

دانشکده بهداشت
قالب نگارش طرح درس ترمی

عنوان درس: روش‌های نوین تصفیه فاضلاب- فرایندها و طراحی

مخاطبان: دانشجویان ترم دوم دکترای مهندسی بهداشت محیط

تعداد واحد: ۲ نظری **ساعت پاسخگویی به سوالات فراگیر:** یکشنبه‌ها ۱۶-۱۴

زمان ارائه درس: ساعت ۱۰/۱۵ لغایت ۱۲/۱۵ روزهای شنبه هر هفته نیمسال دوم سال تحصیلی ۱۴۰۴-۴۰۵

مدرس: دکتر مقداد پیرصاحب دکترای تخصصی مهندسی بهداشت محیط

درس پیش نیاز: ندارد

هدف کلی درس:

بالا بردن توان علمی و نظری دانشجویان رشته‌ی مهندسی بهداشت محیط در زمینه روش‌های نوین موجود برای تصفیه فاضلاب‌های بهداشتی و شهری و نیز مهارت‌آموزی ایشان در خصوص توسعه‌ی یک الگوی سامانه‌ی پیشرفته‌ی تصفیه فاضلاب.

شرح درس:

با توسعه‌ی اقتصادی و صنعتی جوامع و نیز تغییر سبک زندگی، کیفیت و مشخصات فاضلاب‌های بهداشتی و شهری نیز نسبت به گذشته تغییر کرده است. از طرف دیگر، به منظور حفظ سلامت انسان و محیط، استانداردهای دفع پساب نیز نسبت به گذشته سختگیرانه‌تر شده و اقلام مندرج در استاندارد نیز افزایش یافته است. همچنین، به دلیل کمبود آب شیرین در دسترس، رویکرد بازیابی پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و استفاده از آن به عنوان یک منبع ارزشمند مورد تاکید و توجه جدی قرار گرفته است. با این وجود، سامانه‌های متداول تصفیه فاضلاب نمی‌توانند الزامات فوق را برآورد نمایند. لذا برای امکان‌پذیر ساختن بازیابی پساب به عنوان یک منبع ارزشمند و دستیابی به استانداردهای سختگیرانه و جدید ضروری است از روش‌های نوین که کارایی بالاتر و هزینه کمتری دارند، استفاده شود. در این درس، روش‌ها و فرایندهای جدید تصفیه فاضلاب معرفی و طراحی آن‌ها آموزش داده می‌شود. در پایان این درس، دانشجو می‌تواند یک الگو تصفیه‌ی نوین فاضلاب بر اساس روش‌های جدید را توسعه دهد.

اهداف کلی جلسات: (جهت هر جلسه یک هدف)

- ۱- اصول تصفیه‌ی متداول فاضلاب و ضرورت نیاز به روش‌های نوین تصفیه.
- ۲- ارتقاء و تبدیل وضعیت تصفیه‌خانه‌های متداول فاضلاب.
- ۳- راهبرد استفاده از سامانه‌های متراکم و کوچک برای تصفیه فاضلاب.
- ۴- واحدهای ته‌نشینی پیشرفته.
- ۵- اصلاحات جدید فرایند لجن فعال: لجن فعال دارای بستر رشد چسبیده (IFAS)
- ۶- اصلاحات جدید فرایند لجن فعال: فرایندهای لجن فعال سیکلی و تک حوضچه‌ای (ICEAS یا SBR پیشرفته)
- ۷- اصلاحات جدید فرایند لجن فعال: بیوراکتور غشایی (MBR)
- ۸- راکتورها گرانوله هوازی و بی‌هوازی برای تصفیه فاضلاب
- ۹- بیوراکتورهای رشد چسبیده هوازی و بی‌هوازی مستغرق

۱۰- راکتورهای بیوفیلمی دارای بستر متحرک (MBBR)

۱۱- راکتورهای بیوفیلمی دارای بستر چرخان (CRBR)

۱۲- بیوراکتورهای آنزیمی برای تصفیه فاضلاب

۱۳- فیلتراسیون عمقی و سطحی برای حذف باقی مانده در پساب تصفیه خانه‌ی متداول فاضلاب

