

دانشکده بهداشت  
قالب نگارش طرح درس ترمی

عنوان درس: فرایندها و عملیات در مهندسی بهداشت محیط  
مخاطبان: دانشجویان ترم سوم  
کارشناسی پیوسته مهندسی بهداشت محیط

تعداد واحد: ۲ نظری  
ساعت پاسخگویی به سوالات فراگیر: شنبه‌ها ۱۰-۸  
زمان ارائه درس: ساعت ۸ لغایت ۱۰ روزهای سه‌شنبه هر هفته نیمسال اول سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲  
مدرس: دکتر مقداد پیرصاحب دکترای تخصصی مهندسی بهداشت محیط  
درس و پیش نیاز: فیزیک عمومی، شیمی محیط و میکروبیولوژی محیط

**هدف کلی درس:**

آشنایی دانشجویان با عملیات فیزیکی و فرایندهای شیمیایی و بیولوژیکی که اساس عملیات کنترل و تصفیه آلاینده‌های مختلف آب و فاضلاب و محیط‌های دیگر را در واحدهای تصفیه تشکیل می‌دهد.

**اهداف کلی جلسات: (جهت هر جلسه یک هدف)**

- ۱- مقدمات درس شامل تعریف عملیات و فرایند، اهداف، اهمیت شناخت فرایندها و عملیات مختلف تصفیه در کنترل آلاینده‌های محیط
- ۲- واکنش شیمیایی، انرژی واکنش، معادلات شیمیایی، انواع معادلات شیمیایی، نسبت مولی، سینتیک و سرعت واکنش‌ها، قانون بقا جرم و محدودیت‌های بقا جرم
- ۳- معادله سنتیک درجه صفر، درجه اول، درجه اول کاذب، واکنش‌های قابل برگشت، واکنش‌های آنزیمی، تاثیر درجه حرارت (معادله آرنیوس و انتیپ و سایر عوامل موثر در واکنش‌ها)
- ۴- تعریف راکتور، تقسیم‌بندی راکتورها، راکتورهای با جریان پیوسته و ناپیوسته، راکتورهای پیوسته با جریان افقی، اختلاط کامل و طراحی آنها، معادلات سرعت درجه اول و دوم در انواع راکتورها
- ۵- تعریف سیستم‌های کلوئیدی و ویژگی‌های آنها، اهمیت آلاینده‌های کلوئیدی، علت پایداری سیستم کلوئیدی، نیروهای دافعه و جاذبه و پتانسیل زتا و معادلات مربوطه، ناپایدار کردن مواد کلوئیدی، انعقاد و لخته‌سازی، پروسه‌های فشرده نمودن لایه دو گانه، دربرگیری ذرات در رسوبات، انواع آب‌ها برای عمل انعقاد
- ۶- عملیات ته‌نشینی، عوامل موثر بر سرعت ته‌نشینی ذرات، معادلات مربوط به سرعت ته‌نشینی ذرات (قانون استوکس) و انواع آن (ته‌نشینی نوع اول تا چهارم با الگوهای ته‌نشینی مربوط به هر یک)
- ۷- شناورسازی، معادلات سرعت مربوط به شناورسازی ذرات، شناورسازی هواپخشان و شناورسازی با هوای محلول، معادلات مربوط به شناورسازی با هوای محلول
- ۸- جذب و جذب سطحی، روابط بین کشش سطحی و جذب، علت و انواع جذب، واکنش‌های مربوط به جذب سطحی و تعادل واکنش‌ها، ایزوترم‌های جذب (لاتمویر، فرونلیخ، بیت و...)، سرعت واکنش‌ها در جذب سطحی، روش مطالعه جذب و عوامل موثر در جذب سطحی، جاذب‌های طبیعی، روش مطالعه جذب و عوامل موثر در جذب آلاینده
- ۹- تبادل یونی و انواع تبادل کننده‌های یونی، معادلات مربوطه، سرعت واکنش‌ها و تعادل در واکنش‌ها
- ۱۰- فرایندهای غشایی، پروسه‌های جداسازی، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون، اسمز

معکوس و دیالیز و الکترودیالیز، الکترودیالیز غشایی، تقطیر غشایی، اصطلاحات مهم در فرایندهای غشایی و عملکرد هر یک از فرایندها

۱۱- فرایند تقطیری

۱۲- فرایند انجماد

۱۳- فرایندهای بیولوژیکی تصفیه فاضلاب

۱۴- کنتیک رشد میکروبی

۱۵- اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی رشد معلق (لجن فعال یا AS، راکتور ناپیوسته متوالی یا SBR، لجن فعال اختلاط کامل یا CMAS و ..) موازنه جرم، معادلات مربوط به رشد معلق، معادله مونود، تعیین ضرایب بیوسنتیکی

