



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 مقدمه‌ای بر طراحی اینگونه واحدها ارائه خواهد شد.

سرفصل درس نظری (۳۴ ساعت)

❖ مقدمه:

- منابع تامین آب (آب‌های جوی - اقیانوس‌ها - آب‌های سطحی - آب‌های زیر زمینی - آب‌های 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، قلیائیت، اندازه‌گیری قلیائیت، اهمیت قلیائیت و رابطه آن با pH، اندیس لانژلیه، اندیس پایداری، اندیس پورکوربوس 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 میله‌ای و انواع آن، آشغالگیرهای مشبک سیمی و ...»، مکانیسم پاکسازی آشغالگیرها، نگهداری تجهیزات آشغالگیری
- ته‌نشینی مقدماتی (اهداف ته‌نشینی مقدماتی، مخازن ته‌نشینی مقدماتی، ماسه‌گیرها، تجهیزات مکانیکی حذف شن و ماسه)

- انواع ته‌نشین‌سازها از جمله صفحه‌ای و لوله‌ای

❖ انعقاد و لخته‌سازی:

- فرآیند انعقادسازی و اهداف آن

- انواع ذرات غیر قابل ته‌نشینی «جامدات معلق غیر قابل ته‌نشینی، جامدات کلوئیدی، جامدات محلول»
- مکانیسم‌های انعقادسازی (انعقادسازی ارتوسینتیک، انعقادسازی الکتروسینتیک) و بحث در هر مورد
- مواد شیمیایی منعقدکننده 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 یا 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 صافی‌ها ( 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 الکترولیز 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 سیلیس، 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
- ❖ فلوئور زنی و فلوئور 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 (پرتوهای 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 (۱۳۸۳)، 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، منصورى 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٪





نام درس: مدیریت کیفیت آب (علل، اثرات و کنترل) کد درس: ۲۸

پیش نیاز یا همزمان: هیدرولوژی آبهای سطحی و زیرزمینی - اکولوژی محیط - فرایندها و عملیات در بهداشت محیط  
کارشناسی پیوسته

تعداد کل واحد‌ها: ۲ واحد نظری

هدف:

دانشجویان با کیفیت آب، روشهای مختلف آلوده شدن آبهای سطحی و زیرزمینی و روشهای پیشگیری و حذف آلاینده های آنها و در نهایت بهسازی رودخانه و قوانین و استانداردهای مربوط به آب آشنا می شوند.

شرح درس:

سیاست گذاری و برنامه ریزی جهت حفظ کیفیت منابع آب به منظور استفاده از آب برای مصارف مختلف نیازمند یک مدیریت مناسب می باشد. مدیریت کیفیت بین استفاده های منفعتی از آب و حفاظت از منابع آب در برابر تغییرات کیفی که باعث آلودگی و افت کیفیت آب خواهد شد تعادل برقرار می نماید، لذا مدیریت کیفیت آب نیازمند دانش در رابطه با موارد زیر است: عوامل ایجاد تغییرات کیفی در منابع آب در اثر مصارف منفعتی، جلوگیری از آلودگی منابع آب از طریق مقرر نمودن استانداردهای دفع پساب و استانداردها و قوانین آب جهت مصارف مختلف، بازگردش آبهای مصرف شده به چرخه مصرف.

❖ سرفصل درس نظری (۳۴ ساعت)

❖ اهمیت و خواص آب

❖ چرخه آب در طبیعت و عوامل موثر در حرکت آب، فرمول کلی بیلان

❖ منابع آبهای سطحی و زیرزمینی، شمایی از وضعیت منابع آبی جهان و مقایسه آن با ایران

❖ برنامه های سلامت آب (ایجاد برنامه های سلامت آب، اطلاعات مورد نیاز برای توسعه برنامه سلامت آب، شناسایی مخاطرات و ارزیابی خطر، اقدامات کنترلی، پایش و مدیریت بهره برداری)

❖ تعریف آلودگی

❖ طبقه بندی آلاینده ها بر اساس (ماهیت، شکل ظاهری، محیط پذیرنده و منشأ تولید و...) و بحث در هر مورد

❖ تعریف آلودگی آب

❖ مصارف آب ( شرب، تفریحی، کشاورزی، صنعتی، آبیاری و پرورش آبزیان و...)