۱۴- فیلتراسیون غشایی برای حذف ذرات باقی مانده در پساب تصفیه خانه‌ی متداول فاضلاب

۱۵- فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته برای حذف آلاینده‌های آلی مقاوم به تجزیه در پساب خروجی از تصفیه خانه‌ی متداول

۱۶- روش‌های پیشرفته‌ی گندزدایی پساب تصفیه خانه‌ی فاضلاب

هدف کلی جلسه اول:

۱- آرایه طرح درس و تشریح آن

۲- اصول تصفیه‌ی متداول فاضلاب و ضرورت نیاز به روش‌های نوین تصفیه

اهداف ویژه جلسه اول:

در پایان دانشجو قادر باشد:

۱- طرح درس و اجزای آن را تشریح نماید.

۲- اصول تصفیه‌ی متداول فاضلاب را توضیح دهد.

۳- ضرورت نیاز به روش‌های نوین تصفیه را توضیح دهد.

هدف کلی جلسه دوم:

۱- راهبرد استفاده از سامانه‌های متراکم و کوچک برای تصفیه فاضلاب

۲- واحدهای ته‌نشینی پیشرفته

اهداف ویژه جلسه دوم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

۱- راهبرد استفاده از سامانه‌های متراکم و کوچک برای تصفیه فاضلاب را توضیح دهد.

۲- انواع واحدهای ته‌نشینی پیشرفته را نام ببرد.

۳- کاربرد واحدهای ته‌نشینی پیشرفته را توضیح دهد.

۴- معیارهای طراحی واحدهای ته‌نشینی پیشرفته را توضیح دهد.

هدف کلی جلسه سوم:

اصلاحات جدید فرایند لجن فعال: لجن فعال دارای بستر رشد چسبیده (IFAS)

اهداف ویژه جلسه سوم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

۱- مفهوم و کاربرد لجن فعال دارای بستر رشد چسبیده (IFAS) را توضیح دهد.

۲- مزایا و معایب لجن فعال دارای بستر رشد چسبیده (IFAS) را توضیح دهد.

۳- معیارهای طراحی لجن فعال دارای بستر رشد چسبیده (IFAS) را بیان نماید.

۴- یک راکتور لجن فعال دارای بستر رشد چسبیده (IFAS) را برای تصفیه فاضلاب شهری طراحی نماید.

هدف کلی جلسه چهارم:

اصلاحات جدید فرایند لجن فعال: فرایندهای لجن فعال سیکلی و تک حوضچه‌ای (CEAS یا SBR پیشرفته)

اهداف ویژه جلسه چهارم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- مفهوم و کاربرد فرایندهای لجن فعال سیکلی و تک حوضچه‌ای (ICEAS یا SBR پیشرفته) را توضیح دهد.
- ۲- معیارهای طراحی فرایندهای لجن فعال سیکلی و تک حوضچه‌ای (ICEAS یا SBR پیشرفته) را بیان نماید.
- ۳- یک راکتور لجن فعال سیکلی و تک حوضچه‌ای (ICEAS یا SBR پیشرفته) را برای تصفیه فاضلاب شهری طراحی نماید.

هدف کلی جلسه پنجم:

اصلاحات جدید فرایند لجن فعال: بیوراکتور غشایی (MBR)

اهداف ویژه جلسه پنجم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- مفهوم و کاربرد بیوراکتور غشایی (MBR) را توضیح دهد.
- ۲- مزایا و معایب بیوراکتور غشایی (MBR) را توضیح دهد.
- ۳- چیدمان بیوراکتور غشایی (MBR) را در تصفیه‌خانه فاضلاب با ترسیم شکل توضیح دهد.
- ۴- معیارهای طراحی بیوراکتور غشایی (MBR) را توضیح دهد.
- ۵- نوع و خصوصیات غشاهای مورد استفاده در بیوراکتور غشایی (MBR) را توضیح دهد.
- ۶- یک بیوراکتور غشایی (MBR) را برای تصفیه فاضلاب شهری طراحی نماید.
- ۷- عوامل ایجاد گرفتگی و کنترل آن‌ها در غشاها در بیوراکتور غشایی (MBR) را توضیح دهد.

