



نام درس: تصفیه آب  
 کد درس: ۲۷  
 پیش‌نیاز یا همزمان: فرایندها و عملیات در بهداشت محیط - انتقال و توزیع آب  
 تعداد کل واحد‌ها: ۲ واحد نظری

هدف:

دانشجویان با مراحل مختلف تصفیه آب و چگونگی تصفیه آب آشنا می‌شوند.

شرح درس:

در این درس اصول تصفیه آب آشامیدنی مورد بحث قرار می‌گیرد. تامین آب سالم و بهداشتی در هر اجتماع از اهمیت بسیار زیاد برخوردار می‌باشد. اغلب منابع آب های سطحی و زیر زمینی که به عنوان منابع تامین مورد نیاز جوامع می‌باشند حاوی ناخالصی‌ها و آلاینده‌های متعددی هستند، جهت رساندن آب به معیارها و استانداردهای مناسب و جلوگیری از انتقال بیماری‌های ناشی از عوامل شیمیایی و بیولوژیکی موجود در آب با استفاده از روشهای مناسب باید اینگونه آب‌ها را مورد تصفیه قرار داد. در این درس مواردی چون بهسازی منابع آب، روشهای مختلف تصفیه آب، واحدهای عملیاتی و فرایندی در تصفیه آب همراه با مقدمه ای بر طراحی اینگونه واحدها ارائه خواهد شد.

سرفصل درس نظری (۳۴ ساعت)

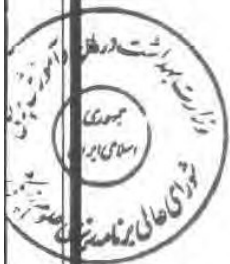
❖ مقدمه:

- منابع تامین آب (آب های جوی- اقیانوس‌ها- آب های سطحی- آب های زیر زمینی- آب های اصلاح شده و...)
- ناخالصی‌های موجود در آب ( مواد غیر محلول و معلق- مواد جامد محلول- گازها)
- خصوصیات آب شامل:
- خواص فیزیکی آب ( رنگ، کدورت، بو و مزه، دما، گرمای ویژه، گرمای نهان و...)
- خواص شیمیایی آب ( هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول در آب (TDS)، رابطه EC با TDS، سختی و انواع آن « سختی کل، سختی دائم، سختی موقت، سختی کاذب»، اسیدیته، قلیانیت، اندازه گیری قلیانیت، اهمیت قلیانیت و رابطه آن با pH، اندیس لانژلیه، اندیس پایداری، اندیس پورکوروس و... حلالیت آب و ...)
- بحث مختصری در مورد پارامترهای (BOD, COD, TOC, DO, THOD,...)
- ❖ تصفیه مقدماتی آب شامل:
- آشغالگیرها (Screen)، اهداف آشغالگیری، انواع آشغالگیرها « آشغالگیرهای میله ای و انواع آن، آشغالگیرهای مشبک سیمی و ...»، مکانیسم پاکسازی آشغالگیرها، نگهداری تجهیزات آشغالگیری
- ته نشینی مقدماتی ( اهداف ته نشینی مقدماتی، مخازن ته نشینی مقدماتی، ماسه گیرها، تجهیزات مکانیکی حذف شن و ماسه)
- انواع ته نشین سازها از جمله صفحه ای و لوله ای
- ❖ انعقاد و لخته سازی:
- فرآیند انعقادسازی و اهداف آن
- انواع ذرات غیر قابل ته نشینی «جامدات معلق غیر قابل ته نشینی، جامدات کلوئیدی، جامدات محلول»
- مکانیسم های انعقاد سازی ( انعقاد سازی ارتوسینتیک، انعقاد سازی الکتروسینتیک) و بحث در هر مورد
- مواد شیمیایی منعقد کننده و تجهیزات تزریق شامل:

