



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

## برنامه درسی

(بازنگری شده)

دوره: دکتری

رشته: مدیریت منابع خاک

با دو گرایش:

- فیزیک و حفاظت خاک
- منابع خاک و ارزیابی اراضی



گروه: مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی

مصوب جلسه شماره ۶۱ مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۹

کمیسیون برنامه ریزی آموزشی

## بسم الله الرحمن الرحيم

عنوان برنامه درسی: دکتری مدیریت منابع خاک با دو گرایش: ۱- فیزیک و حفاظت خاک ۲- منابع خاک و ارزیابی اراضی

- ۱) برنامه درسی دوره دکتری رشته مدیریت منابع خاک با دو گرایش: ۱- فیزیک و حفاظت خاک ۲- منابع خاک و ارزیابی اراضی، در جلسه شماره ۶۱ مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۹ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی بازنگری و تصویب شد.
- ۲) برنامه درسی دوره دکتری رشته مدیریت منابع خاک با دو گرایش: ۱- فیزیک و حفاظت خاک ۲- منابع خاک و ارزیابی اراضی، از تاریخ تصویب جایگزین برنامه درسی دوره دکتری "رشته مدیریت منابع خاک" مصوب جلسه مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۳ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی شد.
- ۳) برنامه درسی مذکور در سه فصل: مشخصات کلی، جدول واحد های درسی و سرفصل دروس تنظیم شده و برای تمامی دانشگاه ها و مؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند، برای اجرا ابلاغ می شود.
- ۴) این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن نیازمند بازنگری می باشد.



عبدالرحیم نوه ابراهیم

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



## فصل اول

### مشخصات کلی برنامه درسی دوره دکتری رشته مدیریت منابع خاک

#### ۱- تعریف

مقطع دکتری بالاترین مقطع دانشگاهی در رشته "مدیریت منابع خاک" است که به اعطای مدرک دکتری تخصصی می انجامد. این مقطع بر اساس مجموعه‌ای هماهنگ از دانش و فن‌آوری‌های مطرح در این رشته طی فعالیت‌های تحقیقاتی و علمی-آموزشی برنامه‌ریزی شده است. مجموعه این فعالیت‌های علمی و تحقیقاتی به رفع مشکلات و ارائه راه حل‌ها و پیشرفت و گسترش مرزهای دانش در رشته اصلی "مدیریت منابع خاک" با گرایش‌های "فیزیک و حفاظت خاک و منابع خاک و ارزیابی اراضی می انجامد.

#### ۲- هدف

هدف از تدوین این برنامه درسی، تربیت متخصصانی است که با یادگیری علوم و فن‌آوری‌های مربوطه، به آثار علمی و روش‌های پیشرفته تحقیق و دستیابی به جدیدترین مباحث علمی و تحقیقی و نوآوری در این زمینه‌ها احاطه یابند.

#### ۳- ضرورت و اهمیت

تعلیم و تربیت نیروهای توانمند متخصص و متعهد که بتوانند به تدریس و تحقیق در سطوح عالی بپردازند در تمام زمینه‌های علمی و از جمله در رشته علوم و مهندسی خاک از اهمیت فوق العاده برخوردار است. امروزه در کلیه رشته‌های دانش بشری تحقیقات گسترده‌ای انجام می‌گیرد که متکی به اندازه‌گیری‌های کمی و کیفی دقیق بوده و مستلزم استفاده از روش‌های علمی است. در حال حاضر بخش قابل توجهی از مشکلات جامعه را مسائل مرتبط به امور کشاورزی و بهره‌برداری از اراضی تشکیل می‌دهد که مدیریت منابع خاک یکی از ارکان اصلی این مشکلات و چالش عمده در بهره‌برداری و تولید و مسائل زیست محیطی است. درحوزه‌های مدیریت و سیاست‌گذاری و در سطوح ملی، سازمان‌ها و تشکیلات مرتبط بدون اطلاع و آشنایی از نقش خاک، ضرورت بهره‌برداری صحیح از آن، حفظ منابع و جلوگیری از تخریب آنها نمی‌توانند عملکرد مطلوبی داشته باشند. توجه به خاک و اهمیت آن یکی از الزامات توسعه کشور و ارتقاء استانداردهای مدیریت و تولید است. لذا ضرورت تربیت افرادی که با تسلط بر شاخه‌های مختلف علوم خاک به منظور تأمین هیأت علمی مورد نیاز دانشگاه‌ها، تربیت نیروی انسانی متخصص و کارآمد جامعه و یا فعالیت در مؤسسات تحقیقاتی به منظور ریشه‌یابی مسائل و گسترش مرزهای دانش در این رشته، کاملاً محرز می‌باشد.

#### ۴- نقش و توانایی دانش‌آموختگان

دانش‌آموختگان دوره دکتری مدیریت منابع خاک قادرند امور مربوط به آموزش، تحقیقات و برنامه‌ریزی علمی و اجرایی در این رشته را انجام دهند و به امر تدریس و تحقیق در دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی پرداخته و یا در سازمان‌های اجرایی به امر برنامه‌ریزی مبادرت ورزند.

## ۵- طول دوره و شکل نظام

مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می باشد.



## ۶- تعداد واحدهای درسی

تعداد واحدهای درسی دوره دکتری مدیریت منابع خاک ۳۶ واحد بشرح زیر است :

دروس تخصصی رشته	۳	واحد
دروس تخصصی گرایش	۳	واحد
دروس اختیاری	۱۲	واحد
رساله	۱۸	واحد

دروس جبرانی: دروسی است که بر اساس سابقه تحصیلی دانشجو و نیاز علمی وی (از سایر مقاطع آموزشی) توسط استاد راهنما توصیه و پس از تایید شورای تحصیلات تکمیلی در برنامه درسی دانشجو منظور خواهد شد. (ضوابط گذراندن دروس کمبود طبق ضوابط مقطع مربوطه خواهد بود و نمره آن در احتساب معدل آموزشی دانشجو لحاظ نخواهد شد).

## ۷- شرایط گزینش دانشجو

مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می باشد.





## فصل دوم: جداول دروس

جدول ۱: دروس جبرانی دوره دکتری رشته مدیریت منابع خاک (گرایش‌های مختلف) \*

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			تعداد ساعات			پیش نیاز	
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع		
۱	ریاضیات ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-	
۲	آمایش سرزمین	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-	
۳	کاربرد رادیوایزوتوپها در علوم خاک	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-	
۴	فیزیولوژی گیاهی	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴	-	
۵	خاکهای جنگلی	۲	۱	۳	۱۶	۳۲	۴۸	-	
۶	سایر دروس از لیست دروس های کارشناسی و کارشناسی ارشد								

\* تعداد و نحوه اخذ دروس کمبود طبق مقررات مربوطه انجام خواهد شد. سرفصل این دروس در برنامه درسی سایر مقاطع پیش بینی شده است.

## جدول ۲: دروس تخصصی مقطع دکتری رشته مدیریت منابع خاک

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			تعداد ساعات			پیش نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	روشها و وسایل تحقیق در مدیریت منابع خاک	۲	-	۲	۲۲	-	۲۲	-
۲	سمینار ۱	۱	-	۱	۱۶	-	۱۶	-
-	جمع	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-

\* دروس تخصصی رشته در همه گرایش‌ها.

## جدول ۳: دروس تخصصی گرایش فیزیک و حفاظت خاک

ردیف	عنوان درس فعلی	تعداد واحدها			تعداد ساعات			پیش نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	کاربرد مدل‌های ریاضی در فیزیک و حفاظت خاک	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
-	جمع	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-

## جدول ۴: دروس تخصصی گرایش منابع خاک و ارزیابی اراضی

ردیف	عنوان درس فعلی	تعداد واحدها			تعداد ساعات			پیش نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ژئومورفولوژی خاک	۲	۱	۳	۲۲	۳۲	۶۴	-
-	جمع	۲	۱	۳	۲۲	۳۲	۶۴	-



جدول ۵: دروس اختیاری مقطع دکتری رشته مدیریت منابع خاک، گرایش فیزیک و حفاظت خاک

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات		
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع
۱	آلودگی خاک و آب پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۲	جنبه های اقتصادی خاک	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۳	حاصلخیزی خاک پیشرفته	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۴	خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۵	رابطه آب خاک و گیاه پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۶	روابط بیولوژیک خاک و گیاه	۲	۱	۳	۳۲	۳	۶۴
۷	روش تحقیق	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۸	روشهای پیشرفته آماری	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۹	زمین آمار	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۱۰	سنجش از دور	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۱۱	شناخت و کاربرد دستگاههای آزمایشگاهی در علوم خاک	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۱۲	شیمی فیزیک	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۱۳	کاربرد GIS در علوم خاک	۱	۱	۲	۱۶	۳۲	۴۸
۱۴	کاربرد ایزوتوپها در علوم خاک	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۵	مباحث پیشرفته در فیزیک و حفاظت خاک	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۶	مدیریت پایدار منابع خاک	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۷	مسئله مخصوص	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۸	مواد آلی خاک	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۹	هیدرولوژی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۲۰	مکانیک خاک کشاورزی	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۲۱	مهندسی زهکشی	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۲۲	ریاضیات ۲	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۲۳	معادلات دیفرانسیل	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۲۴	مهندسی رودخانه	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۲۵	فرسایش بادی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۲۶	مسایل خاکهای ایران	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۲۷	مدیریت آبخیزها	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴

دانشجویان این گرایش می توانند حداقل ۱۲ واحد از دروس جدول فوق را یا نظارت استاد راهنما و کمیته تخصصی و با توجه به موضوع رساله انتخاب و پس از تایید گروه اخذ نمایند.



