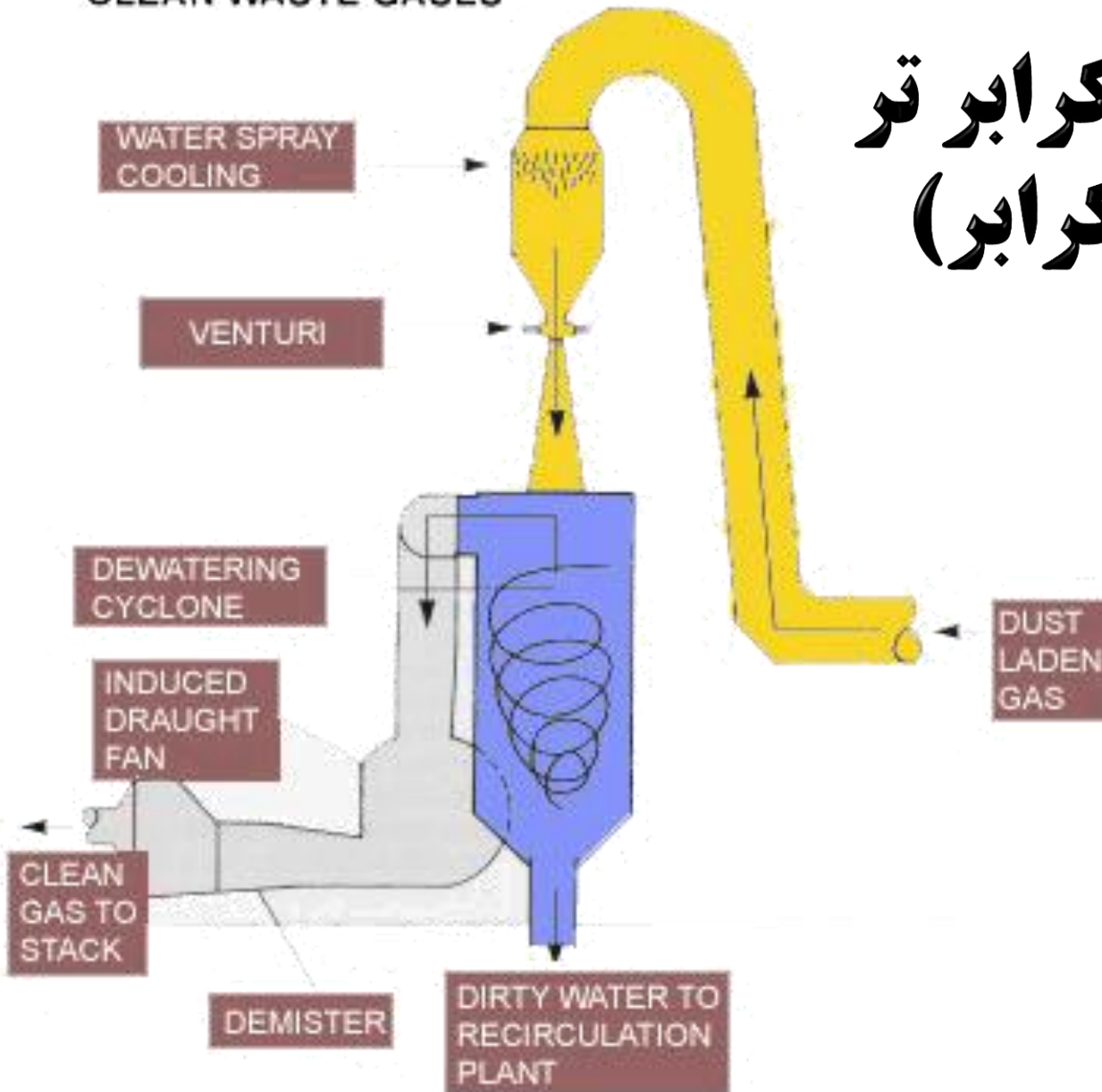
- اساس کار این روش شستشوی گاز به کمک یک حلال می باشد.
- در این روش بطور هم زمان گازها و ذرات حذف می گردند.
- در هنگام کاربرد این روش باید به تصفیه پساب حاصل نیز فکر شود.