هدف کلی جلسه ششم:

راکتورها گرانوله هوازی و بی‌هوازی برای تصفیه فاضلاب

اهداف ویژه جلسه ششم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- مفهوم و کاربرد راکتورها گرانوله هوازی و بی‌هوازی برای تصفیه فاضلاب شهری را بیان نماید.
- ۲- مزایا و معایب راکتورها گرانوله هوازی و بی‌هوازی برای تصفیه فاضلاب شهری را توضیح دهد.
- ۳- معیارهای طراحی راکتورها گرانوله هوازی و بی‌هوازی برای تصفیه فاضلاب شهری را توضیح دهد.

هدف کلی جلسه هفتم:

بیوراکتورهای رشد چسبیده هوازی و بی‌هوازی مستغرق

اهداف ویژه جلسه هفتم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- مفهوم و کاربرد بیوراکتورهای رشد چسبیده هوازی و بی‌هوازی مستغرق برای تصفیه فاضلاب شهری را بیان نماید.
- ۲- مزایا و معایب بیوراکتورهای رشد چسبیده هوازی و بی‌هوازی مستغرق برای تصفیه فاضلاب شهری را توضیح دهد.
- ۳- معیارهای طراحی بیوراکتورهای رشد چسبیده هوازی و بی‌هوازی مستغرق برای تصفیه فاضلاب شهری را توضیح دهد.
- ۴- بیوراکتورهای رشد چسبیده هوازی و بی‌هوازی مستغرق برای تصفیه فاضلاب شهری طراحی نماید.

هدف کلی جلسه هشتم:

راکتورهای بیوفیلمی دارای بستر متحرک (MBBR)

اهداف ویژه جلسه هشتم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- مفهوم و کاربرد راکتورهای بیوفیلیمی دارای بستر متحرک (MBBR) برای تصفیه فاضلاب شهری را بیان نماید.
- ۲- مزایا و معایب راکتورهای بیوفیلیمی دارای بستر متحرک (MBBR) برای تصفیه فاضلاب شهری را توضیح دهد.
- ۳- معیارهای طراحی راکتورهای بیوفیلیمی دارای بستر متحرک (MBBR) برای تصفیه فاضلاب شهری را توضیح دهد.
- ۴- انواع و خصوصیات مدیای مورد استفاده در راکتورهای بیوفیلیمی دارای بستر متحرک (MBBR) را توضیح دهد.
- ۵- یک راکتور بیوفیلیمی دارای بستر متحرک (MBBR) برای تصفیه فاضلاب شهری را طراحی نماید.

هدف کلی جلسه نهم:

راکتورهای بیوفیلیمی دارای بستر چرخان (CRBR)

در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- مفهوم و کاربرد راکتورهای بیوفیلیمی دارای بستر چرخان (CRBR) برای تصفیه فاضلاب شهری را بیان نماید.
- ۲- مزایا و معایب راکتورهای بیوفیلیمی دارای بستر چرخان (CRBR) برای تصفیه فاضلاب شهری را توضیح دهد.
- ۳- معیارهای طراحی راکتورهای بیوفیلیمی دارای بستر چرخان (CRBR) برای تصفیه فاضلاب شهری را توضیح دهد.

هدف کلی جلسه دهم:

بیوراکتورهای آنزیمی برای تصفیه فاضلاب

اهداف ویژه جلسه دهم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- مفهوم و کاربرد بیوراکتورهای آنزیمی برای تصفیه فاضلاب برای تصفیه فاضلاب شهری را بیان نماید.
- ۲- مزایا و معایب بیوراکتورهای آنزیمی برای تصفیه فاضلاب برای تصفیه فاضلاب شهری را توضیح دهد.
- ۳- معیارهای طراحی بیوراکتورهای آنزیمی برای تصفیه فاضلاب برای تصفیه فاضلاب شهری را توضیح دهد.