جدول ۶: دروس اختیاری مقطع دکتری رشته مدیریت منابع خاک، گرایش منابع خاک و ارزیابی اراضی

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات		
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع
۱	پردازش اطلاعات خاک و اراضی	۱	۱	۲	۱۶	۳۲	۴۸
۲	جنبه های اقتصادی خاک	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۳	پردازش تصویر در میکرومورفولوژی خاک	۱	۱	۲	۱۶	۳۲	۴۸
۴	خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۵	روابط اکولوژیک خاک و گیاه	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۶	روش تحقیق	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۷	روشهای پیشرفته آماری	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۸	زمین آمار	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۹	سنجش از دور	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۱۰	شناخت و کاربرد دستگاههای آزمایشگاهی در علوم خاک	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۱۱	کاربرد GIS در علوم خاک	۱	۱	۲	۱۶	۳۲	۴۸
۱۲	کانیهای رس	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۱۳	مباحث پیشرفته در پیدایش، رده بندی و ارزیابی خاکها	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۴	مدلهای خاک و منظر اراضی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۵	مسئله مخصوص	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۶	مواد آلی خاک	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۷	کاربرد ایزوتوپها در علوم خاک	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۸	سنگ شناسی	۱	۱	۲	۱۶	۳۲	۴۸
۱۹	شیمی خاک پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۲۰	شیمی فیزیک	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۲۱	کانی شناسی نوری	۱	۱	۲	۱۶	۳۲	۴۸
۲۲	میکرومورفولوژی خاک	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۲۳	نقشه برداری رقومی خاک	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲

\*دانشجویان این گرایش می توانند حداقل ۱۲ واحد از دروس جدول فوق را با نظارت استاد راهنما و کمیته تخصصی و با توجه به موضوع رساله انتخاب و پس از تایید گروه اخذ نمایند.





## فصل سوم: سرفصل دروس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی:  روش‌ها و وسایل تحقیق در مدیریت منابع خاک  عنوان درس به انگلیسی: <b>Research Methods &amp; Instruments in Soil Resource Management</b>
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۳۲	
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری ۲					
	عملی					
	عملی					
ندارد* آزمایشگاه <input type="checkbox"/>		دارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/>		آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>		

هدف درس: آشنایی دانشجویان با روش‌ها و وسایل مهم و جدید در زمینه تحقیقات مدیریت خاک  
رئوس مطالب:

### -نظری

علم و تحقیق، فرموله نمودن مسائل و مشکلات موضوع تحقیقاتی در مدیریت منابع خاک، موضوع، اهداف و فرضیات تحقیق در مدیریت منابع خاک، سئوالات تحقیق در مدیریت منابع خاک، مهارت‌های تحقیق در مدیریت منابع خاک  
جمع‌آوری داده‌ها و ارزیابی اطلاعات مدیریت منابع خاک  
لیست مراجع و ارجاعات  
حدود مطالعه و بررسی و چکیده‌سازی  
ساختار نوشتن علمی و فنی  
اخلاق و تخصص علمی در مدیریت منابع خاک  
استنتاج علمی در مدیریت منابع خاک  
استنتاج آماری تحقیق در مدیریت منابع خاک  
کیفیت تحقیق در مدیریت منابع خاک  
انتشار یافته‌های تحقیقاتی در مدیریت منابع خاک  
روش‌ها و وسایل تحقیق در زمینه‌های فیزیک خاک، حفاظت و مدیریت خاک، پیدایش و رده‌بندی خاک، پدومتری و ارزیابی اراضی

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان‌ترم	آزمون پایان‌ترم	پروژه/کار عملی
۲۰		۵۰	۳۰

منابع اصلی:

۱- آشنایی با اصول و روش تحقیق - غلامحسین ریاحی. ۱۳۷۰.

۲- مقدمه‌ای بر روش تحقیق - دکتر پرویز علوی. ۱۳۹۱.





دروس پیش نیاز: نداره	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: سمینار ۱
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری ۱					
	عملی					
	نظری					
عملی						
ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه			دارد <input checked="" type="checkbox"/> کارگاه		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار	Seminar 1

هدف درس: آشنایی دانشجویان با مواردی از قبیل تعیین موضوع، جمع آوری مطلب، دسته بندی، تایپ و تدوین مطالب، تهیه اسلاید، ارائه سخنرانی در جمع دانشجویان و اساتید، پاسخ به سوالات، و .....

رئوس مطالب:

-نظری

در این درس دانشجویان بسته به زمینه تخصصی و علائق تحقیقاتی با راهنمایی استاد متخصص در موضوع عنوان مشخصی را انتخاب نموده و آخرین یافته‌های موجود در منابع علمی را جمع‌آوری و تدوین نموده و در قالب یک سخنرانی علمی ارائه می‌نماید. همچنین محتوای سمینار باید به صورت چاپی و با رعایت اصول صحیح نوشتاری تهیه و به استاد راهنما تسلیم گردد و نسخه‌ای از آن در اختیار مسئول سمینارهای گروه قرار داده شود.

- عملی یا حل تمرین

در مواردی که دانشجویان و اساتید مربوطه علاقه به اجرای کار عملی در قالب درس سمینار داشته باشند باید امکان تامین هزینه‌ها وجود داشته باشد. در اجرای سمینار به صورت عملی دانشجو موظف است کار را به گونه‌ای تعریف نماید که حداکثر در یک نیمسال، نتایج آن قابل دسترسی و تدوین و ارائه طبق آنچه در بخش نظری ذکر گردید باشد.

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
		۱۰۰	

منابع اصلی:

آزاد



دروس پیش نیاز ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کاربرد مدل های ریاضی در فیزیک و حفاظت خاک عنوان درس به انگلیسی: Application of mathematical models in soil physics and conservation
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی				اختیاری	
	نظری ۳					
	عملی					
	نظری					
عملی						
آموزش تکمیلی عملی:		دارد ×	کارگاه ■	ندارد □	سفر علمی □	سمینار □
		آزمایشگاه □				

هدف درس: بررسی مبانی و مفاهیم مدلسازی ریاضی، مفهوم حرکت آب در خاک های اشباع و غیراشباع و استفاده از مدل های مربوطه و مطالعه انتقال آب و املاح در خاک و مدل های مربوط به آن، فرایندهای فرسایش خاک و انتقال رسوب و استفاده از مدل های فرایندی فرسایش خاک.

رئوس مطالب:

- نظری

مبانی، تعاریف، دسته بندی و مراحل مدلسازی ریاضی، روش های واسنجی و ارزیابی مدل ها؛ قوانین و فرمول های حرکت آب در خاک، فرمول کستیاکوف، فرمول فیلیپ، فرمول دارسی در شرایط اشباع و غیراشباع، فرمول ریچاردز، معادله لاپلاس، مدل رطوبتی گرین و آمیت، توزیع رطوبت در خاک بعد از آبیاری، معادله تراز رطوبتی خاک، انتقال املاح در خاک و مدل های ریاضی بیان حرکت توأم آب و املاح؛ مبانی مدل های فرایندی WEPP، EUROSEM و GUEST و کاربرد آن در برآورد فرسایش خاک، مدل های انتقال رسوب.