نمونه ای از اسکرابر تر



A TYPICAL WET SCRUBBER USED TO CLEAN WASTE GASES

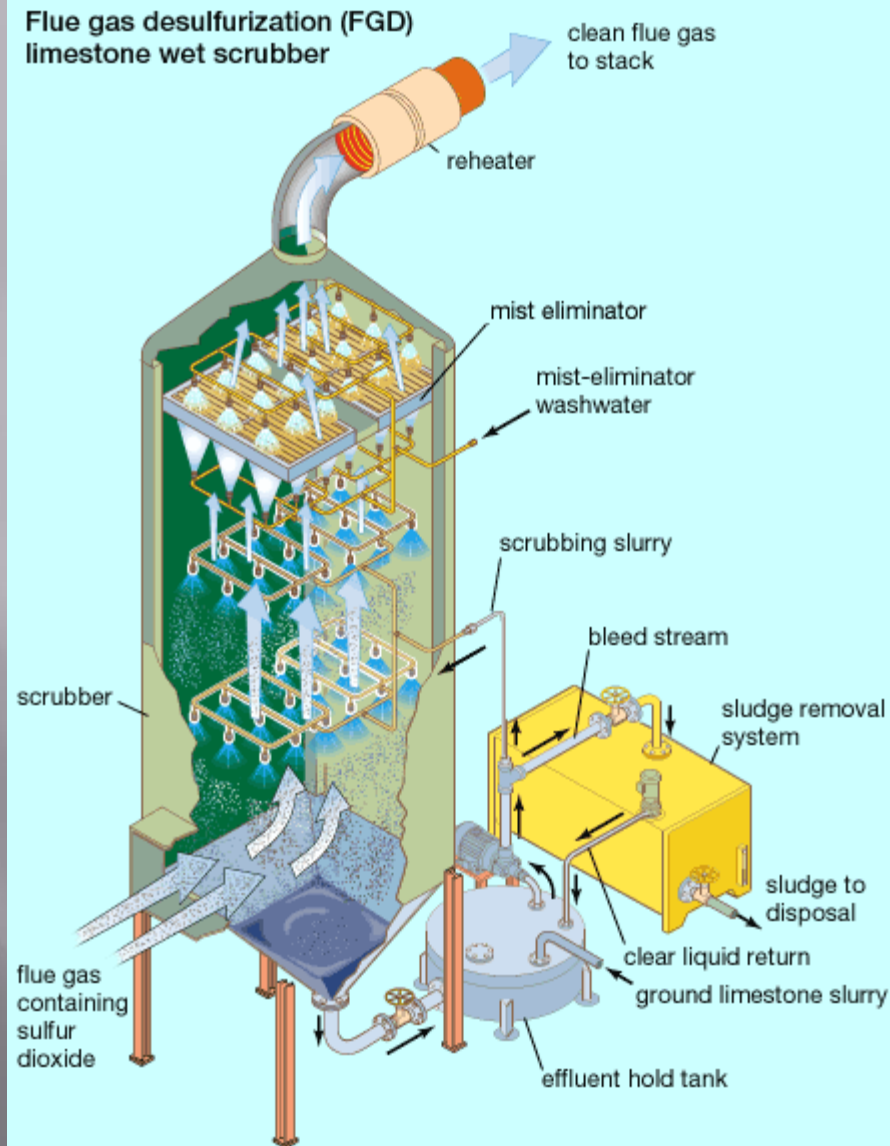
نمونه ای از اسکرابر تر
(ونچوری اسکرابر)



نمایی از دستگاه ونچوری اسکرابر



نمایی از دستگاه اسکراپر معمولی



فیلترهای فابریک

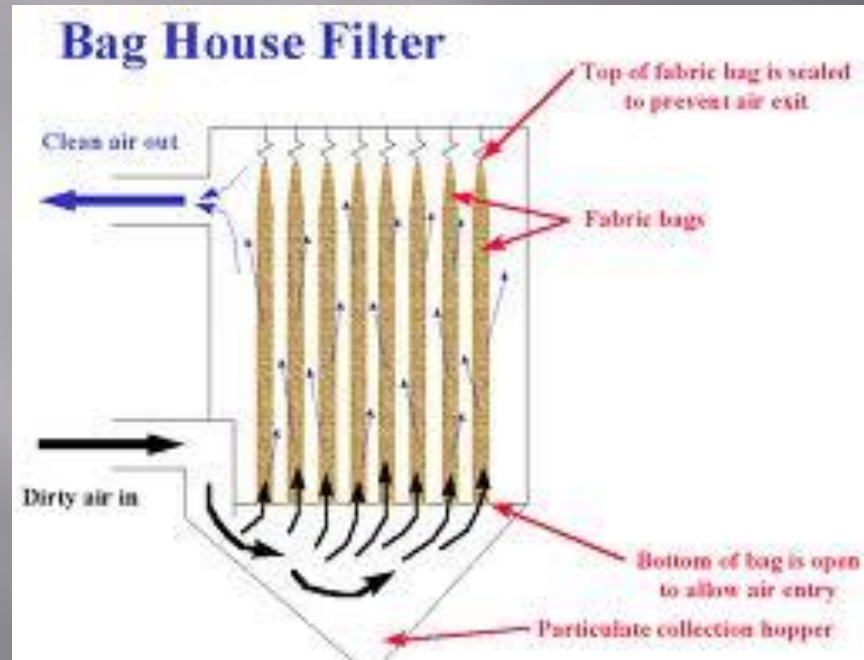
- این فیلترها بستر متخلخلی برای جداسازی ذرات از هوا می باشد.
- این فیلترها راندمان خوبی برای ذرات کوچکتر از یک میکرون دارند.
- این فیلترها توانایی تصفیه گازهای مرطوب را ندارند.
- گازهای داغ منجر به نابودی فیلترها می گردد.

نوع خاصی از فیلترها (HEPA) قادر به حذف ۹۷/۹۹ درصد ذرات ۳/۰ میکرون هستند.

نمونه ای از فیلتر های هوا از نمای نزدیک کاغذی هوا



نحوه نصب فیلترهای فابریک



نمای نزدیک یک فیلتر پارچه ای



تصویر میکروسکوپی از فیلترهای HEPA



بخش سوم تصفیه فاضلاب

اهداف کلی تصفیه فاضلاب

- تامین شرایط بهداشتی برای زندگی مردم
- پاک نگهداری محیط زیست
- بازیابی فاضلاب
- تولید کود طبیعی
- تولید انرژی



انواع فاضلاب

- فاضلاب خانگی
- فاضلاب صنعتی
- پس آب ناشی از سیلابها
- فاضلاب کشاورزی



فاضلاب خانگی

ناشی از دستگاههای بهداشتی همچون توالت ها، حمام، ماشین های لباس شویی و ظرف شویی، پساب آشپزخانه و شستشوی بخشهای مختلف خانه می باشد.

در شبکه جمع آوری فاضلاب شهری، فاضلاب مغازه ها، فروشگاهها، تعمیرگاهها، رستورانها و... نیز جمع آوری می شود.