هدف کلی جلسه یازدهم:

فیلتراسیون عمقی و سطحی برای حذف باقی مانده در پساب تصفیه خانه‌ی متداول فاضلاب

اهداف ویژه جلسه یازدهم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- مفهوم و کاربرد فیلتراسیون عمقی و سطحی در تصفیه پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب شهری را توضیح دهد.
- ۲- ویژگی‌های فیلتراسیون عمقی را در تصفیه پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب شهری توضیح دهد.
- ۳- هیدرولیک فیلتراسیون عمقی را همراه با معادلات مربوطه بیان نماید.
- ۴- افت فشار در فیلتراسیون عمقی برای تصفیه پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب شهری را محاسبه نماید.
- ۵- سرعت شستشوی معکوس در فیلتراسیون عمقی برای تصفیه پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب شهری را

محاسبه نماید.

- ۶- مدل سازی فیلتراسیون عمقی برای تصفیه پساب تصفیه خانه های فاضلاب شهری را انجام دهد.
- ۷- ملاحظات و معیارهای طراحی در فیلتراسیون عمقی برای تصفیه پساب تصفیه خانه های فاضلاب شهری را توضیح دهد.
- ۸- انواع بستر مناسب همراه با خصوصیات آنها در فیلتراسیون عمقی برای تصفیه پساب تصفیه خانه های فاضلاب شهری را توضیح دهد.
- ۹- سیستم های شستشوی معکوس فیلتراسیون عمقی برای تصفیه پساب تصفیه خانه های فاضلاب شهری را بیان نماید.
- ۱۰- انواع فیلترهای سطحی همراه با مشخصات آنها را برای تصفیه پساب تصفیه خانه های فاضلاب شهری توضیح دهد..
- ۱۱- عملکرد فیلترهای سطحی برای تصفیه پساب تصفیه خانه های فاضلاب شهری را توضیح دهد.
- ۱۲- ملاحظات و معیارهای طراحی فیلترهای سطحی برای تصفیه پساب تصفیه خانه های فاضلاب شهری را توضیح دهد.

هدف کلی جلسه دوازدهم:

فیلتراسیون غشایی برای حذف ذرات باقی مانده در پساب تصفیه خانه ی متداول فاضلاب

اهداف ویژه جلسه دوازدهم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- فن آوری فرایند غشایی برای حذف ذرات باقی مانده در پساب تصفیه خانه ی متداول فاضلاب را توضیح دهد.
- ۲- طبقه بندی فرایند غشایی را نام ببرد.
- ۳- خصوصیات فرایند غشایی را توضیح دهد.
- ۴- محفظه های مورد استفاده در فرایند غشایی را توضیح دهد.
- ۵- الگوهای بهره برداری برای چیدمان تحت فشار در فرایند غشایی را توضیح دهد.
- ۶- ملاحظات و معیارهای طراحی فرایند غشایی برای حذف ذرات باقی مانده در پساب تصفیه خانه ی متداول فاضلاب را توضیح دهد.
- ۷- آنالیزهای فرایندی برای انواع سیستم های غشایی فرایند غشایی برای حذف ذرات باقی مانده در پساب تصفیه خانه ی متداول فاضلاب را توضیح دهد.
- ۸- سطح مورد نیاز غشا برای انواع فرایند غشایی برای حذف ذرات باقی مانده در پساب تصفیه خانه ی متداول فاضلاب را محاسبه نماید.
- ۹- انواع گرفتگی غشا و روش های کنترل برای حذف ذرات باقی مانده در پساب تصفیه خانه ی متداول فاضلاب را توضیح دهد.
- ۱۰- شاخص های گرفتگی غشا برای حذف ذرات باقی مانده در پساب تصفیه خانه ی متداول فاضلاب را محاسبه نماید.
- ۱۱- مدیریت مواد دفعی فرایند غشا برای حذف ذرات باقی مانده در پساب تصفیه خانه ی متداول فاضلاب را توضیح دهد.

هدف کلی جلسه سیزدهم:

فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته برای حذف آلاینده های آلی مقاوم به تجزیه در پساب خروجی از تصفیه -

خانه‌ی متداول

اهداف ویژه جلسه سیزدهم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- روش‌های آگیری لجن را دسته‌بندی نماید.
- ۲- ملاحظات اساسی در طراحی روش‌های آگیری لجن را توضیح دهد.
- ۳- آگیری لجن به روش بستر خشک کن را طراحی نماید.
- ۴- آگیری لجن به روش لاگونی را طراحی نماید.
- ۵- آگیری لجن به روش مکانیکی را طراحی نماید.
- ۶- آگیری لجن به روش حرارتی را طراحی نماید.

