



دانشکده بهداشت

دفتر توسعه آموزش

طرح درس (Lesson Plan)

نام درس: شناخت و کنترل آلودگی های خاک	کد درس: ۱۹۱۰۰۳
مقطع تحصیلی: دکتری	رشته تحصیلی: مهندسی بهداشت محیط
گروه آموزشی: مهندسی بهداشت محیط و حرفه ای	پیش نیاز: ندارد
تعداد و نوع واحد: ۲ واحد نظری	محل برگزاری: دانشکده بهداشت
روز و ساعت برگزاری: سه شنبه ساعت ۸-۱۰	مدرس: دکتر باریک بین - دکتر دهقان
☒ طراحی اولیه	☐ بازنگری
شرح درس : آشنایی دانشجویان با مفاهیم پایه در اکوسیستم خاک و شناخت منابع، آلاینده های ورودی و اثرات آنها بر خاک آشنایی دانشجویان با شناخت پروفایل خاک و نقش آن در توزیع آلاینده ها آشنایی با روش های و تکنولوژی های پالایش خاک (فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی) آشنایی با مکانیسم ها و عوامل تاثیر گذار در روشهای پالایش خاک های آلوده شناخت روش های پالایش خاکهای آلوده به فلزات سنگین شناخت روش های پالایش خاکهای آلوده به ترکیبات نفتی آشنایی با پایش سیستم های پالایش خاک	
هدف کلی دوره: آشنایی دانشجویان با روش های انتشار آلاینده ها در خاک و همچنین شناخت روشهای اجرایی و مدیریتی کنترل کیفی و پایش خاکهای آلوده به آلاینده های محیطی و ارائه راهکار های اجرایی	
روش های ارزیابی دانشجو (سهم هر روش بر حسب درصد نوشته شود): روش های ارزیابی در طول دوره: ۱- مشارکت در بحث گروهی (۵٪) ۲- انجام پروژه و ارائه آن بصورت سخنرانی (۲۰٪) روش های ارزیابی در انتهای دوره: ۱- امتحان پایان ترم (۷۵٪)	
وسایل آموزشی: کامپیوتر، تخته وایت برد، پروژکتور	
منابع اصلی درس:	
1- Metting F.B., Anderson D.R., Hinchee R.E., "Applied Biotechnology for Site Remediation", Lewis Publishers, Inc., 1994.	



دانشکده بهداشت

دفتر توسعه آموزش

طرح درس (Lesson Plan)

- 2- Hinchee R.E., Fredrickson J., Alleman B.C., "Bioaugmentation for Site Remediation". Battelle Pr, 1995.
- 3- Norris R.D., "Handbook of Bioremediation". Lewis Publishers, Inc., 1994.
- 4- Hinchee R.E., Kittel J., Rrisinger H.J., "Applied Bioremediation of Petroleum Hydrocarbons". Battelle Pr, 1995.
- 5- Gibson D.T., "Microbial Degredation of Organic Compounds". Marcel Deker, Inc., 1986.
- 6- Rittman B.T., Mccarty P.L., "Environmental Biotechnology: Principles and Applications". MC Graw-Hill, 2018.
- 7- Donald L. Wise., "Remediation Engineering of Contaminated Soils (Environmental Science and Pollution Control)", Marcel Dekker, 2000.
- 8- Morel J., Echevaria L., Guillaume and Goncharova, Nadezhda., "Phytoremediation of Metal Contaminated Soils, Springer, 2006.
- 9- Maier, Raina, M., Pepper, Ian, L and Gebra, Charles, P., "Environmental Microbiology" Academic Press, 2012.



دانشکده بهداشت

دفتر توسعه آموزش

طرح درس (Lesson Plan)

جلسه اول

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس شخصا اکوسیستم خاک را تقسیم بندی نموده، منابع تولید آلاینده ها و اثرات هر یک از آنها را بر اکوسیستم خاک بیان نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

- ✓ اکوسیستم های خاک را بشناسد
- ✓ منابع تولید آلودگی و انواع آلاینده ها را که سبب آلودگی خاک میگردند را به طور کلی بشناسد
- ✓ اثر هر یک از آلاینده ها را بر خاک و اکوسیستم های خاک را بداند

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۲۰	شناخت اکوسیستم خاک
۴۰	شناخت منابع آلوده کننده و انواع آلاینده ها
۳۰	اثرات آلاینده ها بر خاک
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ	