مشخصات فاضلاب خانگی

- رنگ فاضلاب
- بوی فاضلاب
- pH فاضلاب
- دمای فاضلاب
- ناخالصیهای موجود در فاضلاب
- وزن مخصوص فاضلاب
- موجودات میکروبیولوژی موجود در فاضلاب

فاضلاب صنعتی

مشخصات بستگی به فرآیند مورد استفاده در صنعت دارد

تفاوت‌های میان فاضلاب صنعتی و خانگی

- امکان وجود ترکیبات سمی در فاضلاب صنعتی
- خوردندگی بیشتر فاضلاب صنعتی
- خاصیت قلیایی یا اسیدی فاضلاب صنعتی بیشتر است
- احتمال کمتر وجود میکروارگانیسم‌ها در فاضلاب صنعتی

تشابه فاضلاب های صنعتی



تنها بخش مشابه فاضلاب های صنعتی،
فاضلاب ناشی از سیستم خنک
کننده می باشد

آلودگی موجود در فاضلابهای صنعتی

- آلاینده های موجود در فاضلاب ناشی از معادن، کارخانه های فولاد سازی و... بیشتر از نوع معدنی هستند.
- آلاینده های موجود در فاضلاب ناشی از کارخانه های تهیه مواد غذایی، کارخانه های نشاسته سازی و... بیشتر آلی هستند.

فاضلاب های ناشی از سیلاب ها

- این فاضلاب ها در اثر برف، باران و ذوب یخ ها و روان شدن آنها در شهرها ایجاد می شوند.
- در برخی موارد درجه آلودگی اینگونه فاضلاب ها از فاضلاب خانگی بیشتر است.

تصفیه فاضلاب

ناپایدار نمودن آلاینده های موجود در فاضلاب و ته نشین نمودن آنها
اساس تصفیه فاضلاب را تشکیل می دهد.

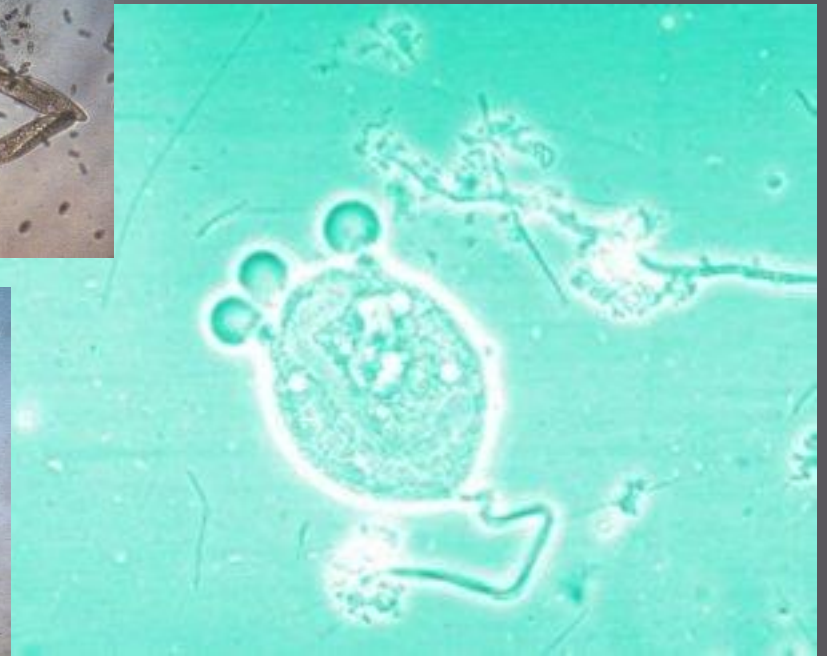
میکروارگانیزم های هوازی

میکروارگانیزم های بیهوازی

باکتریهای موجود در فاضلاب

میکروارگانیزم های اختیاری

برخی میکروارگانیسم های موجود در فاضلاب



تصفیه بیولوژیک هوای

باکتریهای هوای

مواد آلی

اکسیژن

دی اکسید کربن ، انرژی و باکتریهای جدید

تصفیه بیولوژیک بی هوازی

باکتریهای بی هوازی

مواد آلی

عدم وجود
اکسیژن

متان، هیدروژن سولفید، باکتریهای جدید و...

آزمایش های فاضلاب

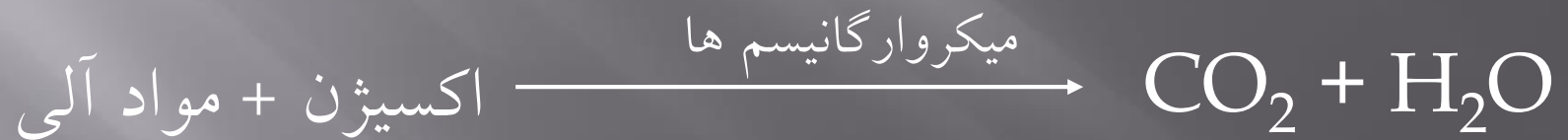
برای نشان دادن درجه آلودگی فاضلاب از شاخص های مختلفی استفاده می گردد که با آزمایش های مختلف مشخص می گردند.