هدف کلی جلسه چهاردهم:

روش‌های پیشرفته‌ی گندزدایی پساب تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب

اهداف ویژه جلسه چهاردهم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- خصوصیات یک گندزدای ایده‌ال برای گندزدایی پساب تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب را توضیح دهد.
- ۲- فاکتورهای موثر بر عملکرد گندزدایی را توضیح دهد.
- ۳- عملکرد فن‌آوری‌های گندزدایی را مقایسه نماید.
- ۴- روش‌های متداول گندزدایی پساب تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب را توضیح دهد.
- ۵- روش‌های پیشرفته‌ی گندزدایی پساب تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب را توضیح دهد.
- ۶- سیستم گندزدایی با اشعه فرابنفش را طراحی نماید.
- ۷- مشکلات سیستم گندزدایی با اشعه فرابنفش را توضیح دهد.
- ۸- فرایند پاستوریزاسیون برای گندزدایی پساب تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب را توضیح دهد.
- ۹- تکنیک‌های گندزدایی حرارتی را بیان نماید.
- ۱۰- اثربخشی میکروبیکی پاستوریزاسیون را توضیح دهد.
- ۱۱- کاربرد پاستوریزاسیون برای گندزدایی پساب تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب را توضیح دهد.

هدف کلی جلسه پانزدهم:

- ۱- جمع‌بندی درس
- ۲- رفع اشکال و پرسش و پاسخ نهایی

اهداف ویژه جلسه پانزدهم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- جمع‌بندی 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.

هدف کلی جلسه شانزدهم:

ارایه پروژه درسی توسط یک نفر از دانشجویان

اهداف ویژه جلسه شانزدهم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

- ۱- پروژه درسی مشخص شده را به نحو مناسب ارایه نماید.

۲- پروژه ارایه شده مورد نقد قرار گیرد.

هدف کلی جلسه هفدهم:

ارایه پروژه درسی توسط نفری دیگر از دانشجویان

اهداف ویژه جلسه هفدهم:

در پایان دانشجو قادر باشد:

۱- پروژه درسی مشخص شده را به نحو مناسب ارایه نماید.

۲- پروژه ارایه شده مورد نقد قرار گیرد.

منابع:

- 1- Tchobanoglous G, Stensel H.D, Tsuchihashi R, Burton F. "Wastewater Engineering, Treatment and Resource Recovery", 5th Edition. Met Calf & Eddy, Inc, McGraw- Hill. 2014.
- 2- Rao D.G, Senthilkumar R, Byrne J.A, Feroz S. Wastewater Treatment: Advanced Processes and Technologies. CRC press. 2012.
- 3- Stefan M.I. Advanced Oxidation Processes for Water Treatment: Fundamentals and Applications. IWA. 2017.
- 4- Leslie Grady C.P, Daigger G.T, Love N.G, Filipe C.D.M. Biological Wastewater Treatment. 3th Edition. CRC. 2011.
- 5- Liu y. Wastewater Purification: Aerobic Granulation in Sequencing Batch Reactors. CRC press. 2007.
- 6- Judd S. Principles and Applications of Membrane Bioreactors for Water and Wastewater Treatment. 2th Edition. Elsevier. 2011.
- 7- WEF. Design of Municipal wastewater Treatment Plants. WEF Manual of Practice No & ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 76. Fifth Edition.
- 8- WEF. Biofilm Reactors. WEF Manual of Practice No. 35. 2010.
- ۹- موسوی غلامرضا، شکوهیان سکینه. فرایندهای نوین تصفیه فاضلاب. انتشارات آثار سبحان. ۱۳۹۵.