❖ رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت (WHO)، FAO و استانداردهای ایران برای مصارف مختلف آب: شرب، تفریحی، کشاورزی، صنعتی، آبیاری و پرورش آبزیان و...

❖ استانداردهای تخلیه پساب صنایع

❖ استانداردهای پساب برای مصارف مختلف

❖ بحث در مورد کیفیت آب و استانداردهای مربوطه برای شرب

❖ استراتژیهای کنترل آلودگی شامل:

- وضع قوانین برای کیفیت آب پذیرنده

- وضع قوانین برای استانداردهای خروجی تخلیه آب پذیرنده

- اتخاذ روشی که داوطلبانه به کنترل آلودگی پرداخته شود

❖ اقتصاد تصفیه فاضلاب

❖ سودهای کاهش آلودگی (اولیه، ثانویه، نامرئی)

❖ سنجش سودهای کاهش آلودگی (اولیه، ثانویه، غیر قابل سنجش)

❖ روش های پیشنهادی برای تخصیص منابع، شاخص آلودگی (PI)

❖ بحث و طبقه بندی آلاینده های آب بر اساس ماهیت مواد شامل:



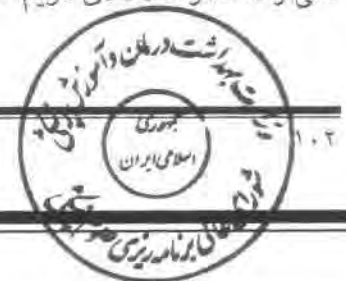


- ❖ مصرف کننده اکسیژن ( اکسیژن خواه)
- ❖ آلودگی آب در اثر فاضلابهای خانگی ، اثرات آنها در آب و کنترل آلودگی
- ❖ نقش فصولات حیوانی در آلودگی آب ، اثرات آنها در آب و کنترل آلودگی
- ❖ نقش فاضلابهای صنعتی در آلودگی آب ، اثرات آنها در آب و کنترل آلودگی
- ❖ اثرات تخلیه فاضلاب های کشاورزی به منابع آب و اقدامات کنترلی
- ❖ عوامل بیماری زا و نقش آنها در آلودگی آب شامل (تقسیم بندی کلی : بیماری های منتقله توسط آب از طریق شرب، از طریق شستشو، میزبان واسط در آب، حشرات ناقل آبی، استنشاق هوای آلوده به ذرات آب حاوی ارگانسیم های ایجاد کننده بیماری) ، بحث در مورد انواع آنها و کنترل آلودگی
- تقسیم بندی Bradley
- تقسیم بندی فیچم و سازمان جهانی بهداشت WHO
- ❖ نقش مواد مغذی گیاهی در آلودگی آب ( غنی شدن دریاچه ها، عوامل موثر بر کنترل فرایند غنی شدن، کنترل غلظت مواد غذایی تخلیه شده به دریاچه ها و...)
- ❖ مواد آلی سنتزی شامل:
- سورفاکتانت ها « کاتیونی- آنیونی- غیر یونی- آمفوتریک» ، مشکلات ناشی از آلودگی توسط آنها و اقدامات کنترلی جهت پیشگیری از آلودگی
- فسفاتها ، اثرات آلودگی آنها در آب و اقدامات کنترلی در ارتباط با حذف فسفات ها