شاخص های آلودگی آب و فاضلاب

- اکسیژن خواهی بیولوژیک (BOD)
- اکسیژن خواهی شیمیایی (COD)
- کل کربن آلی (TOC)
- کل مواد معلق (TSS)
- اکسیژن محلول (DO)
- سایر روش ها

تعریف BOD

تعیین مقدار اکسیژن لازم که باید به فاضلاب داده شود تا باکتریهای هوازی مواد آلی موجود در فاضلاب را اکسید نمایند



مقدار BOD به عوامل زیر وابسته است

- مقدار مواد آلی موجود در آب
- میزان فعالیت باکتری ها
- درجه حرارت
- توربولانس یا اختلاط فاضلاب

منحنی تغییرات BOD

□ مرحله اول: اکسیداسیون مواد آلی کربن دار

□ مرحله دوم: اکسیداسیون ترکیبات آلی ازت دار

اکسیداسیون مواد آلی کربن دار

این مرحله از اولین لحظات کار باکتریها آغاز شده و به مدت ۲۰ شبانه روز ادامه می یابد. در این مرحله کربن موجود در محیط ناپایدار شده و به ترکیبات پایداری همچون CO_2 تبدیل می شوند.

اکسیداسیون ترکیبات آلی ازت دار

این مرحله همزمان با اکسیداسیون ترکیبات آلی کربن دار شروع شده و از پیرامون دهمین روز از آغاز فعالیت باکتریها شدت می گیرد.

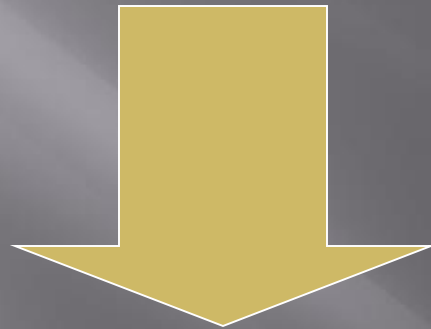
نیتریت ها



نیترات ها

مواد آلی ازته ← میکروارگانیسم ها

هفتاد درصد مواد آلی در پنج روز اول اکسید می شوند



بنابر این برای صرفه جویی در زمان از BOD_5 (پنج روزه) استفاده می شود

تعریف BOD_5

مقدار میلی گرم اکسیژنی که لازم است تا در پنج روز نخست باکتریهای هوازی مواد آلی موجود در یک لیتر فاضلاب را در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد اکسید نمود.

نمایش ریاضی تغییرات BOD

$$\text{BOD}_t = L_0(1 - e^{-kt})$$

$$\text{BOD}_t = L_0(1 - 10^{-k't})$$

$$k_t' = 0.4343k$$

$$k_t = k_{20} \times 1.047^{(t-20)}$$

مثال:

فاضلابی پس از ورود به رودخانه باعث افزایش میزان BOD_5 رودخانه به ۴۰ میلی گرم بر لیتر می شود. در صورتی که دمای محیط ۲۰ درجه سانتیگراد باشد و سرعت جریان آب رودخانه نیز ۱ کیلومتر بر ساعت باشد، مقدار BOD_5 رودخانه در ۴۸ کیلومتر پایین تر چقدر خواهد بود؟ مقدار ضریب K را ۰/۲۳ در نظر بگیرید.

حل:

ابتدا مقدار BOD نهایی یا L_0 را به کمک معادله زیر مشخص می نماییم:

$$BOD_t = L_0(1 - e^{-kt})$$

$$40 = L_0(1 - e^{-0.23 \times 5})$$

$$L_0 = 58.4$$

مدت زمانی که آب ۴۸ کیلومتر را خواهد پیمود محاسبه می نماییم:

$$t = x/v$$

$$t = 48/1$$

$$t = 48 \text{ hr or 2 Days}$$

مقدار BOD_2 را محاسبه می نماییم:

$$BOD_t = L_0(1 - e^{-kt})$$

$$BOD_2 = 58.4(1 - e^{-0.23 \times 2})$$

$$BOD_2 = 21.53 \text{ mg/l}$$

BOD_2 به معنای این است که ۵۳/۲۱ میلی گرم از BOD در این مدت مصرف شده است. بنابر این با کم کردن این مقدار از BOD نهایی می توان مقدار BOD در ۴۸ کیلومتر پایین تر را محاسبه نمود که این مقدار برابر با ۸۷/۳۶ میلی گرم در لیتر خواهد بود.

میزان آلودگی فاضلاب های شهری

حدوداً بر حسب BOD_5 برابر با ۲۰۰ الی ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر می باشد

دستگاه BOD متر

دیجیتال



تعریف COD

در این روش برای اکسیداسیون مواد آلی موجود در فاضلاب از محیطی اسیدی به همراه اکسید کننده ای قوی، چون دی کرومات پتاسیم و یا پرمنگنات استفاده می شود.

غالباً مقدار COD بیشتر از BOD می باشد و نسبت COD به BOD در حدود ۴/۰ الی ۸/۰ در نظر گرفته می شود.

انجام آزمایش COD به روش تقطیر برگشتی



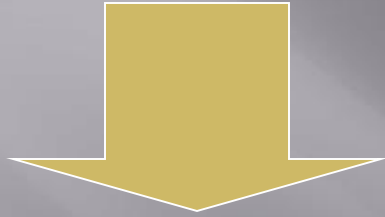
TOC

کل کربن آلی را با گرم کردن نمونه در دمایی بالاتر از ۵۵۰ درجه سانتیگراد و تبدیل مواد آلی موجود در آن به CO₂ و در نهایت اندازه گیری CO₂ تولید شده مشخص می کنند.

چند نمونه از دستگاه TOC متر



جامدات موجود در فاضلاب (TS)



جامدات معلق

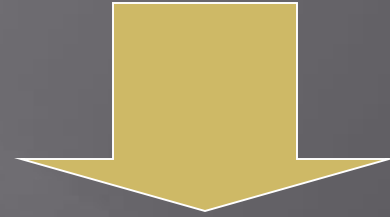
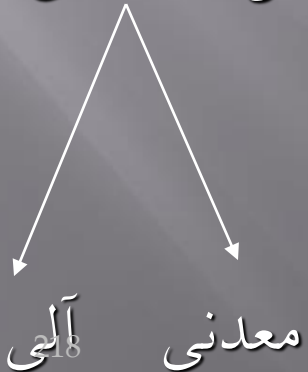
(TSS)



قابل ته نشینی



غیر قابل ته نشینی



جامدات محلول (TDS)



آلی



معدنی

اکسیژن محلول DO

مقدار اکسیژن حل شده در آب DO یا اکسیژن محلول نامیده می شود.