روش تدریس:

۱- سخنرانی

۲- حل مسئله و تمرین

۳- نمایش شکل و نقشه

وسایل آموزشی :

۱- وایت برد

۲- پاورپوینت

شیوه ارزشیابی دانشجو:

۱- حضور و مشارکت فعال در کلاس ۱۵٪

۲- انجام تکالیف و پروژه‌ی کلاسی ۴۰٪

۳- آزمون پایان ترم ۴۵٪

مقررات کلاس و انتظارات از دانشجو:

- ۱- حداقل نمره قبولی ۱۲ از ۲۰ می باشد.
- ۲- حداکثر غیبت مجاز در کلاس ۲ 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.
- ۷- ارایه پروژه پایان ترم و دفاع از آن

نام و امضای مدرس: دکتر مقداد پیرصاحب نام و امضای مدیر گروه: دکتر علی جعفری

نام و امضای مسئول EDO دانشکده: دکتر شهاب رضائیان

تاریخ تحویل: ۱۴۰۴/۷/۴ تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۷/۴

جدول زمانبندی درس: روشهای نوین تصفیه فاضلاب

روز و ساعت جلسه: ساعت ۱۰/۱۵ لغایت ۱۲/۱۵ روزهای یکشنبه هر هفته

جلسه	تاریخ	موضوع هر جلسه	مدرس
۱	۴۰۴/۷/۵	۱- ارایه طرح درس و تشریح آن ۲- اصول تصفیه‌ی متداول فاضلاب و ضرورت نیاز به روش- های نوین تصفیه	دکتر پیرصاحب
۲	۴۰۴/۷/۱۲	۱- راهبرد استفاده از سامانه‌های متراکم و کوچک برای تصفیه فاضلاب ۲- واحدهای ته‌نشینی پیشرفته	دکتر پیرصاحب
۳	۴۰۴/۷/۱۹	اصلاحات جدید فرایند لجن فعال: لجن فعال دارای بستر رشد چسبیده (IFAS)	دکتر پیرصاحب
۴	۴۰۴/۷/۲۶	اصلاحات جدید فرایند لجن فعال: فرایندهای لجن فعال سیکلی و تک حوضچه‌ای (CEAS یا SBR پیشرفته)	دکتر پیرصاحب

دکتر پیرصاحب	اصلاحات جدید فرایند لجن فعال: بیوراکتور غشایی (MBR)	۴۰۴/۸/۳	۵
دکتر پیرصاحب	راکتورها گرانوله هوازی و بی‌هوازی برای تصفیه فاضلاب	۴۰۴/۸/۱۰	۶
دکتر پیرصاحب	بیوراکتورهای رشد چسبیده هوازی و بی‌هوازی مستغرق	۴۰۴/۸/۱۷	۷
دکتر پیرصاحب	راکتورهای بیوفیلیمی دارای بستر متحرک (MBBR)	۴۰۴/۸/۲۴	۸
دکتر پیرصاحب	راکتورهای بیوفیلیمی دارای بستر چرخان (CRBR)	۴۰۴/۹/۱	۹
دکتر پیرصاحب	بیوراکتورهای آنزیمی برای تصفیه فاضلاب	۴۰۴/۹/۸	۱۰
دکتر پیرصاحب	فیلتراسیون عمقی و سطحی برای حذف باقی‌مانده در پساب تصفیه‌خانه‌ی متداول فاضلاب	۴۰۴/۹/۱۵	۱۱
دکتر پیرصاحب	فیلتراسیون غشایی برای حذف ذرات باقی‌مانده در پساب تصفیه‌خانه‌ی متداول فاضلاب	۴۰۴/۹/۲۲	۱۲
دکتر پیرصاحب	فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته برای حذف آلاینده‌های آلی مقاوم به تجزیه در پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌ی متداول	۴۰۴/۹/۲۹	۱۳
دکتر پیرصاحب	روش‌های پیشرفته‌ی گندزدایی پساب تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب	۴۰۴/۱۰/۶	۱۴
دکتر پیرصاحب	۱- جمع بندی درس ۲- رفع اشکال و پرسش و پاسخ نهایی	۱۰/۲۰ ۴۰۴	۱۵
دکتر پیرصاحب	ارایه پروژه درسی توسط یک نفر از دانشجویان	۱۰/۲۵ ۴۰۴	۱۶
دکتر پیرصاحب	ارایه پروژه درسی توسط نفری دیگر از دانشجویان	۴۰۴/۱۱/۴	۱۷
دکتر پیرصاحب	امتحان	۴۰۴/۱۱/۷	۱۸