۱۶- اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی رشد چسبیده (صافی چکیده TF، سیستم های بیولوژیکی دوار یا RBC، راکتورهای بیولوژیکی و ..) موازنه جرم، معادلات مربوط به رشد، معادله مونود، تعیین ضرایب بیوسنتیکی

۱۷- اصول فرایندهای بیولوژیکی فرایندهای ترکیبی (TF/AS، TF/SC و ...) موازنه جرم، معادلات مربوط به رشد معلق، معادله مونود، تعیین ضرایب بیوسنتیکی

۱۸- فرایندهای بیولوژیکی حذف ازت و فسفر

۱۹- بیوراکتورهای غشایی (MBR)، کاربرد و مکانیسم فرایند

۲۰- فرایندهای شیمیایی تصفیه آب و فاضلاب

۲۱- اکسیداسیون شیمیایی، اکسیداسیون پیشرفته، اصول و تئوری، عوامل موثر در واکنش های اکسیداسیون

۲۲- اصول فرایند گندزدایی در آب و پساب و مکانیسم عملکرد

۲۳- فرایندهای شیمیایی حذف ازت و فسفر

۲۴- ترسیب شیمیایی برای حذف فلزات سنگین و مواد معدنی محلول

۲۵- فرایندهای پیشرفته تصفیه آب و فاضلاب

۲۶- فرایندهای حذف و تصفیه ترکیبات آلی (MTBE، NDMA و ..) و غیر آلی (فلزات سنگین خاص و ..)

۲۷- فرایندهای حذف و تصفیه آلاینده های نوظهور

۲۸- بررسی فرایند زیست پالایی یا پاک سازی زیستی (Bioremediation)

۲۹- شرح فرایند، انواع فرایند، مزیت ها و مکانیسم آن

۳۰- بررسی Bioaugmentation، Bioreactor، Biostimulation، Bioventing

۳۱- سایر فرایندهای مورد استفاده در بهداشت محیط

**اهداف ویژه به تفکیک اهداف کلی هر جلسه:**

**هدف کلی جلسه اول:**

تشریح طرح درس و مقدمه درس مبتنی بر عملیات و فرایندها در تصفیه و کنترل آلاینده های محیط

**اهداف ویژه جلسه اول:**

**در پایان دانشجو قادر باشد:**

۱- اهداف درس را تشریح نماید

۲- عملیات کنترل آلودگی در مهندسی بهداشت محیط را توضیح دهد.

۳- فرایندهای کنترل آلودگی در مهندسی بهداشت محیط را توضیح دهد.

۴- اهداف عملیات و فرایندها در تصفیه و کنترل آلاینده های محیط را توضیح دهد.

۵- اهمیت شناخت فرایندها و عملیات مختلف تصفیه در کنترل آلاینده های محیط را با ذکر مثال بیان نماید.

### هدف کلی جلسه دوم:

واکنش شیمیایی، انرژی واکنش، معادلات شیمیایی، انواع معادلات شیمیایی، نسبت مولی، سینتیک و سرعت واکنش‌ها، عوامل موثر بر سرعت واکنش، قانون بقا جرم و محدودیت‌های بقا جرم، درجه حرارت و کاتالیزور

### اهداف ویژه جلسه دوم:

#### در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- واکنش شیمیایی را تعریف نماید.
- ۲- انرژی واکنش را بیان نماید.
- ۳- معادلات شیمیایی واکنش‌های مختلف را توضیح دهد.
- ۴- انواع واکنش‌های شیمیایی را نام ببرد.
- ۵- نسبت مولی را محاسبه نماید.
- ۶- مفهوم سینتیک و سرعت واکنش‌ها را بیان نماید.
- ۷- مفهوم ثابت سرعت واکنش‌ها را بیان نماید.
- ۸- عوامل موثر بر سرعت واکنش‌ها را نام ببرد.
- ۹- قانون اثر جرم (بقا جرم) را بیان نماید.
- ۱۰- محدودیت‌های قانون جرم را بیان نماید.
- ۱۱- اثر درجه حرارت (معادله آرنیوس و انتیپ) بر واکنش‌های شیمیایی را بیان نماید.
- ۱۲- اثر کاتالیزور بر واکنش‌های شیمیایی را بیان نماید.

### هدف کلی جلسه سوم:

معادله سینتیک درجه صفر، درجه اول، درجه اول کاذب، واکنش‌های قابل برگشت، واکنش‌های آنزیمی

### اهداف ویژه جلسه سوم:

#### در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- درجه واکنش را با ارایه معادلات مربوطه بیان نماید.
- ۲- معادلات سینتیک درجه صفر، اول و کاذب را بیان نماید.
- ۳- کاربرد معادلات سینتیک درجه صفر، اول و کاذب را با حل تمرین توضیح دهد.
- ۴- مفهوم واکنش‌های پی در پی را بیان نماید.
- ۵- معادلات واکنش‌های پی در پی را توضیح دهد.
- ۶- معادلات واکنش‌های قابل برگشت را توضیح دهد.
- ۷- مفهوم واکنش‌های آنزیمی را توضیح دهد.
- ۸- معادلات واکنش‌های آنزیمی را بیان نماید.