عملی یا حل تمرین:

واسنجی و ارزیابی برخی مدل ها و معادلات نفوذ و حرکت آب در خاک؛ واسنجی و ارزیابی برخی مدل ها و معادلات فرسایش خاک و انتقال رسوب

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۴۰	۳۰

منابع اصلی:

- ۱- رفاهی، ح. ۱۳۹۶. فرسایش آبی و کنترل آن. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران.
2. D. C. Flanagan, and M. A. Nearing (eds.), 1995. USDA-Water Erosion Prediction Project, Technical Documentation. NSERL. Report No. 10, National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, Indiana.
3. J. Hanks, and J.T. Ritchie. 1993. Modeling Plants and Soil Systems. Agronomy Monograph No. 31.
4. J. L. Schnoor. 1997. Environmental modeling: fate and transport of pollutants in water, air, and soil. John Wiley & Sons, New York.
5. S. Lawrence Dingman, 2002. Physical Hydrology. 2<sup>nd</sup> Edition. Prentice Hall.



دروس پیش نیاز نکات:	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ژئومورفولوژی خاک	
	عملی		پایه				
	نظری		تخصصی				
	عملی						
	نظری ۲						
	عملی ۱		اختیاری		تعداد ساعت: ۶۴		عنوان درس به انگلیسی: Soil Geomorphology
	نظری						
عملی							
ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>		دارد × کارگاه <input type="checkbox"/>		آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>			

#### هدف درس:

در پایان درس دانشجویان قادر خواهند شد از ژئومورفولوژی و منظر اراضی در بررسی تشکیل خاکها و تهیه نقشه خاکها استفاده نمایند.

#### رئوس مطالب:

##### -نظری

مفهوم ژئومورفولوژی خاک چیست؟ و چه رابطه ای با منظر اراضی دارد؟ ساختار و چهارچوب اصلی ژئومورفولوژی خاک و نحوه کاربرد آن در مطالعات خاکشناسی، عوامل و فرایندهای دخیل در ژئومورفولوژی خاک در محیطهای مختلف (زمین ساختی، مورفوزنتیکی، منظر اراضی، پستی و بلندی، سنگ شناسی و رخساره، شکل اراضی)، مدل‌های رابطه خاک و اشکال زمین (DEM، مشتقات DEM، اقلیم، پوشش گیاهی، پستی و بلندی، مواد مادری، زمان) در رابطه با یکدیگر، بررسی خصوصیات خاکهای تشکیل شده بر سطوح ژئومورفیک، سیستماتیک ژئوفرم‌ها و اعتبارسنجی سیستم در رابطه با سایر روشها.

##### عملی یا حل تمرین

تهیه نقشه واحدهای ژئومورفولوژی در مقیاس‌های مختلف منظر اراضی (Landscape)، پستی و بلندی (Relief)، سنگ شناسی (Lithology)، و شکل اراضی (Landforms) و تعیین موقعیت نمونه برداری و تلفیق با اطلاعات خاکشناسی منطقه، انجام کنترل صحرایی و اصلاح نقشه‌های تهیه شده، تهیه راهنما (Legend) برای نقشه‌ها بر اساس روش ژئوپدولوژی و ارائه گزارش لازم.

#### روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۴۰	۳۰

#### منابع اصلی:

Zinck J. A.; G. Metternicht ; G. Bocco; H. Francisco; D.V. 2016. Geopedology, An Integration of Geomorphology and Pedology for Soil and Landscape Studies. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London.



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: آلودگی خاک و آب پیشرفته
	عملی		پایه		۲	
	نظری		تخصصی		تعداد ساعت:	
	عملی		اختیاری		۳۲	
	نظری ۲					
	عملی					
	عملی					
ندارد × آزمایشگاه □		دارد □ کارگاه □		آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی □ سمینار □		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Soil and Water Pollution

#### هدف درس:

بررسی عوامل آلاینده و مسایل و مشکلات ناشی از آلودگی خاک و آب

#### رئوس مطالب:

#### -نظری

منابع آلاینده خاک و آب، کشاورزی و آلودگیهای زیست محیطی، پسابهای صنعتی، شهری و کشاورزی و آلودگی ناشی از آنها در آب، خاک و گیاه، اصول و لزوم تصفیه پسابها و مصرف مجدد آنها در کشاورزی و صنعت، BOD و روشهای کاهش آن در پسابها، آلودگی خاک و آب با سموم دفع آفات، نیمه عمر سموم در خاک، روشهای تجزیه و حذف سموم در خاک، آلودگی نفتی خاک و آب و روشهای رفع آلودگی، آلودگی خاک با مواد رادیواکتیو، گازهای گلخانه ای و تأثیر آن در تخریب لایه اوزون و پیامدهای آن در کشاورزی، مدل های انتقال آلاینده ها در خاک و آب، ارزیابی خطرات زیست محیطی آلاینده ها برای انسان، دام، آبزیان و موجودات زنده خاک، کاربرد زیست پالایی (bioremediation) و (Phytoremediation) در اصلاح خاکهای آلوده، روشهای مدیریتی کاهش اثرات آلاینده ها در محیط زیست

#### روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۵۰	۵۰	

#### منابع اصلی:

- 1- Hooda , Peters. 2010 , Trace elements in soils Blackwell pub.
- 2- Prasad , M.N. 2004. Heavy metals stress in plants, Springer.
- 3-Morel, J.L. et al. 2006. Phytoremediation of metal. Contaminated soils. Springer
- 4-Pierce, J, Environmental pollution qnd control, 5th ed. Warg B.Y. 2006, Environmental Biodegradation Research Focus





دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: جنبه‌های اقتصادی خاک
	عملی		پایه		۲	
	نظری		تخصصی		تعداد ساعت:	
	عملی		اختیاری		۳۲	
	نظری					
	عملی					
	نظری ۲					
عملی						
ندارد × آزمایشگاه □		دارد □ کارگاه □		آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی □ سمینار □		عنوان درس به انگلیسی: Economic Aspects of Soil

هدف درس: آشنایی دانشجویان با مباحث اقتصادی خاک، ارزش گذاری خاک، تعیین هزینه های تخریب خاک، تجزیه و تحلیل مسائل خاک در پروژه‌های حفاظت خاک، کشاورزی، و محیط زیست.

رئوس مطالب:

-نظری

مقدمه (اهمیت و جایگاه خاک در اقتصاد جامعه)- اقتصاد فرسایش خاک- رهیافت‌های فنی در سطح خرد- رهیافت هزینه جایگزین - هزینه بهره‌بردار- رهیافت تغییر در بهره‌وری- رهیافت‌های تحلیل آثار هزینه‌های فرسایش خاک درون مزرعه‌ای (On-Farm)- انتخاب معیار اقتصادی- فنی مناسب- انتخاب نرخ تنزیل مناسب- انتخاب بازه زمانی فرسایش- رهیافت های اندازه‌گیری هزینه های فرسایش خارج مزرعه‌ای (Off-site)- رهیافت دز- واکنش- رهیافت هزینه فرصت- رهیافت معادله جهانی فرسایش خاک- رابطه فرسایش خاک و عملکرد محصول- رابطه عملکرد و تکنولوژی با فرسایش خاک- رهیافت شبیه سازی آثار سیاست های اقتصادی بر فرسایش خاک- رهیافت ملاحظات نهادی- اقتصادی فرسایش خاک - تابع خسارت در ارزیابی و کنترل اقتصادی فرسایش خاک - ارزیابی آثار بلند مدت فرسایش خاک بر عملکرد محصول و درآمد خالص مزرعه- اقتصاد حفاظت خاک- الگوهای کنترل بهینه منافع حفاظت خاک- الگوهای برنامه ریزی پویا برای تحلیل سیاستهای حفاظت خاک- الگوی سرمایه گذاری در حفاظت خاک - سودآوری عملیات حفاظت خاک- ارزیابی تأثیر سیاست های اقتصادی بر فرسایش و حفاظت خاک- الگوی مازادهای اقتصادی و فرسایش خاک- الگوی مازادهای اقتصادی و حفاظت خاک- الگوی بررسی آثار آزاد سازی تجاری بر فرسایش خاک- الگوی بررسی آثار سیاست های تجاری و مالیاتی بر فرسایش خاک- الگوی بررسی آثار سیاست های حمایتی دولت بر فرسایش خاک- الگوی بررسی آثار سیاست های کلان اقتصادی بر فرسایش خاک- اقتصاد و مدیریت حاصلخیزی خاک

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۵۰	۵۰	

منابع اصلی:

اقتصاد فرسایش خاک، دکتر سید صفدر حسینی و دکتر محمد قربانی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۴.  
اقتصاد و بوم شناسی، ادوارد پاربر، ترجمه دکتر محمود دانشور خاکی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۵.



دروس پیش نیاز ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: حاصلخیزی خاک پیشرفته
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
	نظری ۱					
عملی ۲	تعداد ساعت: ۶۴	عنوان درس به انگلیسی: Advanced Soil Fertility				
ندارد <input type="checkbox"/>	دارد ×	آموزش تکمیلی عملی:	سفر علمی <input type="checkbox"/>	سمینار <input type="checkbox"/>		
آزمایشگاه ■	کارگاه <input type="checkbox"/>					

هدف درس: طرح مباحث تئوری ارزیابی حاصلخیزی خاک و مدیریت مصرف عناصر غذایی با تاکید بیشتر بر نقش عناصر کم مصرف.