- هدف از افزودن مواد منعقد کننده، ویژگی های منعقد کننده ها، انواع مواد منعقد کننده نظیر سولفات آلومینیوم، کلرید فریک، سولفات فریک، سولفات فرو، آلومینات سدیم، سیلیکات سدیم و... و بحث در هر مورد هر کدام
- کمک منعقد کننده ها ( هدف از مصرف کمک منعقد کننده ها، انواع کمک منعقد کننده ها « سیلیس فعال، عوامل وزنی، پلی الکترولیت ها و انواع آنها» و بحث در مورد هر کدام
- خصوصیات تاثیر گذار آب در انتخاب مواد شیمیایی ( درجه حرارت، pH، قلیائیت، کدورت، رنگ و...) و بحث هر مورد
- ذخیره سازی و حمل و نقل مواد شیمیایی، تجهیزات تزریق ترکیبات شیمیایی ( تزریق کننده های خشک، تزریق کننده های محلول)
- تجهیزات اختلاط سریع و انواع آن ( هم زن های مکانیکی، هم زن های ساکن، پمپ ها و مجاری، حوضچه های دارای مانع و...) و بحث در مورد هر کدام
- لخته سازی و عوامل موثر در آن، تجهیزات لخته سازی و انواع آن ( حوضچه های لخته سازی، حوضچه های تماس با جامدات و...) و بحث در مورد هر کدام
- آزمایشات و تجهیزات کنترلی راهبری (آزمایش جار Jar Test، آزمایش pH، آزمایش کدورت، اندازه گیری پتانسیل زتا، اندازه گیری جریان، شمارش ذرات، آزمایش قابلیت صاف شدن و...) و بحث در هر مورد
- مشکلات بهره برداری مرتبط با فرآیندهای انعقاد و لخته سازی ( درجه حرارت پایین، لخته ضعیف، تشکیل کند لخته) بحث در هر مورد و راه کارهای کنترلی آنها
- ❖ **حوضچه های ته نشینی و زلال سازها:**
- شرح فرآیند ته نشینی، انواع ته نشینی ها ( ته نشینی نوع اول «ذرات مجزا»، ته نشینی نوع دوم «مواد لخته ای»، ته نشینی نوع سوم «منطقه ای یا ناحیه ای»، ته نشینی نوع چهارم «متراکم» و بحث در هر مورد
- انواع حوضچه ها (حوضچه های مستطیلی متعارف، حوضچه های متعارف با تغذیه از مرکز، حوضچه های با تغذیه از پیرامون، حوضچه های با جریان مارپیچی، حوضچه های کم عمق نظیر استخرهای ته نشینی با صفحات مورب و لوله ای، حوضچه های تماس جامدات، شناور سازی با هوای محلول، زلال سازهای تماسی نظیر زلال ساز پولساتور، زلال ساز سوپر پولساتور، زلال سازهای سه شاخه با جذب تماسی و...) و بحث در هر مورد
- مکانیسم تخلیه لجن از حوضچه ها یا زلال سازها ( تخلیه دستی لجن، تخلیه مکانیکی لجن) و بحث هر کدام
- پایش کیفی فرآیند
- مشکلات بهره برداری تاسیسات ته نشینی ( تشکیل لخته ضعیف و شکننده، جریان میان بر، جریانات متراکم و...) بحث در هر مورد و راه حل ها
- ❖ **فیلتراسیون**
- هدف از فیلتراسیون، مکانیسم فرایند فیلتراسیون
- انواع صافی و بحث در مورد هر کدام شامل:
- صافی های سطحی
- صافی های عمقی:
- صافی های فشاری
- صافی های ثقلی (شنی کند- شنی تند- شنی خیلی سریع - یک لایه ای با بستر عمیق)
- فیلتراسیون مستقیم
- عوامل موثر بر کارکرد صافی ( دانه بندی و شکل ذرات تشکیل دهنده بستر، عمق بستر صافی، سرعت آب عبوری، روش شستشوی صافی، کیفیت آب ورودی به صافی و آب مورد نیاز و...) و بحث در هر مورد
- روش های شستشوی صافی و بحث در مورد آنها



- مشکلات بهره برداری صافی ها ( محبوس شدن هوا، اتلاف ذرات بستر صافی، تشکیل توده های گلی، ایجاد موج کوتاه و ... ) و بحث در هر مورد و ارائه راه کار جهت کنترل آنها
- کنترل عملکرد صافی
- ❖ گاز زدایی (اثرات ناخالصی های گازی آب، روش های حذف گازها ( روش های فیزیکی حذف گازها، روش های شیمیایی حذف گازها) و بحث در مورد انواع آنها
- ❖ فرایندهای غشایی و طبقه بندی آنها بر اساس:
  - اختلاف فشار: میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس (بحث در هر مورد)
  - اختلاف پتانسیل الکتریکی: نظیر الکترودیالیز و الکتروولیز غشایی (بحث در هر مورد)
  - اختلاف دما: نظیر تقطیر غشایی و .. (بحث در هر مورد)
  - اختلاف غلظت: نظیر جداسازی گازی، غشای مایع، دیالیز و .. (بحث در هر مورد)
- ❖ فرایند تبادل یونی ( پدیده تبادل یونی، رزین های کاتیونی، رزین های آنیونی، رزین های تبادل یونی ویژه بستر مختلط، مقایسه رزین های ضعیف و قوی، خواص و ویژگی های رزین های مبادله کننده یونی، روش های مختلف تبادل یون «فرآیند ناپیوسته، فرآیند با بستر ثابت، فرآیند با بستر سیال، فرآیند پیوسته» و بحث در مورد هر کدام، مزیت های روش تبادل یونی، محدودیت های روش تبادل یونی
- ❖ فرایند تقطیری (سیستم تقطیر ساده، تقطیر چند مرحله ای، تبخیر ناگهانی، بخار متراکم) و بحث در هر مورد
- ❖ فرایند انجماد
- ❖ فرایند نرم سازی به شیوه ته نشینی
- روش های مختلف حذف سختی موقت و دائم و حل چند مسئله در این مورد
- تعیین مقدار مواد نرم کننده و کنترل آب نرم شده، محاسبه مقدار ماده نرم کننده، کنترل آهک و سودا، کاهش سیلس، فرایندهای نرم سازی آب به روش ته نشینی شامل « فرایندهای نرم سازی آهک/ سودای سرد، فرایند نرم سازی تماس با لجن، فرایند نرم سازی کاتالیستی آهک» مزایا و معایب این روشها و بحث در هر مورد، افزایش بازده فرایند نرم سازی
- ❖ زدودن مواد و یون های ویژه نظیر: آهن، منگنز، سیلیس، کلرین، آرسنیک و ... و بحث در هر مورد
- ❖ فلوتور زنی و فلوتور زدایی آب
- ❖ حذف نیترات (نیتروفیکاسیون و دنیتروفیکاسیون بیولوژیکی، امونیاک زدایی بوسیله هوادهی، کلرینه کردن، رقیق کردن و ...)
- ❖ حذف رنگ و بو
- ❖ گندزدایی آب:
  - هدف از گندزدایی آب، مکانیسم واکنش ضد عفونی کننده ها، عوامل موثر بر کارایی ضد عفونی کننده ها (غلظت میکروارگانیسم ها، دما، زمان تماس، غلظت و نوع ماده ضد عفونی کننده) و بحث در مورد هر کدام
  - شرایط لازم برای ورود آب به مرحله اصلی گندزدایی
  - کاربرد مواد شیمیایی در گندزدایی آب ( کلر و ترکیبات آن، ازن، پرمنگنات پتاسیم، ید، مواد غیراکسیدکننده - نقره و ... ) و بحث در هر مورد
  - روش های فیزیکی گندزدایی (پرتو تابی فرابنفش، ارتعاشات ماوراء صوت، پرتوهای گاما و ایکس، انرژی خورشیدی- حرارت، تکنیک های صافی سازی و غشایی و ...) و بحث در هر مورد