مقدار اکسیژن محلول موجود در فاضلاب شهری نمایشگر قدرت تصفیه طبیعی و خودبخودی آن می باشد

جمعیت معادل

BOD فاضلاب
تولیدی صنعت بر
حسب میلی گرم بر
لیتر

$$\frac{BOD_5 (mg / l) \times Q(l)}{BOD_5 (mg)}$$

سرانه تولید BOD بر حسب
میلی گرم

دبی فاضلاب صنعتی بر
حسب لیتر

سرانه تولید BOD_5 در ایران ۶۰ گرم در شبانه روز محاسبه شده است.

مقصود از تصفیه فاضلاب

- گرفتن مواد معلق و شناور از فاضلاب
- تبدیل مواد ناپایدار موجود در فاضلاب به مواد پایدار
- جداسازی مواد سمی محلول و نامحلول
- گندزدایی و نابودی میکروب ها در فاضلاب

روشهای مختلف تصفیه آب و فاضلاب

- روش های فیزیکی
- روش های شیمیایی
- روشهای بیولوژیکی

تصفیه فیزیکی

از خواص مکانیکی و فیزیکی برای جداسازی مواد خارجی معلق در فاضلاب استفاده می شود

مهمترین روشهای تصفیه فیزیکی

- صافی ها
- تانک های ته نشینی
- سیستم های شناور سازی

صاف کردن فاضلاب



□ آشغالگیری

□ صاف کردن با کمک صافی های ماسه ای

ته نشین کردن مواد معلق



با کاهش سرعت جریان آب امکان ته نشینی مواد معلق در تصفیه خانه های آب و فاضلاب فراهم خواهد شد

حوضچه های ته نشینی

- منطقه ورودی که توسط آن فاضلاب در استخر بخش می گردد.
- منطقه ته نشینی که در آن ذرات معلق فاضلاب ته نشین می شوند.
- منطقه جمع شدن لجن.
- منطقه خروجی که توسط آن فاضلاب ته نشین شده از استخر بیرون می رود.

نمایی از یک حوضچه ته نشینی



کاربرد رابطه استوک در طراحی حوضچه ته نشینی

$$v_s = \frac{(\gamma_1 - \gamma)}{18\eta} \times d^2$$

وزن مخصوص ذره

وزن مخصوص فاضلاب

قطر ذره

v_s سرعت ته نشینی

لزجیت دینامیکی

دبی ورودی به استخر

$$v_s (m / s) = \frac{Q}{A}$$

سرعت ته نشینی

سطح حوضچه ته نشینی

سرعت ته نشینی به عمق حوضچه ته نشینی بستگی ندارد.

در عمل استفاده از قانون استوک به دلایل زیر ممکن نیست

- ذرات کروی نیستند و از نظر جنس همگون نمی باشند.
- معمولاً ذرات معلق هریک به صورت جداگانه ته نشین نمی شوند.
- در کف استخر به دلیل افزایش غلظت ذرات سرعت ته نشینی کمتر است.
- سرعت افقی ذرات در تمام سطح استخر یکی نیست

لایه بندی حوضچه های ته نشینی

1. لایه تصفیه شده روئین که تقریباً ذرات معلق قابل ته نشینی از آن خارج شده است.
2. لایه ای که ذرات معلق فاضلاب در آن بصورت مستقل از هم در حال ته نشینی هستند.
3. لایه ای که غلظت ذرات در آن زیاد شده و ذرات به صورت لخته درآمده و ته نشین می شوند.
4. لایه ای که لخته های به هم نزدیک شده و مانع ته نشینی سریع می شوند.
5. لایه ای که در آن لجن ته نشین می شود.

بطور متوسط میزان کاهش شاخص های آلودگی در ته نشینی اولیه عبارتند از:

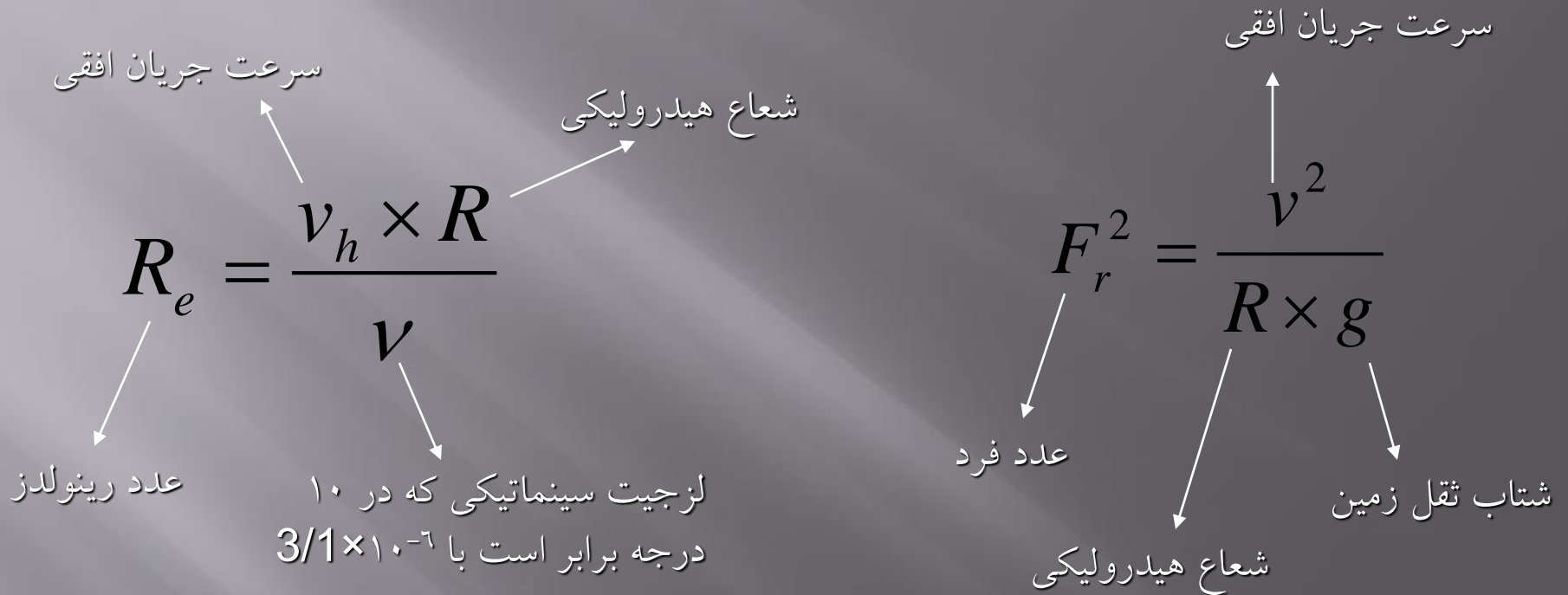
□ ۱۰۰٪ مواد قابل ته نشینی

□ ۸۰٪ کل مواد معلق

□ BOD₅ ۳۵٪

□ COD ۳۰٪

بررسی هیدرولیکی نوع جریان در ته نشینی



کاهش شعاع هیدرولیکی می تواند منجر به کاهش عدد رینولدز و افزایش عدد فرود گردد. بنابر این شعاع هیدرولیکی کوچک به استخرهایی با شعاع هیدرولیکی بزرگ برتری دارند.

عدد فرود میزان پایداری جریان را نشان می دهد و عدد رینولدز نشان دهنده میزان توربولانس جریان است.

واحدهایی که در تصفیه خانه ویژه عمل ته نشینی هستند

- حوضچه دانه گیری
- حوضچه ته نشینی اولیه
- حوضچه ته نشینی ثانویه

شناور سازی

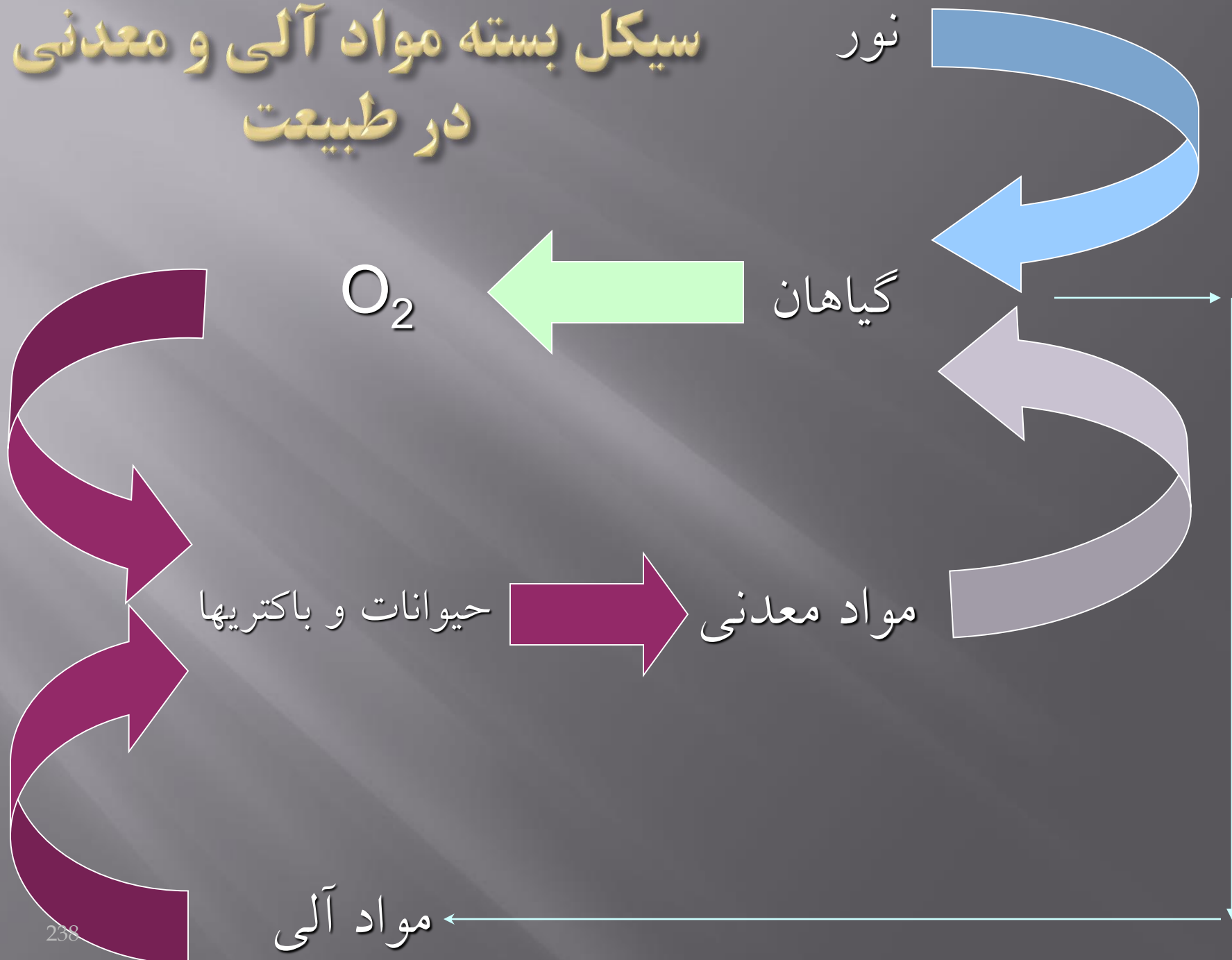
- برای حذف ذراتی که وزن مخصوص کمتر از آب دارند به کار می رود مانند روغن، چربی، ترکیبات نفتی و...
- معمولاً در تصفیه فاضلاب های صنعتی همچون کشتارگاهها و رستورانهای بزرگ به کار می رود.