رئوس مطالب:

-نظری

حاصلخیزی خاک و پایداری و تولیدات کشاورزی، عرضه عناصر غذایی و منحنی های عملکرد قوانین لیبیگ و میچرلیخ، روشهای ارزیابی حاصلخیزی خاک و تعیین نیاز کودی گیاهان، ارزیابی اقتصادی مصرف کود، روابط کمیت، شدت و ظرفیت بافری عناصر غذایی و مدیریت مصرف کود، بررسی سرنوشت کودهای شیمیایی در خاک، عوامل مؤثر بر درصد بازیافت و تثبیت عناصر کودی اضافه شده به خاک، مدیریت حاصلخیزی خاکهای آهکی، شور، گچی، اسیدی و غرقاب، روشهای اصلاح وضعیت حاصلخیزی خاکها در شرایط خاص. نقش عناصر کم مصرف در خاک و گیاه و حاصلخیزی خاک.

عملی یا حل تمرین

تعیین روابط کمیت، شدت عنصر غذایی در خاک با رسم منحنی های مربوطه و تفسیر نتایج، تعیین درصد تثبیت و بازیافت عناصر کودی در خاک، تعیین حد بحرانی عنصر غذایی در خاک به روش آماری و تصویری کیت، نلسون، ارائه سمینار کلاسی به صورت کار گروهی توسط دانشجویان در موضوعات مرتبط.

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۴۰	۳۰

منابع اصلی:

Soil Fertility and Fertilizers, Havlin, et al., 2007, 7<sup>th</sup> ed.  
Principles of plant nutrition, K. Mengel and Kirkby. Latest edition  
Mineral nutrition of higher plants, latest edition, Marschner, H.



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک عنوان درس به انگلیسی: Soils of Arid and Semiarid Regions
	عملی		پایه		۲	
	نظری		تخصصی		تعداد ساعت:	
	عملی		اختیاری		۳۲	
	نظری ۲					
	عملی					
ندارد* آزمایشگاه <input type="checkbox"/>		دارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/>		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>		

#### هدف درس:

در پایان درس دانشجویان قادر خواهند شد با خصوصیات خاک‌های مناطق خشک، رفتار و مدیریت آنها را مورد بررسی قرار دهند و بتوانند فرایندهای خاکسازي در خاکهای مناطق خشک را شرح دهند و خاکهای مناطق خشک را طبقه بندی نمایند.

#### رئوس مطالب: -نظری

فصل ۱- کلیات: مقدمه و اهمیت خاکهای مناطق خشک در ایران و در جهان در ایجاد و تمدن و پیشرو کشاورزی - تعریف مناطق خشک - تعریف اقلیم مناطق خشک - تعریف پوشش نباتی مناطق خشک - پستی و بلندی و چشم انداز طبیعی در مناطق خشک (ژئومورفولوژی مناطق خشک) - پراکنش مناطق خشک در جهان و در ایران - فصل ۲- تشکیل و رده بندی خاکهای مناطق خشک الف - تشکیل خاک - فاکتورهای مهم تشکیل خاک (با تأکید بر فاکتورهای مواد مادری و اقلیم) - فرایندهای مهم تشکیل خاک (مکانیسم تشکیل افقهای تجمع آهک، عمق، مکانیسم تجمع و منشاء آهک - مکانیسم تشکیل افقهای تجمع گچ (عمق، مکانیسم تجمع و منشاء گچ) - مکانیسم تشکیل افقهای تجمع سیلیسیم (عمق تجمع، مکانیسم تجمع و منشاء سیلیسیم) - مکانیسم تشکیل افقهای تجمع املاح محلول (عمق تجمع، مکانیسم تجمع، منشاء املاح محلول) - عوارض ماکرومورفولوژیکی - عوارض مهم میکرومورفولوژیکی - افقهای ژنتیکی سطحی و زیر سطحی (با تأکید بر افقهای متداول در این خاکها) - افقهای مشخصه سطحی و زیر سطحی ب - رده بندی خاکهای مناطق خشک - رده بندی جامع آمریکائی - رده بندی جهانی (WRB) ج - خاکهای مهم مناطق خشک - درجهان - در ایران فصل ۳ - خواص فیزیکی خاکهای مناطق خشک - بافت خاک - مشخصات سطحی خاک (سنگفرش بیابانی - پوسته شور - سله - گیلگای و...) - ساختمان خاک سطحی و زیر سطحی (اهمیت ساختمان های ستونی و منشوری) - هدایت هیدرولیکی خاک - ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک - خاکهای مطابق فصل ۴- خواص شیمیایی خاکهای مناطق خشک - واکنش خاک و اهمیت آن - طیف pH خاکهای مناطق خشک - عوامل مؤثر در ایجاد pH در این خاکها - مکانیسم تغییر pH - اشباع بازی خاک و ارتباط آن با pH - ESP و SAR خاکها EC و عوامل مؤثر در آن - گچ - آهک - سیلیسیم - خاصیت بافتری خاکهای مناطق خشک - مینرالوژی رس - کانیهای رسی متداول در خاکهای مناطق خشک و منشاء آنها - ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و رس - مواد آلی خاک (نسبت C/N - توزیع مواد آلی با عمق و...) - وضعیت عناصر غذایی (ازت - فسفر - پتاس - گوگرد - آهن - روی ...) - فصل ۵ - فرسایش خاک - فرسایش بادی عوامل مؤثر در فرسایش بادی - خاکهای حساس به فرسایش بادی - خطرات فرسایش بادی - مکانیسم های کنترل فرسایش بادی (حداقل شخم، کشت نوازی، بادشکن، آیش و...)، فرسایش آبی، چگونگی انجام فرسایش آبی، فرسایش پذیری خاک، خطرات فرسایش، کنترل فرسایش آبی فصل ۶- مدیریت خاکهای مناطق خشک - مدیریت خاکهای درشت بافت و سنی - مدیریت خاکهای ریز بافت، مدیریت خاکهای شور با سفره آب کم عمق و بدون سفره آب - مدیریت خاکهای سدیمی، خاکهای آهکی، خاکهای گچی

#### روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۵۰	۵۰	

منابع اصلی:

1- Semiarid Lands and deserts: Soil Resource and Reclamation.





دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: رابطه آب خاک و گیاه پیشرفته
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۴۸	
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری ۳					
	عملی					
ندارد* آزمایشگاه		دارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/>	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>			عنوان درس به انگلیسی: Advanced soil water and plant relationships

هدف درس: درک مفاهیم پیچیده رابطه خاک و گیاه در تبادلات آبی، و استفاده بهینه از آب در تولید محصول.

رئوس مطالب:

-نظری

مقدمه ای بر آشنایی با سیستم پیوسته خاک، گیاه، اتمسفر، پتانسیل آب و اجزای آن در خاک، و آشنایی با معادلات مربوطه، بررسی پتانسیل آب و اجزاء آن در سلولها و بافتها، و روابط آبی در گیاه، بررسی کلی انتقال اجسام (آب و املاح) در یک سیستم بالاخص در غشاء سلولی ( قوانین فیک، و ...).

جذب و حرکت آب در گیاه: جریان آب در سلولها و بافت های گیاهی، بررسی جذب آب توسط ریشه و عوامل مؤثر بر آن، جریان آب در مسیر ریشه، ساقه و برگ، شیب پتانسیل و مقاومت مسیر، حرکت و صعود آب از خاک به اتمسفر و بررسی تئوری های مختلف، تبخیر و تعرق: مکانیسم تعرق و انتقال بخار آب، تشریح مسیر انتقال بخار آب از گیاه به اتمسفر، اهمیت تبخیر و تعرق و بررسی روشهای کاهش آن، اندازه گیری و تخمین و تعرق، کمبود و پیدایش تنش آب در گیاه، بررسی اثرات تنش آب بر فعالیتهای فیزیولوژیکی، رشد و محصول دهی گیاه، رابطه مصرف آب و تولید محصول، بازده مصرف آب در گیاه، فیزیولوژی سازگاری گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
۲۰		۴۰	۳۰

منابع اصلی:

- ۱- رابطه آب و خاک و گیاه- تألیف دکتر امین علیزاده- انتشارات آستان قدس رضوی. ۱۳۶۹.
- ۲- رابطه آب و خاک و گیاه- پومرول- تألیف پال جی کرامر. ترجمه دکتر امین علیزاده. ۱۳۶۷.
- 3- Kirkham. M.B. 2005. Principles of soil and plant water relations, Kansas State University. Elsevier. Academic press.