- آفت کش ها ، تقسیم بندی آنها (بر اساس نوع عمل، بر اساس ترکیب شیمیایی) ، تراکم زیستی Bioconcentration، مقایسه سمیت و پایداری آفت کش ها در محیط ( بحث هر مورد) و اقدامات کنترلی آلودگی
- پلاستیک ها در دریا (ماهیت مشکل، اثرات و اقدامات کنترلی)
- ❖ نفت و مشتقات آن ، اثرات زیستی و فیزیکی آلودگی نفت ، روشهای کنترل و پاک کردن لکه های نفتی ، مواد زائد میدان های نفتی ، تانک های زیرزمینی و نشست خطوط لوله
- ❖ مواد شیمیایی معدنی و کانی ها نظیر : ۱) اسیدیته ؛ علت اسیدی شدن آب، اثرات ناشی از اسیدی شدن منابع آب و اقدامات کنترلی ۲) شوری؛ عوامل ایجاد شوری آب، مشکلات ناشی از بالا رفتن شوری آب و اقدامات کنترلی- ۳) سمیت؛ علل ایجاد سمیت در آب نظیر ترکیبات معدنی و فلزات سنگین سمی « آرسنیک، جیوه، کادمیوم، سرب، نیکل، قلع، وانادیوم و... » اثرات آنها در آب و اقدامات کنترلی ( در مورد هر کدام جداگانه بحث شود)
- ❖ باران های اسیدی ، حساسیت دریاچه ها نسبت به اثرات ته نشست های اسیدی ، سمیت ته نشست های اسیدی و اقدامات کنترلی
- ❖ فلوراید در آب، استاندارد فلوراید در آب، جذب فلوراید در بدن و اثرات آن، روشهای استاندارد حذف فلوراید، تکنیک های حذف فلوراید در کشورهای در حال توسعه، بحث در هر مورد با ذکر محاسن و معایب
- ❖ آلودگی آب به نیتريت و نترات، اثرات زیانبار آنها در آب و اقدامات کنترلی
- ❖ رسوبات و اثرات زیانبار آنها در آب و اقدامات کنترلی
- ❖ آلودگی مواد رادیواکتیو (استخراج سنگ معدن و فرآوری، غنی سازی، سلاح های هسته ای و نیروگاههای هسته ای)، بحث در مورد هریک و آلودگی های ناشی از آنها و اقدامات کنترلی
- ❖ رادون در آب ( منبع، اثرات، کنترل، اندازه گیری)
- ❖ آلودگی حرارتی و نیروگاه های برق، اثرات تخلیه آبهای گرم به رودخانه ها، دریاچه ها و ... و اقدامات کنترلی
- ❖ مراحل مختلف انجام مطالعات رودخانه (برنامه ریزی مطالعات، شناسایی حوضچه آبریز رودخانه، شناسایی منابع آلاینده، تعیین ایستگاه های نمونه برداری و اندازه گیری و شناخت مشخصات آنها، نمونه برداری و تعیین پارامترهای