### هدف کلی جلسه چهارم:

تعریف راکتور، تقسیم‌بندی راکتورها، راکتورهای با جریان پیوسته و ناپیوسته، راکتورهای پیوسته با جریان افقی، اختلاط کامل و طراحی آنها، معادلات سرعت درجه اول و دوم در انواع راکتورها

### اهداف ویژه جلسه چهارم:

#### در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- مفهوم راکتور را بیان نماید.

- ۲- انواع راکتور را نام نماید.
- ۳- مفهوم موازنه جرمی مواد را بیان نماید.
- ۴- موازنه جرمی مواد برای هر راکتور را بیان نماید.
- ۱- راکتور بسته یا جریان ناپیوسته (Batch Reactor) را طراحی نماید.
- ۵- راکتور پیوسته با اختلاط کامل (CFSTR) را طراحی نماید.
- ۶- راکتور بسته با جریان پیوستونی (PFR) را طراحی نماید.
- ۷- معادلات سرعت درجه اول در انواع راکتورها را توضیح دهد.
- ۸- معادلات سرعت درجه دوم در انواع راکتورها را توضیح دهد.

#### هدف کلی جلسه پنجم:

تعریف سیستم‌های کلوئیدی و ویژگی‌های آنها، اهمیت آلاینده‌های کلوئیدی، علت پایداری سیستم کلوئیدی، نیروهای دافعه و جاذبه و پتانسیل زتا و معادلات مربوطه، ناپایدار کردن مواد کلوئیدی، انعقاد و لخته‌سازی، پروسه‌های فشرده نمودن لایه دو گانه، دربرگیری ذرات در رسوبات، انواع آب‌ها برای عمل انعقاد

#### اهداف ویژه جلسه پنجم:

##### در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- سیستم‌های کلوئیدی در آب را تعریف نماید.
- ۲- ویژگی‌های سیستم‌های کلوئیدی را نام ببرد.
- ۳- اهمیت آلاینده‌های کلوئیدی را توضیح دهد.
- ۴- علت پایداری ذرات کلوئیدی در مایع را بیان نماید
- ۵- انواع پایداری ذرات کلوئیدی را نام نماید.
- ۶- نیروهای دافعه و جاذبه در کلوئید را توضیح دهد.
- ۷- پتانسیل Zeta را بیان نماید
- ۸- معادلات مربوط به نیروهای دافعه و جاذبه را توضیح دهد.
- ۹- مفهوم انعقاد و لخته‌سازی در آب را تعریف نماید.
- ۱۰- هدف از عمل انعقاد و لخته‌سازی را بیان نماید.
- ۱۱- مکانیسم‌های ناپایدار سازی ذرات کلوئیدی را بیان نماید
- ۱۲- مکانیسم ناپایدار سازی با استفاده از جذب سطحی و خنثی سازی بار را بیان نماید
- ۱۳- مکانیسم ناپایدار سازی با استفاده از لایه دابل الکتریکی را بیان نماید
- ۱۴- مکانیسم ناپایدار سازی با استفاده از در برگیری ذرات در رسوبات را بیان نماید
- ۱۵- مکانیسم ناپایدار سازی با استفاده از جذب سطحی و پل‌سازی شیمیایی را بیان نماید
- ۱۶- روش‌های پایش باقیمانده منعقد کننده‌ها در آب را بیان نماید

#### هدف کلی جلسه ششم:

ته‌نشینی، شناورسازی و معادلات اساسی آنها

#### اهداف ویژه جلسه ششم:

##### در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- مفهوم و کاربرد عملیات ته‌نشینی را بیان نماید.
- ۲- مفهوم و کاربرد عملیات شناورسازی را بیان نماید.

- ۳- عوامل موثر بر سرعت ته‌نشینی ذرات را نام ببرد.
- ۴- معادلات مربوط به سرعت ته‌نشینی ذرات (قانون استوکس را توضیح دهید).
- ۵- انواع ته‌نشینی (ته‌نشینی نوع اول تا چهارم با الگوهای ته‌نشینی مربوط به هر یک را توضیح دهید).
- ۶- معادلات سرعت مربوط به شناورسازی ذرات را بیان نماید.
- ۷- شناورسازی از طریق هواپخشان و با هوای محلول را توضیح دهد.
- ۸- معادلات مربوط به شناورسازی با هوای محلول را بیان نماید.