دروس پیش نیاز ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳ تعداد ساعت: ۶۴	عنوان درس به فارسی: روابط بیولوژیک خاک و گیاه عنوان درس به انگلیسی: Biological interaction of Soil and Plant
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
	نظری ۲					
عملی ۱	<input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> آزمایشگاه	<input checked="" type="checkbox"/> دارد * <input type="checkbox"/> کارگاه	<input checked="" type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار			

هدف درس: آشنایی با برهمکنش‌های میان خاک، موجودات زنده و ترشحات ریزوسفری  
رئوس مطالب:

#### -نظری

مقدمه: اکوسیستم خاک و نقش روابط زیستی در پایداری و بازدهی این سیستم، میانکنش‌های موجودات خاکزی: همسفرگی، همیاری، همزیستی، رقابت، بازدارندگی، انگلی و شکاری، تأثیر هر یک از این روابط در بهبود کیفیت بستر زیست و حفظ تعادل جامعه زیستی، بیولوژی ریزوسفر؛ مفاهیم و اصطلاحات، شدت و دامنه تأثیر ریزوسفر، اثرات موجودات خاکزی بر گیاه: تولید متابولیت‌های محرک رشد گیاه (هورمون‌های رشد، ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه، اسیدهای آلی، یونوفورها ... ) تولید متابولیت‌های بازدارنده رشد (HCN، H<sub>2</sub>S، آنتی بیوتیک‌ها...)، افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی، کنترل بیولوژیک عوامل بیماری‌زای گیاهی و حفظ سلامت گیاه، اثرات گیاه بر موجودات خاکزی: تولید مواد محرک رشد جامعه میکروبی ریزوسفر (انواع ترشحات، تراوشات، سلولهای ریزان)، عوامل مؤثر در کمیت و کیفیت ترشحات ریشه ای و تغییرات جامعه میکروبی ریزوسفر، کلنیزاسیون ریشه‌ها: شرایط کلنیزاسیون ریشه توسط یک گونه میکروبی، پتانسیل کلنیزاسیون و اهمیت آن در کاربرد کودهای میکروبی، روابط همزیستی میکروارگانیسم‌ها با گیاهان: همزیستی‌های میکوریزی: انواع میکوریز، مشخصات ساختمانی هر یک از انواع قارچ‌های همزیست، گیاهان میزبان، نحوه تبادل متابولیت‌ها، تأثیر همزیستی بر تغذیه، ریشه گیاه و حفظ سلامت آن، روابط سینرژیستی قارچ‌های میکوریزی با باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده‌های فسفات‌های نامحلول، همزیستی سیانوباکتریها با گیاهان: همزیستی آنانبا و آزولا، محل‌های ارتباط دو همزیست در سیکل رویشی و زایشی آزولا، جایگاه تثبیت نیتروژن، چگونگی مبادله متابولیت‌ها، همیاری باکتریهای دی‌ازوتروف با گیاهان تیره گندمان (گرامینه)، مشخصات انواع باکتریهای همیار با گرامینه‌ها، نقش‌های مستقیم و غیرمستقیم این باکتریها در بهبود تغذیه، جذب آب و رشد گیاهان میزبان

#### عملی یا حل تمرین

روش نمونه برداری از ریزوسفر، نگهداری و آماده سازی نمونه‌ها، تعیین جمعیت میکروارگانیسم‌های ریزوسفر، ریزوبلین و اندوریزوسفر، تعیین شدت تأثیر ریزوسفر (R/S) برای انواع گروههای میکروبی مؤثر در شکل عناصر غذایی، جداسازی و بررسی مشخصات برخی از باکتریهای همزیست و همیار با گیاهان، شمارش اسپور قارچهای میکوریز VA، روشهای جداسازی و تکثیر اسپورها، رنگ آمیزی ریشه‌ها برای مشاهده تشکیلات ساختمانی قارچ در درون ریشه‌ها، تعیین درصد آلودگی ریشه‌ها  
روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۵۰	۵۰	

منابع اصلی:

- 1- Biology of micro organisms. Thomas D. Brock . 2002.
- 2- Soil biology guide. Daniel L.dindal .1989.
- 3- Soil microbiology and biochemistry. E.a paul and f.e. Cark. 2008.
- 4- The Rizosphere. J.M. Lynch.1990.



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: روش تحقیق
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
	تعداد ساعت: ۳۲		عنوان درس به انگلیسی: Research Methods			
ندارد × آزمایشگاه □		دارد □ کارگاه □	آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی □ سمینار □			

هدف درس:

آشنایی با اصول و مبانی تحقیق در علوم خاک.

رئوس مطالب:

-نظری

تعریف علم، تحقیق، انواع استدلال، انواع تحقیق، مروری مختصر بر نظریه ها و فلسفه های مختلف در خصوص تحقیق، ابزار و ارکان تحقیق، پیشنهاد و ارائه تحقیق شامل طراحی تحقیق، بیان مسئله، بررسی منابع، هدف، روش و مدت و هزینه ها، نحوه نگارش مقاله و پایان نامه، آشنایی با روش های مختلف طبقه بندی کتابخانه ای، روش نمونه برداری (نمونه برداری تصادفی، چند مرحله ای، خوشه ای، طبقه بندی شده...) و برآورد پارامترهای آماری در هر یک از روشها، برنامه ریزی خطی و کاربرد آن در خاکشناسی، استفاده از اینترنت جهت بررسی منابع و دستیابی به بانک های اطلاعاتی، نقد و بررسی مقالات

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۵۰	۵۰	

منابع اصلی:

۱. آشنایی با اصول و روش تحقیق - غلامحسین ریاحی، ۱۳۷۰.
۲. مقدمه ای بر روش تحقیق - دکتر پرویز علوی، ۱۳۹۱.
3. C. Dawson, 2005. Introduction to Research methods. Cromwell press.



دروس ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش‌های پیشرفته آماری
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
	نظری ۳					
تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced Statistical Methods		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار			
ندارد* <input type="checkbox"/> آزمایشگاه	<input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> کارگاه					

هدف درس: آشنایی با استفاده از روش‌های آماری مختلف متناسب با موضوعات تحقیق مرتبط با علوم و مهندسی خاک

رئوس مطالب:

-نظری

مروری بر مبانی رگرسیونی و همبستگی ساده خطی، عملیات جبر ماتریس- رگرسیون ساده خطی در نماد ماتریس - ترکیب های خطی و میانگین و واریانس آنها، رگرسیون چند متغیره خطی شامل مدل، فرضیات، برآورد پارامترها و آزمون های فرض- ضرایب رگرسیون استاندارد و تجزیه علیت ضرایب همبستگی جزء و آزمون های فرض- تجزیه مانده ها- همراستایی رگرسیون مرحله ای- روابط غیر خطی (لگاریتمی، نمایی و چند جمله ای های متعامد یا منحنی های پاسخ)- متغیرهای ظاهری و تجزیه واریانس بر مبنای مدل رگرسیون- آشنایی با نرم افزارهای مورد استفاده در تجزیه و تحلیل آماری داده های مربوط به تحقیقات خاکشناسی

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۵۰	۵۰	

منابع اصلی:

آمار کاربردی، جان نتر و همکاران، ترجمه علی عمیدی، نشر دانشگاهی، ۱۳۶۹.  
آمار و احتمالات کاربردی، دکتر بهمن یزدی صمدی - دانشگاه تهران، ۱۳۸۸.



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: زمین آمار
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۶۴	
	نظری		تخصصی			
	عملی		اجتناب			
	نظری					
	عملی ۱					
	نظری ۲					
عملی						
ندارد <input type="checkbox"/>		دارد ×		آموزش تکمیلی عملی:		
آزمایشگاه <input type="checkbox"/>		کارگاه <input type="checkbox"/>		سفر علمی <input type="checkbox"/>		
				سمینار <input type="checkbox"/>		

هدف درس: آشنایی با اصول استفاده از روش‌های زمین‌آمار برای بررسی تغییرات مکانی خصوصیات مختلف خاک.

رئوس مطالب:

-نظری

مروری بر مبنای تئوری آمار کلاسیک، مقدمه ای بر زمین آمار، متغیر ناحیه ای، واریوگرافی، تحلیل ساختاری، واریوگرام و کوواریوگرام، ویژگیهای واریوگرام و کوواریوگرام، مدل‌های تئوری واریوگرام، نقش اثر تناسب بین میانگین و واریانس، محاسبه میانگین واریوگرام، واریانس پراکندگی و منظم سازی، کریجینگ و توصیف معادلات آن، کوکریجینگ، واریانس تخمینی، نمونه برداری زمین آماری، توضیح فضایی، تخمین نقطه ای، ارزیابی موارد نامفهوم، کاربرد زمین آمار در علوم خاک

عملی یا حل تمرین

آشنایی با نحوه کاربرد نرم افزارهای مورد استفاده در زمین آمار، حل مثالهای کاربردی در مباحث علوم خاک

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
۲۰	۳۰	۳۰	۲۰

منابع اصلی:

۱- مبنای زمین آمار علی اصغر حسینی پاک انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۸۰.