- فرآورده های جانبی حاصل از گندزدایی و راه کارهای کنترل و حذف آنها
- قوانین مربوط با گندزدایی آب
- ❖ روشهای حذف VOCs و THMs و...
- ❖ روشهای کنترل کیفی آب (درفیلد، آزمایشگاه، پایش مداوم)
- ❖ بهسازی منابع آب در اجتماعات کوچک (بهسازی چشمه، چاه، قنات، آب انبار، بحث در ملاحظات طراحی آب انبارها و ..) و همچنین مکانیسم های تصفیه طبیعی آب در زمین و بحث در مورد هر کدام
- ❖ رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت (WHO) و استانداردهای ایران برای آب شرب
  
- ✓ دانشجوی بایستی در طول نیمسال از یک تصفیه خانه متعارف با منبع آب سطحی در یکی از شهرها و همچنین از یک چشمه، قنات، چاه آب و آب انبارهای آب باران بهسازی شده یا در حال بهسازی یکی از روستاها بازدید به عمل آورد.
- ✓ دانشجوی بایستی در کارگاه آموزشی نمونه سازی سیستم های تصفیه آب آموزش لازم را فراگرفته و در ساخت پایلوت ها مشارکت نماید
- ✓ در طول نیمسال تحصیلی بایستی کلاس های حل تمرین برای دانشجویان برگزار شود تا توانایی های دانشجویان افزایش و ارتقاء یابد.

\*منابع:

- 1- Kawamura Susma (2002), Integrated Design and Operation of water treatment facilities, Wiley; 2 edition.
  - 2- Hdr Engineering Inc , Hdr Engineering Inc (2002), Handbook of public Water systems, second edition, John Wiley & Sons.
  - 3- AWWA, ASCE (1997), Water Treatment Plan Design, McGraw- Hill .
  - 4- Qasim Syed R , Motley Edward M , Zhu Guang (2000), Water Works Engineering: Planning, Design And Operation 1st Edition, Prentice Hall.
  - 5- Wright Forrest B (1977), Rural Water Supply and Sanitation, Krieger Pub.
  - ۶- پیکری محمود، مهربانی ارجمند (۱۳۸۲)، مبانی تصفیه آب، انتشارات ارکان.
  - ۷- واعظی فروغ، صیدمحمدی عبدالمطلب (۱۳۸۳)، مقررات گندزدایی آب و بهره برداری از گندزداها، ناشر مترجمان، تهران.
  - ۸- علیپور ولی، بذرافشان ادريس (۱۳۸۱)، تصفیه آب انتشارات شرکت سروش سپاهان - تهران، چاپ اول.
  - ۹- مسعودی نژاد محمدرضا، فلاح زاده رضاعلی (۱۳۸۸)، اصول تصفیه و بهره برداری از منابع آب (به روش پویانمایی)، انتشارات حقیظ.
  - ۱۰- رازقی ناصر، روحانی پیمان، مانی احسان، منصوری رویا (۱۳۹۵)، فیلترها در تصفیه آب (دانش و مهندسی)، انتشارات آوای قلم.
- \* توجه: در کلیه منابع فوق آخرین چاپ مدنظر میباشد.

نحوه ارزشیابی دانشجوی:

- ۱- امتحان کتبی (میان نیمسال و پایان نیمسال) ۷۰٪
- ۲- ارائه یک طرح ساده تصفیه آب و ارائه راه حل مشکلات بهره برداری ۲۰٪
- ۳- گزارش بازدید ۱۰٪