تصفیه زیستی (بیولوژیکی)

زمانی که تصفیه فیزیکی جوابگو نباشد از تصفیه بیولوژیکی جهت حذف آلاینده ها استفاده می گردد.

در یکانهای تصفیه بیولوژیکی، فرایند تشدید شده که در طبیعت خود به خود ولی با سرعت پایین صورت می گیرد به کار گرفته می شود.

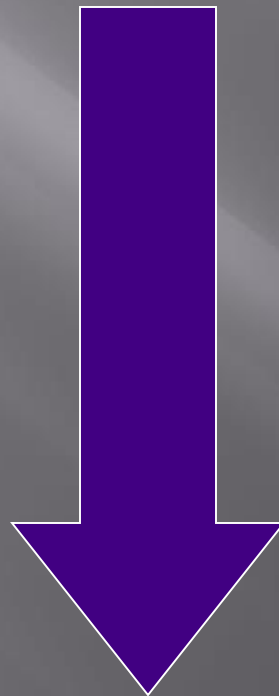
سیکل بسته مواد آلی و معدنی در طبیعت



انواع میکروارگانیزم ها



هوازی

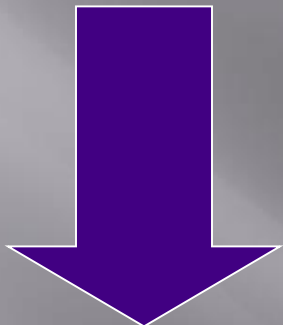


اختیاری

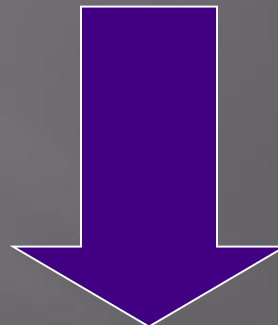


بی هوازی

میکروارگانیزم ها



انگل



سایروفیت



از مواد آلی موجود در پسماندها و اجساد سایر موجودات استفاده می کنند به همین دلیل به آنها کارگران تصفیه خانه نیز می گویند.

باکتریهای ساپروفیت

- از نظر ابعاد ۱ الی ۵ میکرومتر هستند.
- دارای هسته، پلازما و پوسته هستند.
- نزدیک به ۸۰ درصد وزن آنها را آب تشکیل می دهد.

تأثیر دما بر باکتریها

به ازاء هر ۱۰ درجه سانتیگراد افزایش دما فعالیتهای باکتریها ۲ برابر می شود. این عمل تا دمای ۴۰ درجه سانتیگراد ادامه دارد.

تأثیر pH بر باکتریها

مناسب ترین pH برای رشد باکتریها ۵/۶ الی ۵/۷ می باشد اما برخی از آنها در pH های بسیار پایین همچون تیوباسیلوس تیواکسیدانس و یا محیط های بسیار قلیایی نیز می توانند رشد نمایند.

تغییرات ناگهانی pH می تواند منجر به توقف رشد و یا مرگ باکتریها شود.

مهمترین انواع تصفیه بیولوژیکی

- تصفیه زیستی با کمک باکتریهای هوازی
- تصفیه زیستی با کمک باکتریهای بی هوازی
- تصفیه زیستی با کمک باکتریهای هوازی نیترات ساز و بی هوازی نیترات زدا
- تصفیه زیستی با کمک باکتریهای فسفات زدا

تصفیه هوازی

اساس کار این روش رساندن اکسیژن به میکروارگانیسم های موجود در فاضلاب و تشدید رشد آنها است.

انواع تصفیه هوازی

□ رشد معلق: (لجن فعال)

□ رشد چسبیده: (صافی چکنده یا دیسکهای بیولوژیک گردان)

اکسیژن رسانی در تصفیه فاضلاب

- وارد نمودن هوا به آب (با استفاده از هواپخششان)
- وارد نمودن آب به هوا (ایجاد تلاطم با کمک هوادهی سطحی)
- هوادهی طبیعی (برکه های تثبیت)