#### هدف کلی جلسه هفتم:

جذب و جذب سطحی، روابط بین کشش سطحی و جذب، علت و انواع جذب، واکنش‌های مربوط به جذب سطحی زو تعادل واکنش‌ها، ایزوترم‌های جذب (لاتمویر، فرونلیخ، بیت و...)، سرعت واکنش‌ها در جذب سطحی، روش مطالعه جذب و عوامل موثر در جذب سطحی، جاذب‌های طبیعی، روش مطالعه جذب و عوامل موثر در جذب آلاینده

#### اهداف ویژه جلسه هفتم:

##### در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- تفاوت Adsorption و Absorption را توضیح دهد.
- ۲- هدف از کاربرد جذب سطحی در مهندسی بهداشت محیط را بیان نماید.
- ۳- روابط بین کشش سطحی و جذب را بیان نماید.
- ۴- علت و انواع پدیده جذب سطحی را بیان نماید.
- ۵- واکنش‌های مربوط به جذب سطحی را بیان نماید.
- ۶- تعادل واکنش‌های مربوط به جذب سطحی را بیان نماید.
- ۷- معادلات تعادل واکنش‌های جذب سطحی را بیان نماید.
- ۸- سرعت واکنش‌ها در جذب سطحی را بیان نماید.
- ۹- عوامل موثر در جذب سطحی را بیان نماید.
- ۱۰- مفهوم ایزوترم جذب سطحی را توضیح دهد.
- ۱۱- معادلات ایزوترم‌های جذب سطحی را بیان نماید.
- ۱۲- روش مطالعه جذب و عوامل موثر در جذب سطحی را توضیح دهد.
- ۱۳- انواع جاذب‌های طبیعی را نام ببرید.
- ۱۴- ویژگی‌های جاذب‌های طبیعی را ذکر نماید.

#### هدف کلی جلسه هشتم:

۱- تبادل یونی و انواع تبادل کننده‌های یونی، معادلات مربوطه، سرعت واکنش‌ها و تعادل در واکنش‌ها  
 ۲- فرایندهای غشایی، پروسه‌های جداسازی، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون، اسمز معکوس و دیالیز و الکترودیالیز، الکترودیالیز غشایی، تقطیر غشایی، اصطلاحات مهم در فرایندهای غشایی و عملکرد هر یک از فرایندها

#### اهداف ویژه جلسه هشتم:

##### در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- مفهوم تبادل یونی را بیان نماید
- ۲- هدف از تبادل یونی در مهندسی بهداشت محیط را بیان نماید
- ۳- تفاوت مبدل کننده‌های طبیعی و مصنوعی (رزین‌ها) را بیان نماید

- ۴- انواع تبادل کننده‌های یونی را نام ببرد.
- ۵- مفهوم مبادله کننده‌های کاتیونی قوی و ضعیف را بیان نماید.
- ۶- مفهوم مبادله کننده‌های آنیونی قوی و ضعیف را بیان نماید.
- ۷- معادلات مربوط به مبادله کننده‌ها را بیان نماید.
- ۸- سرعت واکنش‌ها و تعادل در واکنش‌ها را توضیح دهد.
- ۹- مفهوم فرایندهای غشایی را بیان نماید.
- ۱۰- دسته‌بندی فرایندهای غشایی را بیان نماید.
- ۱۱- هدف از جداسازی با فرایندهای غشایی را بیان نماید.
- ۱۲- اصطلاحات مهم در فرایندهای غشایی و عملکرد هر یک از فرایندها را توضیح دهد.
- ۱۳- فرایند و کاربرد میکروفیلتراسیون را بیان نماید.
- ۱۴- فرایند الترافیلتراسیون را بیان نماید.
- ۱۵- فرایند نانو فیلتراسیون را بیان نماید.
- ۱۶- فرایند اسمز معکوس را بیان نماید.
- ۱۷- فرایند دیالیز را بیان نماید.
- ۱۸- فرایند الکترودیالیز را بیان نماید.
- ۱۹- فرایند الکترودیالیز غشایی را بیان نماید.
- ۲۰- فرایند ، تقطیر غشایی را بیان نماید.

#### هدف کلی جلسه نهم:

- ۱- فرایند تقطیری
- ۲- فرایند انجماد
- ۳- فرایندهای بیولوژیکی تصفیه فاضلاب
- ۴- کنتیک رشد میکروبی

#### اهداف ویژه جلسه نهم:

##### در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- مفهوم فرایند تقطیری را توضیح دهد.
- ۲- کاربرد فرایند تقطیری در نمک زدایی و حذف آلاینده‌ها را بیان نماید.
- ۳- انواع روش‌های فرایند تقطیری را نام ببرد.
- ۴- مفهوم فرایند انجماد را توضیح دهد.
- ۵- کاربرد فرایند انجماد در نمک زدایی و حذف آلاینده‌ها را بیان نماید.
- ۶- مفهوم فرایندهای بیولوژیکی تصفیه فاضلاب را توضیح دهد.
- ۷- انواع فرایندهای بیولوژیکی در تصفیه فاضلاب بر حسب منبع کربن و انرژی را نام ببرد.
- ۸- انواع فرایندهای بیولوژیکی در تصفیه فاضلاب بر حسب روش رشد میکروبی را نام ببرد.
- ۹- مفهوم کنتیک رشد میکروبی را توضیح دهد.
- ۱۰- معادلات کنتیک رشد میکروبی را توضیح دهد.