جلسه دوم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس شخصا پروفایل خاک را تقسیم بندی نموده و نقش و اثر ترکیبات موجود در پروفایل خاک را در توزیع و انتقال آلاینده به تفکیک بیان نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

- ✓ پروفایل خاک را به طور کامل بشناسد و آنرا تجزیه و تحلیل نماید.
- ✓ نقش و اثر پروفایل و ترکیبات موجود در خاک را در توزیع و انتقال آلاینده بداند.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۵۰	شناخت پروفایل خاک
۴۰	نقش و اثر پروفایل خاک در توزیع آلاینده ها
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ	



دانشکده بهداشت

دفتر توسعه آموزش

طرح درس (Lesson Plan)

جلسه سوم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس شخصا روش های عمده پالایش خاک را تقسیم بندی نموده و نقش و اثر و همچنین مزایا و معایب آنرا به تفکیک روش بیان نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

✓ تقسیم بندی روشهای عمده و مختلف پالایش خاک را بیان نماید.

✓ اثر و نقش هر روش و همچنین مزایا و معایب روشها را با ذکر مثال بیان نماید.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۶۰	معرفی تکنولوژی های مختلف پالایش خاک
۳۰	اثرات، مزایا و معایب تکنیک های مختلف پالایش خاک
روش ارزشیابی (در صورت نیاز):	

جلسه چهارم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس مفاهیم پالایش فیزیکی را با ذکر پارامتر های موثر با ذکر مزایا و معایب هر روش دسته بندی نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

✓ روش پالایش فیزیکی را با ذکر قوانین و پارامتر های موثر بر آن را بداند.

✓ انواع روشهای متداول در پالایش فیزیکی خاک را بیان نموده و مزایا و معایب آنرا ذکر نماید.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۳۰	پالایش فیزیکی خاک (مفاهیم، پارامتر های موثر و موارد مرتبط)
۶۰	معرفی روش ها، مزایا و معایب پالایش فیزیکی خاک
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ	



دانشکده بهداشت

دفتر توسعه آموزش

طرح درس (Lesson Plan)

جلسه پنجم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس مفاهیم پالایش شیمیایی را با ذکر پارامترهای اثر گذار با ذکر مزایا و معایب هر روش دسته بندی نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

- ✓ روش پالایش شیمیایی را با ذکر قوانین و پارامترهای موثر بر آن را بداند.
- ✓ انواع روشهای متداول در پالایش شیمیایی خاک را بیان نموده و مزایا و معایب آنرا ذکر نماید.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۴۵	پالایش شیمیایی خاک (مفاهیم و روابط مرتبط)
۵۰	معرفی روش ها، مزایا و معایب آن
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ	

جلسه ششم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس مفاهیم زیست پالایی خاک را با ذکر پارامترهای موثر با ذکر مزایا و معایب هر روش دسته بندی نموده و یک روش زیست پالایی جهت حذف آلاینده فرضی تجزیه و تحلیل کرده و روش پیشنهادی ارائه نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

- ✓ زیست پالایی خاک را به طور کامل بداند و مراحل و عوامل موثر بر آنرا بیان نماید.
- ✓ روشها و مزایا و معایب هر یک از روش های اختصاصی در پالایش زیستی را بیان نماید.
- ✓ در خصوص یک روش زیست پالایی تحقیق و آنرا به صورت سخنرانی بیان نماید.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۲۰	توصیف زیست پالایی و پالایش زیستی (بیولوژیکی) خاک
۴۰	معرفی روش ها، مزایا و معایب پالایش زیستی
۳۰	ارایه تکالیف دانشجویان به صورت سخنرانی
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ و ارایه تکالیف داده شده به صورت سخنرانی	



دانشکده بهداشت

دفتر توسعه آموزش

طرح درس (Lesson Plan)

جلسه هفتم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس شخصا کلیه موجودات و میکرو ارگانیسم های خاک را تقسیم بندی نموده و فاکتورهای موثر بر رشد و نمو در شرایط خاک آلوده به یک ترکیب خاص بیان نماید.
در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

✓ کلیه موجودات و میکرو ارگانیسم های موجود در خاک را بشناسد

✓ عوامل موثر بر رشد و نمو هر یک از موجودات و میکرو ارگانیسم های موثر در تجزیه زیستی آلاینده های خاک را