۲- پدومتری جلد دوم آمار مکانی انتشارات ملک. ۱۳۸۳.





دروس پیش نیاز نماد: ...	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی:
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۶۴	سنجش از دور
	نظری		تخصصی			عنوان درس به انگلیسی:
	عملی		اختیاری			Remote Sensing
	نظری					آموزش تکمیلی عملی:
	عملی					سفر علمی <input type="checkbox"/>
	نظری ۲					سمینار <input type="checkbox"/>
عملی ۱	ندارد <input type="checkbox"/>	دارد <input checked="" type="checkbox"/>	کارگاه <input type="checkbox"/>	آزمایشگاه <input checked="" type="checkbox"/>		

### هدف درس:

آشنایی با اصول و روشهای سنجش از دور و کاربرد آنها در کشاورزی، منابع طبیعی و علوم خاک.

### رئوس مطالب:

#### - نظری

مفاهیم و مبانی سنجش از دور ( مقدمه، منابع انرژی و اصول تشعشع، واکنش انرژی در جو، واکنش انرژی در برخورد با سطح عوارض و پدیده های زمینی، جمع آوری و تفسیر داده ها، داده های مرجع سیستم های ایده آل سنجش از دور، مشخصات سیستم های سنجش از دور، کاربرد موفق سنجش از دور)، منشأ و خصوصیات داده های تصاویر سنجش از دور، اسکنرهای چند طیفی، سنجنده TM سنجنده HRV در اسپات، سنجنده های حرارتی رادیومتری (HCMR) ماهواره سنجش از دور هندی (IRS)، اسکنرهای هواپیمایی در محدوده نور مرئی و مادون قرمز، اسکنرهای خطی چند طیفی، سنجنده ATM، سنجنده TLMS منابع داده های تصویری در محدوده میکروویو، سنجنده رادار (SAR)، رادارست (Radarsat)، منابع خطا و تصحیح داده های تصویری، تفسیر داده های رقومی، روش های وضوح رادیومتریک، افزایش وضوح ژئومتری با استفاده از روش های Domain تصاویر، تغییر شکل چند طیفی داده های تصاویر، تغییر شکل Fourier داده های تصاویر، روش های طبقه بندی کنترل شده، طبقه بندی کنترل نشده و خوشه ای کاهش عوارض Feature Reduction، روش های طبقه بندی تصاویر

#### عملی یا حل تمرین

انجام پروژه ای برای کار عملی با نرم افزارهای سنجش از دور و تفسیر و تهیه گزارش آن.

#### روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۵۰	۲۰

#### منابع اصلی:

Remote sensing and Image Interpretation lillesand, kiefer Jonn wiley and sons, Inc. Sixth Edition (2008).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	چهرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شناخت و کاربرد دستگاههای آزمایشگاهی در علوم خاک
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
	نظری ۲					
عملی ۱	تعداد ساعت: ۶۴	عنوان درس به انگلیسی: Theory and application of analytical instruments in soil science				
ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>		دارد × کارگاه <input type="checkbox"/>	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار			

هدف درس: شناخت و کاربرد دستگاههای آزمایشگاهی در علوم خاک

رئوس مطالب:

-نظری

اصول نظری نحوه کار دستگاههای نورسنجی شامل اسپکتروفوتومتر، فلیم فتومتر، جذب اتمی، ICP و X-ray، اصول نظری ذوشهای هدایتسنجی و پتانسیومتری، ساختمان و نحوه کار دستگاه هدایت سنج الکتریکی، الکترودهای مخصوص یون و pH متر، اصول کروماتوگرافی.

عملی یا حل تمرین

کار با دستگاههای اندازه گیری فوق الذکر

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۳۰	۳۰

منابع اصلی:

- 1- Fundamentals of Analytical Chemistry, D.A.Skoog, D.M. West, F.J. Holler. 2004.
- 2- Electrochemical methods in soil and water research, T.R. Yu, G.L. Ji. 1993.
- 3-Atomic Absorption spectrometry, B. Welz. 1999.
- 4-Principles and Applications of electrochemistry, D.R. Crow. 1974.



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	چهرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳ تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به فارسی: شیمی-فیزیک عنوان درس به انگلیسی: Physical Chemistry
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
	نظری ۳					
عملی						
ندارد × آزمایشگاه □		دارد □ کارگاه □		آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی □ سمینار □		

هدف درس: آشنایی دانشجویان با مبانی کمی و فیزیکی برخی مفاهیم شیمیایی

رئوس مطالب:

-نظری

قانون عمومی گازها و معادله حالت، نمودارهای ایزوترم و ایزوبار، گازهای ایده آل و غیرایده آل، میعان گازها، نفوذ و نفوذ مولکولی، ویسکوزیته و اندازه گیری آن، نظریه جنبشی گازها، سینتیک واکنش های شیمیایی، قانون سرعت، مکانیسم واکنش ها، معادلات سینتیکی، انتشار گازها، توزیع سرعت های ملکولی، معادله حالت گازهای غیر ایده آل، قانون اول ترمودینامیک و معادله های گرما- کار، انواع سیستم های ترمودینامیکی، تحولات آدیباتیک، ظرفیت های گرمایی برای حالت های مختلف ماده، ترموشیمی، قانون دوم ترمودینامیک، چرخه کارنو، مفهوم آنتروپی و قانون سوم ترمودینامیک، انرژی آزاد گیبس و تعادل های شیمیایی، فوگاسیته، فعالیت و ضریب فعالیت، ترمودینامیک سیستم های چند جزئی، محلول های ایده آل و غیر ایده آل، مکانیسم های حل شدن، عوامل مؤثر بر حلالیت، ثابت تعادل و عوامل مؤثر بر آن، غلظت محلول ها، محلول های الکترولیت، جاذبه بین یونی در محلول الکترولیت، الکترولیت های ضعیف و قوی- خواص اجزای محلول های حقیقی، فعالیت و ضرایب فعالیت یون ها، پتانسیل شیمیایی، خواص کولیگاتیو شامل فشار بخار، نقطه جوش، نقطه انجماد و فشار اسمزی محلول ها، سیستم های کلوئیدی، انواع کلوئیدها، خواص شیمیایی و فیزیکی کلوئیدها، امولسیون ها، هدایت الکتریکی و اندازه گیری آن، الکتروشیمی.

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۴۰	۶۰	

منابع اصلی:

1. Physical Chemistry, Barrow, G. M., Latest Edition.
2. Physical chemistry, Atkins P.W., Latest Edition.
3. Physical chemistry, Levine I. N., Latest Edition.



دروس پیش نیاز ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: کاربرد GIS در علوم خاک
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری ۱					
	عملی ۱					
	ندارد		دارد ×			
آزمایشگاه	کارگاه □	سفر علمی □ سمینار □				
					تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Application of GIS in Soil Science

هدف درس: آشنایی با کاربرد سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در علوم خاک.

رئوس مطالب:

-نظری

مبانی و مفاهیم سیستم های اطلاعات جغرافیایی، اجزاء سیستم اطلاعات جغرافیایی، تهیه نقشه به کمک کامپیوتر و تفسیر نقشه، ساختار داده ها، در نقشه های موضوعی، ساختار داده ها در سیستم های اطلاعات جغرافیایی، نقاط، خطوط و سطوح، داده های جغرافیایی در کامپیوتر، ساختار پایگاه اطلاعاتی: سازماندهی داده ها در کامپیوتر، بایگانی و دسترسی به داده ها، مفهوم ساختارها و نمایش داده های جغرافیایی در کامپیوتر، ساختار شبکه ای داده ها، ساختار برداری داده ها برای واحدهای جغرافیایی، ساختار داده ها برای نقشه های موضوعی: انتخابی بین شبکه و بردار- مدل رقومی ارتفاع ( نیاز به مدل های رقومی ارتفاع، روش های ارائه مدل های رقومی ارتفاع، روش های تصویری، منبع داده ها و روش های نمونه برداری جهت مدل های رقومی ارتفاع)، وارد کردن ، بازبینی، ذخیره کردن و خارج کردن داده ها، روش های تحلیل داده ها و مدل سازی مکانی، کیفیت داده ها، خطاها و گوناگونی طبیعی، روش های طبقه بندی ، روش های درون یابی فضایی، انتخاب یک سیستم اطلاعات جغرافیایی.