#### هدف کلی جلسه دهم:

اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی رشد معلق ( لجن فعال یا AS، راکتور ناپیوسته متوالی یا SBR، لجن فعال اختلاط کامل یا CMAS و ..) موازنه جرم، معادلات مربوط به رشد معلق، معادله مونود، تعیین ضرایب

## بیوسنتیکی

### اهداف ویژه جلسه دهم:

#### در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی رشد معلق به روش لجن فعال متعارف یا AS را توضیح دهد.
- ۲- اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی رشد معلق به روش راکتور ناپیوسته متوالی یا SBR را توضیح دهد.
- ۳- اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی رشد معلق به روش لجن فعال اختلاط کامل یا CMAS را توضیح دهد.
- ۴- موازنه جرم فرایندهای تصفیه بیولوژیکی رشد معلق را انجام دهد.
- ۵- معادلات مربوط به تصفیه بیولوژیکی رشد معلق را بیان نماید.
- ۶- معادله مونود تصفیه بیولوژیکی رشد معلق را توضیح دهد.
- ۷- ضرایب بیوسنتیکی تصفیه بیولوژیکی رشد معلق را تعیین نماید.

### هدف کلی جلسه یازدهم:

اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی رشد چسبیده (صافی چکیده TF، سیستم های بیولوژیکی دوار یا RBC، راکتورهای بیولوژیکی و...) موازنه جرم، معادلات مربوط به رشد، معادله مونود، تعیین ضرایب بیوسنتیکی

### اهداف ویژه جلسه یازدهم:

#### در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی رشد چسبیده به روش صافی چکیده یا TF را توضیح دهد.
- ۲- اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی رشد چسبیده به روش سیستم های بیولوژیکی دوار یا RBC را توضیح دهد.
- ۳- اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی رشد چسبیده به سایر روش ها را توضیح دهد.
- ۴- موازنه جرم فرایندهای تصفیه بیولوژیکی رشد چسبیده را انجام دهد.
- ۵- معادلات مربوط به تصفیه بیولوژیکی رشد چسبیده را بیان نماید.
- ۶- معادله مونود تصفیه بیولوژیکی رشد چسبیده را توضیح دهد.
- ۷- ضرایب بیوسنتیکی تصفیه بیولوژیکی رشد چسبیده را تعیین نماید.

### هدف کلی جلسه دوازدهم:

۱- اصول فرایندهای بیولوژیکی فرایندهای ترکیبی (TF/AS، TF/SC و...) موازنه جرم، معادلات مربوط به رشد معلق، معادله مونود، تعیین ضرایب بیوسنتیکی

۲- بیوراکتورهای غشایی (MBR)، کاربرد و مکانیسم فرایند

### اهداف ویژه جلسه دوازدهم:

#### در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی ترکیبی به روش TF/AS را توضیح دهد.
- ۲- اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی ترکیبی به روش TF/SC را توضیح دهد.
- ۳- اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی ترکیبی به سایر روش ها را توضیح دهد.
- ۴- موازنه جرم فرایندهای تصفیه بیولوژیکی ترکیبی را انجام دهد.
- ۵- معادلات مربوط به تصفیه بیولوژیکی ترکیبی را بیان نماید.
- ۶- معادله مونود تصفیه بیولوژیکی ترکیبی را توضیح دهد.
- ۷- ضرایب بیوسنتیکی تصفیه بیولوژیکی ترکیبی را تعیین نماید.
- ۸- اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی به روش بیوراکتورهای غشایی (MBR) را بیان نماید.

- ۹- کاربرد بیوراکتورهای غشایی (MBR) در تصفیه فاضلاب را توضیح دهد.
- ۱۰- مکانیسم فرایند بیوراکتورهای غشایی (MBR) در تصفیه فاضلاب را توضیح دهد.

#### هدف کلی جلسه سیزدهم:

- ۱- فرایندهای شیمیایی تصفیه آب و فاضلاب
- ۲- اکسیداسیون شیمیایی، اکسیداسیون پیشرفته، اصول و تئوری، عوامل موثر در واکنش‌های اکسیداسیون

#### اهداف ویژه جلسه سیزدهم:

##### در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- فرایندهای شیمیایی تصفیه آب و فاضلاب را نام ببرد.
- ۲- کاربرد فرایندهای شیمیایی تصفیه آب و فاضلاب را توضیح دهد.
- ۳- مفهوم اکسیداسیون شیمیایی را توضیح دهد.
- ۴- مفهوم اکسیداسیون پیشرفته را توضیح دهد.
- ۵- اصول و تئوری‌های اکسیداسیون شیمیایی را توضیح دهد.
- ۶- کاربرد اکسیداسیون شیمیایی در مهندسی بهداشت محیط را توضیح دهد
- ۷- عوامل موثر بر واکنش‌های اکسیداسیون را توضیح دهد
- ۸- انواع مواد اکسیدان در آب و فاضلاب را توضیح دهد
- ۹- کاربرد هر کدامیک از اکسیدان‌ها در آب و فاضلاب را توضیح دهد