بشناسد

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۴۰	مروری بر شناخت میکروارگانیسم های خاک
۵۰	فاکتورهای موثر بر رشد و نمو هر یک از موجودات و میکرو ارگانیسم های موثر در تجزیه زیستی آلاینده های خاک
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ	

جلسه هشتم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس شخصا گروههای عمده آلاینده را تقسیم بندی نموده فاکتورهای موثر و نقش فرآیند های زیستی منجمله برگشت پذیری، aging و دیگر عوامل را در تخریب زیستی بیان نماید.
در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

✓ گروه بندی آلاینده ها را از نظر نوع روش موثر بر حذف آن را بداند و فاکتور های موثر بر شرایط بهینه حذف آلاینده را بیان نماید.

✓ نقش aging در فرآیند تجزیه زیستی و عوامل موثر بر برگشت پذیری یک فرآیند زیستی را بیان نماید.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۷۰	بررسی گروه بندی ترکیبات آلاینده و اثر فاکتورهای مرتبط با هر یک از ترکیبات (سوپسترا) بر تجزیه زیستی
۲۰	نقش aging در فرآیند تجزیه زیستی آلاینده ها
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ و مروری بر مفاهیم مهم بیولوژیکی	



دانشکده بهداشت

دفتر توسعه آموزش

طرح درس (Lesson Plan)

جلسه نهم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس نقش مواد آلی و همچنین نقش کاتالیزستی آنزیم ها را در فرآیند تجزیه زیستی با ذکر مثال برای رفع آلودگی یک آلاینده فرضی از خاک را بیان نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

✓ نقش مواد آلی موجود در خاک در فرآیند تجزیه زیستی آلاینده ها را بداند.

✓ نقش کاتالیزستی آنزیم ها در فرآیند تجزیه زیستی آلاینده ها را با ذکر مثال بیان نماید.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۴۵	نقش مواد آلی موجود در خاک در فرآیند تجزیه زیستی آلاینده ها
۴۵	نقش کاتالیزستی آنزیم ها در فرآیند تجزیه زیستی آلاینده ها
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ	

جلسه دهم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس در قالب یک پروژه فرضی روش تخصصی جهت رفع آلودگی را بشناسد و برای آن با توجه به شرایط راه حل عمده پیشنهاد نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

✓ مبانی تکنولوژی و روش های تخصصی در پالایش زیستی را بیان نماید.

✓ شرایط اختصاصی از نظر نوع آلاینده، محل آلودگی، شرایط محیطی و در زیست پالایی را بشناسد و روش

پیشنهادی را بیان نماید.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۶۰	معرفی تخصصی تکنولوژی های مختلف زیست پالایی
۳۰	معرفی شرایط اختصاصی مورد نیاز هر یک از روش های تخصصی در زیست پالایی خاکهای آلوده
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ و مروری بر دانسته های جلسه سوم	

جلسه یازدهم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس در قالب یک پروژه فرضی روش تخصصی جهت رفع آلودگی را بشناسد و برای آن با توجه به شرایط راه حل عمده پیشنهاد نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

✓ با اصطلاحات مهم در زیست پالایی آشنا گردد.

✓ شرایط اختصاصی از نظر نوع آلاینده، محل آلودگی، شرایط محیطی و در زیست پالایی را بشناسد و روش

پیشنهادی را بیان نماید.



دانشکده بهداشت

دفتر توسعه آموزش

طرح درس (Lesson Plan)

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۹۰	معرفی اصطلاحات مهم در زیست پالایی
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ	

جلسه یازدهم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس در قالب یک پروژه فرضی روش تخصصی جهت رفع آلودگی را بشناسد و برای آن با توجه به شرایط راه حل عمده پیشنهاد نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

- ✓ مکانیسم های آلودگی خاک را بیان نماید.
- ✓ شرایط اختصاصی از نظر نوع آلاینده، محل آلودگی، شرایط محیطی و در زیست پالایی را بشناسد و روش پیشنهادی را بیان نماید.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۶۰	مکانیسم های آلودگی
۳۰	برهم کنش بین آلاینده ها و خاک
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ	

جلسه دوازدهم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس در قالب یک پروژه فرضی روش تخصصی جهت رفع آلودگی را بشناسد و برای آن با توجه به شرایط راه حل عمده پیشنهاد نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