- عملی یا حل تمرین

کار با نرم افزارهای سیستم های اطلاعات جغرافیایی و استفاده از GIS با اجرای یک پروژه.

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۵۰	۲۰

منابع اصلی:

- 1- GIS application in agriculture edited by Francis J, Pierce , David Clay (CRC Press ) 2007 by Taylor and Francis Groupelle
- 2- Principles of Geographic Information Systems ITC+ ITC Educational text book series 1 (2001 ITC) Editor:Rolf A.De By 2001 ITC, Enschede, The Netherlands





دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: کاربرد ایزوتوپها در علوم خاک
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۳۲	
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
	نظری ۲					
عملی						عنوان درس به انگلیسی: <b>Application of isotopes in Soil Science</b>
ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>		دارد × کارگاه <input type="checkbox"/>		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>		

هدف درس: آشنایی دانشجویان با تئوری‌ها و زمینه‌های کاربردی ایزوتوپ‌های پایدار و رادیواکتیو عناصر در تحقیقات علوم خاک.

**رئوس مطالب:**

**-نظری**

کشف رادیواکتیویته و تاریخچه مختصری از اکتشافات مهم در زمینه شناخت اتم، فیزیک هسته ای مقدماتی، کشف و اندازه گیری پرتوهای یونساز، فیزیک بهداشت، روشهای استفاده از رادیوایزوتوپها در رشته های مختلف کشاورزی و خاکشناسی، کاربرد ایزوتوپها در تحقیقات مربوط به حاصلخیزی و تغذیه گیاه، کاربرد ایزوتوپها در تحقیقات بیولوژی خاک، کاربرد ایزوتوپها در فیزیک و فرسایش خاک، امکانات استفاده از رادیوایزوتوپها در ایران

**عملی یا حل تمرین**

انتخاب موضوع تحقیق و بررسی منابع مرتبط توسط دانشجویان و ارائه گزارش تحقیق در یکی از زمینه های کاربرد ایزوتوپ ها در علوم خاک.

**روش ارزیابی (درصد):**

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۵۰	۲۰

**منابع اصلی:**

فرامرز مجد، محمد قنادی مراغه، ۱۳۸۶، کاربرد رادیوایزوتوپها در کشاورزی.  
IAEA, 1995, Nuclear techniques in soil –plant studies for sustainable agriculture and environmental preservation,  
IAEA, 1990, Use of isotope and radiation methods in soil and plant studies, Manual number 14.



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: مباحث پیشرفته در فیزیک و حفاظت خاک
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۳۲	
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری ۲					
	عملی					
ندارد × آزمایشگاه □		دارد □ کارگاه □		آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی □ سمینار □		عنوان درس به انگلیسی: <b>Advanced Topics in Soil Physics and Soil Conservation</b>

هدف درس: آشنایی دانشجویان با زمینه‌های جدید و موضوعات تحقیقاتی مورد نیاز.

رئوس مطالب:

-نظری

انتقال املاح در خاک و بررسی حرکت توام آب و املاح توسط مدل‌های ریاضی - منحنی رطوبتی خاک، اهمیت و موارد کاربرد آن در فیزیک خاک مانند تعیین ضریب ابگذری خاک‌های غیر اشباع به و سیله این منحنی- قابلیت نفوذ آب در خاک و بررسی معادلات ارائه شده در این رابطه- بررسی مدل‌های مورد استفاده در فرسایش و محاسبه رسوب.

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۴۰	۶۰	

منابع اصلی:

منابع مطالعه بر اساس موضوعات مطرح شده (مباحث جدید در رشته) در هر دوره تدریس ارائه خواهند شد.



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به فارسی: مدیریت پایدار منابع خاک عنوان درس به انگلیسی: Sustainable management of soil resources
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
	نظری ۲					
عملی						
<input type="checkbox"/> ندارد × <input type="checkbox"/> آزمایشگاه		<input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> کارگاه		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>		

هدف درس: آشنایی با اصول مدیریت کلان منابع خاک در سطح ملی و منطقه ای

#### رئوس مطالب نظری :

جایگاه و اهمیت منابع خاک و مدیریت آنها در جامعه  
 کاربردها و وظایف خاک در کشاورزی، منابع طبیعی، و سایر صنایع،  
 اصول مدیریت پایدار منابع خاک،  
 شاخص ها، ارزیابی، و مدیریت کیفیت خاک،  
 برنامه های پیش منابع خاک در سطح ملی،  
 سازوکارهای مدیریت کلان منابع خاک،  
 سازمان ها و تشکیلات مورد نیاز برای مدیریت منابع خاک،  
 ضرورت های قانونی خاک و قوانین خاک در جهان و ایران،  
 آشنایی با برنامه های مدیریت خاک در کشور  
 بازدید جهت آشنایی با سازمان ها و نهادهای متولی مدیریت خاک در کشور

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
۲۵٪		۵۰٪	۲۵٪

منابع اصلی:

Humberto Blanco, and Rattan Lal. 2010, Principles of Soil Conservation and Management.

سایر منابع



دروس بیش نیاز ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به فارسی:  مسئله مخصوص  عنوان درس به انگلیسی: <b>Special Issue</b>
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
	نظری ۲					
عملی						
ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>		دارد × کارگاه <input type="checkbox"/>		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار		

هدف درس: آشنایی دانشجویان با موضوعات خاص در گرایش و رشته

رئوس مطالب:

-نظری

در این درس دانشجو بر اساس علاقه و رشته تخصصی خود، یک موضوع یا مسأله خاصی را با موافقت استاد درس و تایید گروه آموزشی مربوطه انتخاب و مورد مطالعه و بررسی قرار می‌دهد. نتیجه این کار می‌باید به صورت گزارشی مستند، تدوین شده و جهت ارزشیابی به استاد درس ارائه گردد. قابل ذکر است که موضوع مسأله مخصوص باید جدا از موضوع پایان‌نامه (رساله) باشد.

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
		۱۰۰	

منابع اصلی:

منابع مطالعه بر اساس موضوعات مطرح شده (مباحث جدید در رشته) در هر دوره تدریس ارائه خواهند شد.





دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: مواد آلی خاک
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Soil Organic Matter
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری ۲					
	عملی					
ندارد × آزمایشگاه □		دارد □ کارگاه □		آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی □ سمینار □		

هدف درس: از مهمترین منابع طبیعی زمین، مواد آلی خاک است. در این درس تلاش بر این است که اهمیت، نقش و ویژگی‌های مواد آلی خاک و بخش‌های مختلف آن مورد بحث قرار گیرد.

رئوس مطالب:

- نظری

مقدمه و تعاریف، نقش و اهمیت مواد آلی در خاک ( فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی)، جزءبندی، ترکیب و ساختمان شیمیایی مواد آلی خاک، روش‌های آنالیز مواد آلی خاک (گذشته و حال)، عوامل تعیین‌کننده سطوح مواد آلی در خاک، سرنوشت مواد آلی در خاک (چرخه های کربن و نیتروژن)، برهم‌کنش‌های مواد آلی خاک با بخش‌های معدنی (ارگانومینرال)، فلزات و سایر مواد آلی (آلاینده‌های آلی)، مدیریت مواد آلی خاک

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
۲۰		۸۰	

منابع اصلی:

1. Tan, K.H. 2003. Humic matter in soil and the environment. principles and controversies. Marcel Decker Inc. New York, NY.
2. Schnitzer, M., and S.U. Khan. 1978. Soil organic matter. Elsevier Sci. pub.
3. Stevenson, F.J. 1994. Humus chemistry: genesis, composition, reactions. 2nd Ed. John Wiley and Sons Ltd., NY.



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: هیدرولوژی  عنوان درس به انگلیسی: <b>Hydrology</b>
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۳۲	
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
	نظری ۲					
عملی						
<input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه		دارد × <input type="checkbox"/> کارگاه		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار		

#### هدف درس:

آشنایی با مباحث هیدرولوژی و آب و خاک، توانمندی دانشجویان در محاسبات تولید رواناب و سیل جهت طراحی سازه های حفاظت خاک و آب.