#### هدف کلی جلسه چهاردهم:

- ۱- فرایندهای بیولوژیکی حذف ازت و فسفر
- ۲- فرایندهای شیمیایی حذف ازت و فسفر
- ۳- ترسیب شیمیایی برای حذف فلزات سنگین و مواد معدنی محلول

#### اهداف ویژه جلسه چهاردهم:

##### در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- اهمیت حذف ازت و فسفر از فاضلاب‌ها را توضیح دهد
- ۲- روش‌های مختلف حذف ازت و فسفر از فاضلاب‌ها را نام ببرد.
- ۳- فرایندهای شیمیایی حذف ازت و فسفر با ذکر معادلات مربوطه توضیح دهد.
- ۴- مفهوم فرایندهای بیولوژیکی حذف ازت و فسفر را توضیح دهد.
- ۵- مفهوم نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون را توضیح دهد.
- ۶- پرامترهای موثر بر حذف بیولوژیکی ازت و فسفر را توضیح دهد.
- ۷- فرایندهای بیولوژیکی مختلف حذف ازت و فسفر را توضیح دهد.
- ۸- مفهوم ترسیب شیمیایی برای حذف فلزات سنگین و مواد معدنی محلول را توضیح دهد.
- ۹- کاربرد ترسیب شیمیایی برای حذف فلزات سنگین و مواد معدنی محلول را توضیح دهد.

#### هدف کلی جلسه پانزدهم:

اصول فرایند گندزدایی در آب و پساب و مکانیسم عملکرد

#### اهداف ویژه جلسه پانزدهم:

##### در پایان دانشجو باید قادر باشد:

- ۱- اهمیت فرایند گندزدایی در آب و پساب را توضیح دهد.



- ۲- پارامترهای موثر بر فرایند گندزدایی در آب و پساب را نام ببرد.
- ۳- فرایندهای گندزدایی در آب و پساب را طبقه‌بندی نماید.
- ۴- مکانیسم تاثیر عوامل گندزدایی در آب و پساب را توضیح دهد.
- ۵- مزایا و معایب فرایندهای گندزدایی در آب و پساب را توضیح دهد.
- ۶- روشهای مختلف گندزدایی با ترکیبات کلر را توضیح دهد.
- ۷- روش گندزدایی با ازن را توضیح دهد.
- ۸- روش گندزدایی با اشعه فرابنفش را توضیح دهد.
- ۹- سایر روش‌های گندزدایی آب و پساب را توضیح دهد.

#### هدف کلی جلسه ی شانزدهم:

- ۱- فرایندهای پیشرفته تصفیه آب و فاضلاب
- ۲- فرایندهای حذف و تصفیه ترکیبات آلی (MTBE, NDMA و ..) و غیر آلی ( فلزات سنگین خاص و ..)
- ۳- فرایندهای حذف و تصفیه آلاینده‌های نوظهور

#### اهداف ویژه جلسه شانزدهم:

##### در پایان دانشجو باید قادر باشد:

- ۱- هدف از فرایندهای پیشرفته تصفیه آب و فاضلاب را بیان نماید
- ۲- مفهوم فرایندهای پیشرفته تصفیه آب و فاضلاب را توضیح دهد.
- ۳- فرایندهای پیشرفته تصفیه آب و فاضلاب را طبقه‌بندی نماید.
- ۴- فرایندهای حذف و تصفیه ترکیبات آلی (MTBE, NDMA و ..) را توضیح دهد.
- ۵- فرایندهای حذف و تصفیه غیر آلی ( فلزات سنگین خاص و ..) را توضیح دهد.
- ۶- فرایندهای حذف و تصفیه آلاینده‌های نوظهور را توضیح دهد.

#### هدف کلی جلسه ی هفدهم:

- ۱- بررسی فرایند زیست پالایی یا پاک‌سازی زیستی (Bioremediation)
- ۲- شرح فرایند، انواع فرایند، مزیت‌ها و مکانیسم آن
- ۳- بررسی Bioventing, Biostimulation, Bioreactor, Bioaugmentation
- ۴- سایر فرایندهای مورد استفاده در بهداشت محیط

#### اهداف ویژه جلسه هفدهم:

##### در پایان دانشجو باید قادر باشد:

- ۱- شرح فرایند زیست پالایی یا پاک‌سازی زیستی (Bioremediation) را توضیح دهد.
- ۲- انواع فرایند زیست پالایی یا پاک‌سازی زیستی (Bioremediation) را نام ببرد.
- ۳- مزیت‌های فرایند زیست پالایی یا پاک‌سازی زیستی (Bioremediation) را توضیح دهد.
- ۴- مکانیسم آن فرایند زیست پالایی یا پاک‌سازی زیستی (Bioremediation) در حذف آلاینده‌ها را توضیح دهد.
- ۵- اصطلاحات Bioventing, Biostimulation, Bioreactor, Bioaugmentation را توضیح دهد.
- ۶- کاربردهای Bioventing, Biostimulation, Bioreactor, Bioaugmentation را بیان نماید.
- ۷- سایر فرایندهای شیمیایی و بیولوژیکی مورد استفاده در بهداشت محیط را نام ببرد.