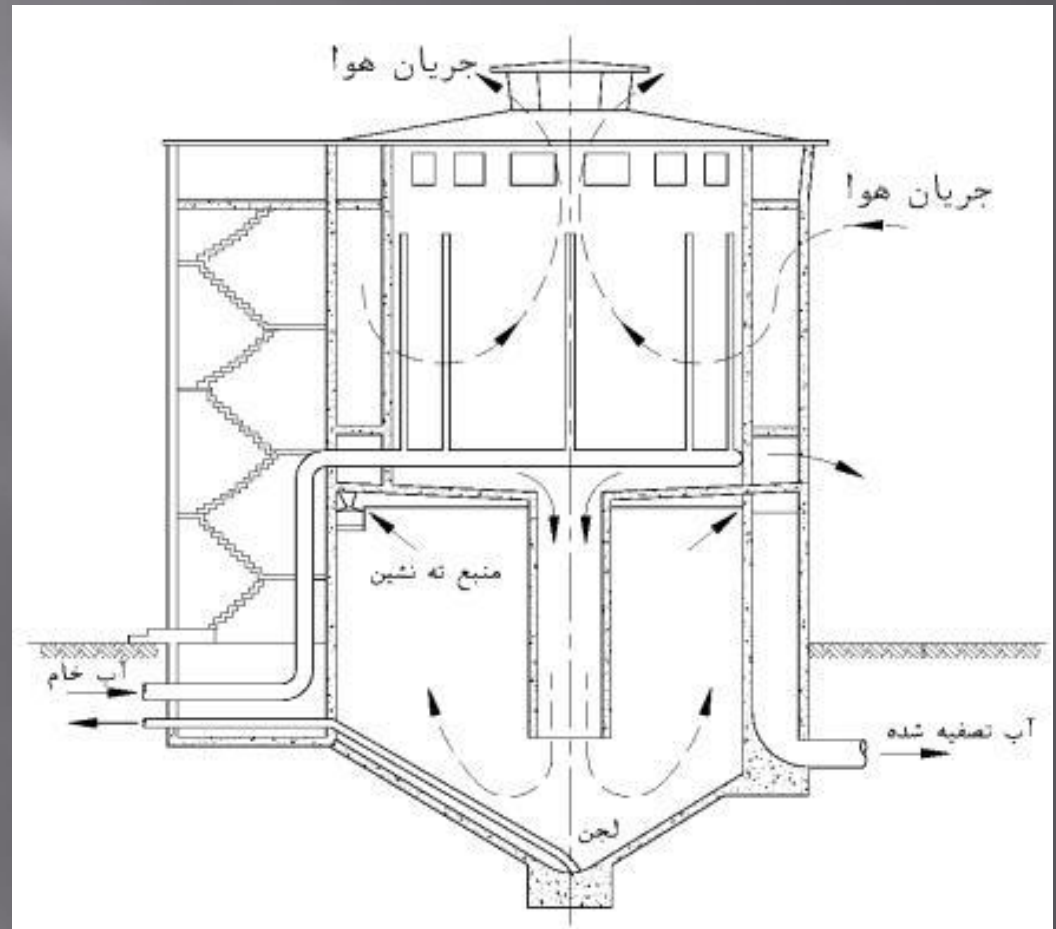
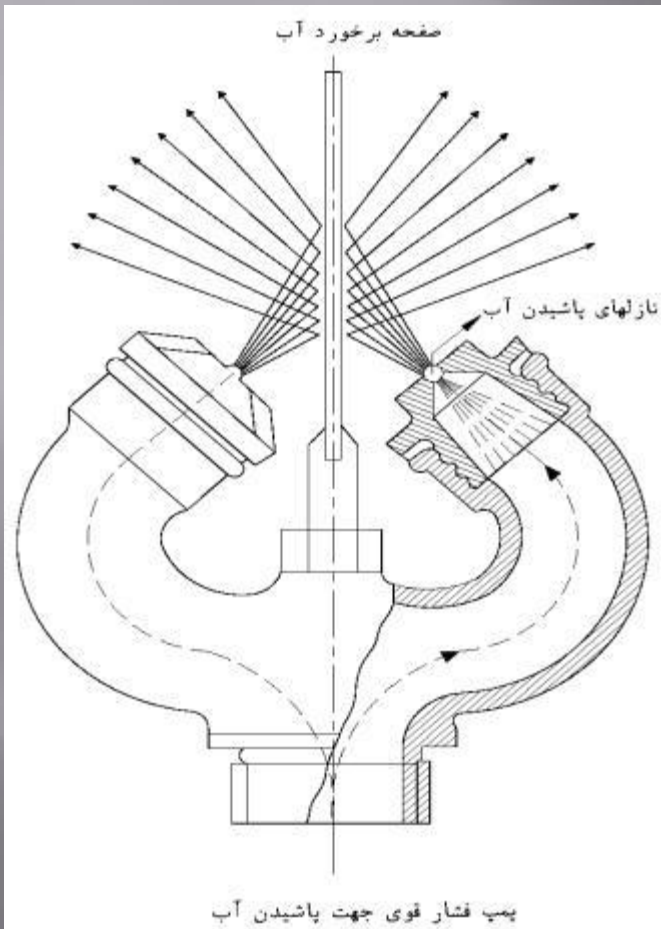
انواع هوا دهی



انواع هوادھی



انواع هوادهی (در تصفیه آب)



عوامل تاثیر گذار بر میزان جذب اکسیژن

- مقدار کمبود اکسیژن نسبت به حالت اشباع در فاضلاب
- ضریب جذب اکسیژن سیستم

محاسبه مقدار اکسیژن جذب شده توسط فاضلاب

میلی گرم در لیتر اکسیژن محلول
در فاضلاب در حالت اشباع

میلی گرم در لیتر اکسیژن
موجود در فاضلاب در
حالت هوادهی

وزن همه اکسیژنی که در
یک شبانه روز به
فاضلاب وارد می شود

$$Q_V = \frac{C_S - C_X}{C_S} \times O_c \times \alpha \times f$$

مقدار اکسیژنی که
توسط فاضلاب جذب
می گردد

ضریب جذب اکسیژن به
وسیله فاضلاب

ضربی که نشان دهنده
فشار اسمزی است