- ✓ مفهوم تغییر شکل زیستی آلاینده ها در خاک را بیان نماید.
- ✓ شرایط اختصاصی از نظر نوع آلاینده، محل آلودگی، شرایط محیطی و در زیست پالایی را بشناسد و روش پیشنهادی را بیان نماید.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۹۰	تغییر شکل زیستی آلاینده ها و شروع تغییرات شیمیایی در خاک
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ	



دانشکده بهداشت

دفتر توسعه آموزش

طرح درس (Lesson Plan)

جلسه سیزدهم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس در قالب یک پروژه فرضی روش تخصصی جهت رفع آلودگی را بشناسد و برای آن با توجه به شرایط راه حل عمده پیشنهاد نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

✓ فرایندهای تغییر شکل شیمیایی را نام ببرد.

✓ شرایط اختصاصی از نظر نوع آلاینده، محل آلودگی، شرایط محیطی و در زیست پالایی را بشناسد و روش

پیشنهادی را بیان نماید.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۶۰	فرایندهای تغییر شکل شیمیایی
۳۰	تغییر شکل آنزیمی
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ	

جلسه چهاردهم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس در قالب یک پروژه فرضی روش تخصصی جهت رفع آلودگی را بشناسد و برای آن با توجه به شرایط راه حل عمده پیشنهاد نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

✓ نقش گیاهان را در کاهش آلودگی خاک به فلزات سنگین توضیح دهد.

✓ شرایط اختصاصی از نظر نوع آلاینده، محل آلودگی، شرایط محیطی و در زیست پالایی را بشناسد و روش

پیشنهادی را بیان نماید.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۹۰	گیاه پالایی خاک های آلوده به فلزات سنگین، عوامل موثر بر گیاه پالایی، مزایا و معایب، ملاحظات انتخاب گیاه، مکانیسم گیاه پالایی
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ	



دانشکده بهداشت

دفتر توسعه آموزش

طرح درس (Lesson Plan)

جلسه پانزدهم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس در قالب یک پروژه فرضی روش تخصصی جهت رفع آلودگی را بشناسد و برای آن با توجه به شرایط راه حل عمده پیشنهاد نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

✓ روش های احیای خاک های آلوده به مواد رادیواکتیو را توضیح دهد.

✓ شرایط اختصاصی از نظر نوع آلاینده، محل آلودگی، شرایط محیطی و در زیست پالایی را بشناسد و روش

پیشنهادی را بیان نماید.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۹۰	احیای خاک های آلوده به مواد رادیواکتیو، اثر نوع خاک، تاثیر حضور همزمان یون ها و مواد آلی
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ	

جلسه شانزدهم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس در قالب یک پروژه فرضی روش تخصصی جهت رفع آلودگی را بشناسد و برای آن با توجه به شرایط راه حل عمده پیشنهاد نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

✓ مفهوم زیست افزایی در احیای خاک های آلوده را بیان نماید.

✓ شرایط اختصاصی از نظر نوع آلاینده، محل آلودگی، شرایط محیطی و در زیست پالایی را بشناسد و روش

پیشنهادی را بیان نماید.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۹۰	زیست افزایی خاک های آلوده به آفت کش ها، مفهوم زیست افزایی، عوامل موثر بر فرایند
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ	



دانشکده بهداشت

دفتر توسعه آموزش

طرح درس (Lesson Plan)

جلسه هفدهم

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند در کلاس در قالب یک پروژه فرضی روش تخصصی جهت رفع آلودگی را بشناسد و برای آن با توجه به شرایط راه حل عمده پیشنهاد نماید.

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود که :

✓ روش های احیای خاک های آلوده به ترکیبات PAHs را بیان نماید.

✓ شرایط اختصاصی از نظر نوع آلاینده، محل آلودگی، شرایط محیطی و در زیست پالایی را بشناسد و روش

پیشنهادی را بیان نماید.

جدول زمان بندی ارائه محتوای آموزشی در این جلسه	
مدت زمان (دقیقه)	رئوس مطالب
۹۰	احیای خاک های آلوده به ترکیبات PAHs، تکنولوژی های نوظهور، محدودیت ها
روش ارزشیابی (در صورت نیاز): پرسش و پاسخ	