#### هدف کلی جلسه ی هجدهم:

- ۱- جمع بندی درس

۲- رفع اشکال و پرسش و پاسخ نهایی

اهداف ویژه جلسه هفدهم:

در پایان دانشجو باید قادر باشد:

- ۱- جمع بندی درس را انجام دهد.
- ۲- اشکالات مربوط به فهم درس را بیان نماید.
- ۳- سوالات مربوط به درس را مطرح و جواب قانع کننده را دریافت نماید.

منابع:

- 1- Judd, (2008), "Process Science and Engineering for Water and Wastewater Treatment (Water and Wastewater Process Technologies)", IWA.
- 2- WEF Manual of Practice (2013), "Wastewater Treatment Process Modeling, McGraw Hill Education.
- 3- Henze M, Harremoës P (2001). "Wastewater Treatment: Biological and Chemical Processes (Environmental Science and Engineering), Springer, 3rd Edition.

روش تدریس:

- ۱- سخنرانی
- ۲- حل مسئله و تمرین

وسایل آموزشی:

- ۱- تخته وایت برد
- ۲- کامپیوتر

نحوه ارزشیابی دانشجو

- ۱- حل مسئله و تمرین ۱۰٪
- ۲- آزمون میان ترم ۲۰٪
- ۳- امتحان پایان ترم ۷۰٪

مقررات کلاس و انتظارات از دانشجو:

- ۱- حداقل نمره قبولی از درس نظری ۱۰ از ۲۰ می باشد.
- ۲- حداکثر غیبت مجاز در کلاس ۴ جلسه.
- ۳- به ازای هر جلسه غیبت غیر مجاز یک نمره کم می شود و بیش از چهار جلسه دانشجو حق شرکت در امتحان پایان ترم را ندارد.
- ۴- حضور دانشجو در کلاس قبل از استاد.
- ۵- حضور دانشجو در کلاس تا مدت زمان مقرر.
- ۶- حل مسائل داده شده و ارایه آن به استاد.

نام و امضای مدرس: دکتر مقصد پیر صاحب نام و امضای مدیر گروه: دکتر علی الماسی

نام و امضای مسئول EDO دانشکده: دکتر شهاب رضائیان

تاریخ تحویل: ۱۴۰۲/۷/۴ تاریخ ارسال: تاریخ ارسال:

جدول زمانبندی درس: فرایندها و عملیات در مهندسی بهداشت محیط

روز و ساعت جلسه: ساعت ۸ لغایت ۱۰ روزهای سه‌شنبه‌ها هر هفته

مدرس	موضوع هر جلسه	تاریخ	جلسه
دکتر پیرصاحب	۱- تشریح طرح درس ۲- مقدمه درس مبتنی بر عملیات و فرایندها در تصفیه و کنترل آلایندهای محیط	۴۰۲/۷/۴	۱
دکتر پیرصاحب	واکنش شیمیایی، انرژی واکنش، معادلات شیمیایی، انواع معادلات شیمیایی، نسبت مولی، سینتیک و سرعت واکنش‌ها، عوامل موثر بر سرعت واکنش، قانون بقا جرم و محدودیت‌های بقا جرم، درجه حرارت و کاتالیزور	۴۰۲/۷/۱۸	۲
دکتر پیرصاحب	معادله سنتیک درجه صفر، درجه اول، درجه اول کاذب، واکنش‌های قابل برگشت، واکنش‌های آنزیمی	۴۰۲/۷/۲۵	۳
دکتر پیرصاحب	تعریف راکتور، تقسیم‌بندی راکتورها، راکتورهای با جریان پیوسته و ناپیوسته، راکتورهای پیوسته با جریان افقی، اختلاط کامل و طراحی آنها، معادلات سرعت درجه اول و دوم در انواع راکتورها	۴۰۲/۸/۲	۴
دکتر پیرصاحب	تعریف سیستم‌های کلوئیدی و ویژگی‌های آنها، اهمیت آلاینده‌های کلوئیدی، علت پایداری سیستم کلوئیدی، نیروهای دافعه و جاذبه و پتانسیل زتا و معادلات مربوطه، ناپایدار کردن مواد کلوئیدی، انعقاد و لخته‌سازی، پروسه‌های فشرده نمودن لایه دو گانه، دربرگیری ذرات در رسوبات، انواع آب‌ها برای عمل انعقاد	۴۰۲/۸/۹	۵
دکتر پیرصاحب	ته‌نشینی، شناورسازی و معادلات اساسی آنها	۴۰۲/۸/۱۶	۶
دکتر پیرصاحب	جذب و جذب سطحی، روابط بین کشش سطحی و جذب، علت و انواع جذب، واکنش‌های مربوط به جذب سطحی زو تعادل واکنش‌ها، ایزوترم‌های جذب (لاتمویر، فرونلیخ، بیت و..)، سرعت واکنش‌ها در جذب سطحی، روش مطالعه جذب و عوامل موثر در جذب سطحی، جاذب‌های طبیعی، روش مطالعه جذب و عوامل موثر در جذب آلاینده	۴۰۲/۸/۲۳	۷
دکتر پیرصاحب	۱- تبادل یونی و انواع تبادل کننده‌های یونی، معادلات مربوطه، سرعت واکنش‌ها و تعادل در واکنش‌ها ۲- فرایندهای غشایی، پروسه‌های جداسازی، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون، اسمز معکوس و دیالیز و الکترودیالیز، الکترودیالیز غشایی، تقطیر غشایی، اصطلاحات مهم در فرایندهای غشایی و عملکرد هر یک از فرایندها	۴۰۲/۸/۳۰	۸
دکتر پیرصاحب	۱- فرایند تقطیری	۴۰۲/۹/۷	۹