- کیفی آب، روش های نمونه برداری و آئین کار نمونه برداری از رودخانه ها، نهرها، آب دریا، دریاچه های طبیعی و مصنوعی، حفاظت از نمونه ها، بررسی وضعیت فتوسنتز در رودخانه و ...)
- ❖ بیو اندیکاتورها و بحث در مورد آنها
- ❖ سیستم های دفع فاضلاب غیرمتمرکز، اثرات آلودگی منابع آب در ارتباط با سپتیک تانک ها و سیستم های نشست در زمین، چاههای جذبی و دفعی فاضلاب و... و روشهای پیشگیری
- ❖ دفع پسماند در زمین، اثرات آنها در آلودگی منابع آب و روشهای کنترل شیرابه ها
- ❖ مدیریت کیفیت آب در رودخانه ها (اثر مواد زائد اکسیژن خواه بر رودخانه ها، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD)، تعادل اکسیژن محلول، هوادهی مجدد، فتوسنتز جلبک ها، منحنی افت اکسیژن محلول، تعادل جرم اکسیژن محلول، کمبود اکسیژن، راهکارهای مدیریتی، محاسبه بار آلودگی ورودی به رودخانه، خودپالایی رودخانه ها، تخلیه مواد آلی و اکولوژیکی رودخانه، اثر نوترینت ها بر کیفیت آب در رودخانه ها و راهکارهای مدیریتی) و بحث در هر مورد
- ❖ مدیریت کیفیت آب در دریاچه ها ( لایه بندی و چرخش آب دریاچه، نواحی بیولوژیکی دریاچه ها « ناحیه نوری، ناحیه ساحلی، ناحیه عمیق»، حاصلخیزی دریاچه، طبقه بندی دریاچه ها بر مبنای حاصلخیزی، اوتروفیکاسیون، جلبک ها، مواد مورد نیاز برای رشد جلبک ها و اثرات جلبکها در دریاچه ها، مبنای مدیریت کیفیت آب در دریاچه ها، کنترل فسفر در دریاچه ها) و بحث در هر مورد
- ❖ اثرات جهانی آلودگی منابع آب
- ❖ قوانین و مقررات مرتبط به کیفیت آب در ایران نظیر: قانون توزیع عادلانه آب، قانون حفاظت دریا و رودخانه های مرزی از آلودگی با مواد نفتی، آیین نامه جلوگیری از آلودگی آب و...)
- ✓ در طول نیمسال تحصیلی بایستی کلاس های حل تمرین برای دانشجویان برگزار شود تا توانایی های دانشجویان افزایش و ارتقاء یابد.

منابع:

1. Edward A. Laws (2000), Aquatic Pollution: An Introductory Text, 3rd Edition 3rd Edition, Wiley; 3 edition.
2. Smol John (2002), Pollution of lakes and rivers, Routledge.
3. Tchobanoglous George, Schoeder Edward.D (1985), Water Quality: Characteristics, Modeling and Modification 1st Edition, Pearson.
4. Boyd Claude.E (2015), Water Quality: An Introduction 2nd ed. Springer.
5. Perry James, Vanderklein Elizabeth (1996), Water Quality: Management of a Natural Resource, Black Well Science.
6. Velz Clarence J, (1984) Applied stream sanitation, Wiley-Interscience.
7. Viessman Jr Warren. , Hammer Mark J. , Perez Elizabeth M. , Chadik Paul A. , Prentice Hall (2008) Water Supply and Pollution Control (8th Edition), Pearson.
8. Salvato Joseph A (2003), Environmental Engineering, Wiley; 5 edition.
9. Rail Chester D (2000), Ground water contamination, management, contamination, risk assessment and legal issues, Technologic Publication, Vol. 1, CRC Press; 1 edition.
10. Rail Chester D (2000), Ground Water Contamination, Sources and Hydrology, CRC Press, LLC, Vol. 1, USA.
۱۱. غنی زاده قادر، خدادادی مریم، قانعیان محمد تقی (۱۳۹۵)، مدیریت کیفیت آب، انتشارات آثار سبحان.



۱۲. آن.اف.گری، مترجمان: جعفرزاده حقیقی فرد نعمت الله، قطبی شمس السادات، عسکری امین، یار احمدی مریم، (۱۳۹۱). کیفیت آب آشامیدنی مشکلات و راه حل‌ها، انتشارات خانیران.
۱۳. WHO، مترجمان: نبی بیدهندی غلامرضا، حبیبی سید رامین، جعفری دستنای عباس، هویدی حسن (۱۳۹۱). رهنمودهای کیفی آب آشامیدنی، انتشارات خانیران.
۱۴. م. دیویس، د. کورتول، مترجمین: ناصری سیمین، قانعیان محمدتقی (۱۳۸۱). مدیریت کیفیت آب در دریاچه‌ها و رودخانه‌ها، تهران: انتشارات نص.

\* توجه: در کلیه منابع فوق آخرین چاپ مدنظر میباشد.

نحوه ارزشیابی دانشجوی:

- امتحان کتبی میان ترمسال ۳۰٪
- امتحان کتبی پایان ترمسال ۷۰٪