	۲- فرایند انجماد ۳- فرایندهای بیولوژیکی تصفیه فاضلاب ۴- کنتیک رشد میکروبی		
دکتر پیرصاحب	اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی رشد معلق ( لجن فعال یا AS، راکتور ناپیوسته متوالی یا SBR، لجن فعال اختلاط کامل یا CMAAS و ..) موازنه جرم، معادلات مربوط به رشد معلق، معادله مونود، تعیین ضرایب بیوسنتیکی	۴۰۲/۹/۱۴	۱۰
دکتر پیرصاحب	اصول فرایندهای تصفیه بیولوژیکی رشد چسبیده (صافی چکیده TF، سیستم های بیولوژیکی دوار یا RBC، راکتورهای بیولوژیکی و..) موازنه جرم، معادلات مربوط به رشد، معادله مونود، تعیین ضرایب بیوسنتیکی	۴۰۲/۹/۲۱	۱۱
دکتر پیرصاحب	۱- اصول فرایندهای بیولوژیکی فرایندهای ترکیبی (TF/SC)، TF/AS و ... موازنه جرم، معادلات مربوط به رشد معلق، معادله مونود، تعیین ضرایب بیوسنتیکی ۲- بیوراکتورهای غشایی (MBR)، کاربرد و مکانیسم فرایند	۴۰۲/۹/۲۸	۱۲
دکتر پیرصاحب	۱- فرایندهای شیمیایی تصفیه آب و فاضلاب ۲- اکسیداسیون شیمیایی، اکسیداسیون پیشرفته، اصول و تئوری، عوامل موثر در واکنش های اکسیداسیون (فوق العاده)	۴۰۲/۹/۲۹ (فوق العاده)	۱۳
دکتر پیرصاحب	۱- فرایندهای بیولوژیکی حذف ازت و فسفر ۲- فرایندهای شیمیایی حذف ازت و فسفر ۳- ترسیب شیمیایی برای حذف فلزات سنگین و مواد معدنی محلول	۴۰۲/۱۰/۵	۱۴
دکتر پیرصاحب	اصول فرایند گندزدایی در آب و پساب و مکانیسم عملکرد	۴۰۲/۱۰/۶ (فوق العاده)	۱۵
دکتر پیرصاحب	۱- فرایندهای پیشرفته تصفیه آب و فاضلاب ۲- فرایندهای حذف و تصفیه ترکیبات آلی (MTBE، NDMA) و غیر آلی (فلزات سنگین خاص و ..) ۳- فرایندهای حذف و تصفیه آلاینده های نوظهور	۴۰۲/۱۰/۱۲	۱۶
دکتر پیرصاحب	۱- بررسی فرایند زیست پالایی یا پاک سازی زیستی (Bioremediation) ۲- شرح فرایند، انواع فرایند، مزیت ها و مکانیسم آن ۳- بررسی Bioaugmentation، Bioreactor، Biostimulation، Bioventing ۴- سایر فرایندهای مورد استفاده در بهداشت محیط	۴۰۲/۱۰/۱۳ (فوق العاده)	۱۷
دکتر پیرصاحب	۱- جمع بندی درس ۲- رفع اشکال و پرسش و پاسخ نهایی	۴۰۲/۱۰/۱۶ (فوق العاده)	۱۸

دکتر پیر صاحب	جلسه امتحان	۱۹
---------------	-------------	----