#### رئوس مطالب نظری:

سیکل هیدرولوژی و تشریح عوامل تشکیل دهنده آن. کلیاتی از اتمسفر و هیدرومتئورولوژی ( رطوبت، دما، تشعشع، باد)، بارش و تجزیه و تحلیل و بسط و توسعه داده های آن، مباحث آماری در هیدرولوژی، تشریح و تهیه منحنی های شدت-مدت- دوره بازگشت بارندگی، مشخصات توپوگرافی حوضه آبریز ( شکل حوضه، پستی و بلندی، مقاطع طولی جریان آب)، جریان رودخانه، منحنی سنجه جریان، تعیین و تعدیل و بسط آنها، بررسی و تجزیه و تحلیل هیدروگراف یک رگبار معین، روابط بین رواناب و بارش، تحلیل آب نگار، آب نگاریکاتی و روش های اشتقاق آن، رژیم رودخانه، پیشگویی هیدرولوژی و فرمولهای محاسبه سیلاب ها، دوره برگشت سیل، هیدرولوژی رسوبات، اندازه گیری رسوبات، منحنی های سنجه رسوب و رسوب گذاری در مخازن

عملی: واحد عملی ندارد ولی حل تمرین و مسائل هیدرولوژی در طول نیمسال توسط دانشجویان صورت می گیرد.

#### روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
۲۵٪	-	۵۰٪	۲۵٪

#### منابع اصلی:

۱- هیدرولوژی کاربردی جلد ۱ و ۲، تالیف دکتر محمد مهدوی، ۱۳۸۵. انتشارات دانشگاه تهران



عنوان درس به فارسی: <b>مکانیک خاک کشاورزی</b>  عنوان درس به انگلیسی: <b>Agricultural Soil Mechanics</b>	تعداد واحد:	۳	نوع درس	جبرانی	نظری
	تعداد ساعت:	۶۴			عملی
	نوع واحد	نوع درس	اختیاری	پایه	نظری
				تخصصی	عملی
				نظری	نظری ۲
					عملی ۱
آموزش تکمیلی عملی: دارد * آزمایشگاه <input checked="" type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>					

#### هدف درس:

در این درس دانشجویان با مفاهیم مرتبط با مشخصات مهندسی و مکانیکی خاک و چگونگی ارزیابی این مشخصات در تعیین مقاومت و پایداری مصالح در محل احداث سازه‌های مختلف آبی آشنا شده و روشهای کمی این ارزیابی را به همراه آزمایش مربوطه فرا می‌گیرند.

#### رنوس مطالب

##### نظری:

کلیات: تعاریف واژه‌های خاک، سنگ، مصالح خاکی، منشاء تشکیل خاک، روابط وزنی و حجمی- دانه‌بندی خاک: دانه‌بندی با الک (هیدرومتر و پی پت)، منحنی دانه‌بندی و خصوصیات آن- پلاستیسیته خاک و مفهوم آن، تعریف و تعیین حدود آتبرگ، تعیین نمایه‌های مختلف خاک - ساختمان خاک: ساختمان خاکهای درشت دانه و ریزدانه، خاکهای مخلوط، تراکم خاک، روش پراکتور و آشتو، منحنی تراکم و خصوصیات آن، ماشین آلات تراکم خاک، طبقه بندی خاک: طبقه بندی برای راهسازی، طبقه‌بندی یونیفاید، گسترش تنش در خاک: روش بوسینسک، روش وسترگارد، روش نیومارک، روش تقریبی، حرکت آب در خاک: معادله لاپلاس و شبکه جریان، خاک همگن و غیرهمگن، ایزوترپ و غیرایزوترپ، آب منفذی و تنش موثر، نیروی نشست، نشست خاک: نشست الاستیک و نشست ناشی از تحکیم، محاسبه زمان و مقدار نشست - مقاومت برشی خاک: بررسی عوامل موثر در مقاومت خاک، دایره موهر، معادله موهر - کولمب، آزمایشهای تعیین مقاومت خاک، تعیین فشار جانبی خاک، تئوری رانکین، دیوارهای حائل، تعیین مقاومت مجاز خاک، بررسی سطوح شیبدار و پایداری شیب و روش‌های مختلف نظیر دایره φ، تیلور، قطعات، بیشاب، بیشاب اصلاح شده و غیره.

##### عملی (یا حل تمرین):

تعیین وزن مخصوص، رطوبت و چگالی نسبی - تعیین دانه بندی با الک - دانه بندی با هیدرومتر- تعیین حدود خمیری و روانی- آزمایش تراکم آزمایشگاهی و محلی- آزمایش سی بی آر- آزمایش نفوذپذیری- آزمایش تحکیم- آزمایش یک محوری- آزمایش سه محوری- آزمایش برش مستقیم.

#### منابع اصلی:

1. Cernica, J.N. (1994). Soil Mechanics, Wiley.
۲. رحیمی، ح. (۱۳۷۱). مکانیک خاک، انتشارات دانش فن.
۳. ابن جلال، شفاعی بجهستان (۱۳۷۲). اصول عملی و نظری مکانیک خاک، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مهندسی زهکشی  عنوان درس به انگلیسی: <b>Drainage Engineering</b>
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۶۴	
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری ۲					
	عملی ۱					
آموزش تکمیلی عملی: دارد x آزمایشگاه <input checked="" type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>						

هدف درس:

توانمند سازی دانشجویان برای طراحی و اجرای زهکشی اراضی

رئوس مطالب

نظری: مطالعات و بررسی های لازم در طراحی زهکشی (یادآوری) - تئوریهای زهکشی در شرایط ماندگار و غیر ماندگار - معیارهای زهکشی مزرعه - اثرات معیارهای آبیاری و شوری بر معیارهای زهکشی - طراحی زهکشی به طریقه پمپاژ از چاه - نشت آب و اثرات آن در طراحی زهکشی - دبی طرح کانالهای زهکشی در سیستمهای سطحی و زیر زمینی - زهکشی خاک - های سنگین - زهکشی اراضی شیبدار - زهکشی اراضی ساحلی (دارای جزر و مد) - سیستم زهکشی - کیفیت آب زهکشی و استفاده مجدد از آن در آبیاری - مدیریت شبکههای آبیاری و زهکشی - بررسی اقتصادی طرح سیستم زهکشی.

عملی:

طرح پروژه زهکشی در یک منطقه شاهد

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۵۰	۲۰

منابع اصلی:

۱- مهندسی زهکشی، دکتر محمد بایبوردی، انتشارات دانشگاه تهران.





دروس پیش نیاز ریاضیات	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ریاضیات ۲
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۴۸	
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
نظری ۳						
عملی						عنوان درس به انگلیسی: Calculus (II)
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
آزمایشگاه <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>						

#### هدف درس:

آموزش بخش دوم از یک دوره کامل حساب دیفرانسیل که در دروسی نظیر ایستایی، مکانیک سیالات، محاسبات عددی و هیدرولیک کاربرد دارند.

#### رئوس مطالب

#### نظری:

ماتریس‌های با درجه ۳ و بالاتر؛ جمع و ضرب، وارون، دترمینان، دستگاه معادلات خطی؛ بردارها؛ مختصات فضایی دکارتی، مختصات استوانه‌ای و کروی، بردار در  $R^3$ ، ضرب داخلی و خارجی دو بردار، توابع برداری (خم‌های فضایی) و مشتق و انتگرال آنها، معادلات خط مماس و صفحه قائم و صفحه بوسان و صفحه دو قائم بر خم‌های فضایی؛ توابع چند متغیره؛ توابع دو متغیره و سه متغیره، حد، پیوستگی - معادلات رویه‌ها - رویه‌های درجه دوم - مشتقات جزئی - دیفرانسیل کامل - بردار گرادیان و مشتق سویی و کاربرد آنها - معادلات صفحه مماس و خط قائم بر رویه‌ها، قاعده زنجیری برای مشتقات جزئی - ماکزیمم و مینیمم توابع دو متغیره، اکسترمم توابع دو و سه متغیر با در نظر گرفتن یک یا چند قید (روش ضربگرهای لاگرانژ)، انتگرال دوگانه: تعریف، محاسبه انتگرال دوگانه در مختصات دکارتی و قطبی، تغییر متغیر در انتگرال دوگانه (ژاکوبی تبدیل)، کاربردهای انتگرال دوگانه؛ انتگرال سه‌گانه: تعریف، محاسبه انتگرال سه‌گانه در دستگاه مختصات دکارتی و استوانه‌ای و کروی، کاربردهای انتگرال سه‌گانه؛ انتگرال روی خم در صفحه و در فضا و کاربردهای آن - قضیه گرین - انتگرال روی سطح و کاربردهای آن - قضایای استوکس و دیورژانس.

#### عملی (یا حل تمرین):

در ارتباط با رئوس مطالب حل تمرین الزامی است.

#### روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۵۰	۲۰

#### منابع:

1. Stewart, J. (2006). Calculus, 6th ed., Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole.
2. Thomas, G. B., Maurice, D., Joel Hass, W., and Giordano, F.R. (2008). Calculus, 11th ed., Addison-Wesley.

۳. نفر، مهدی. (۱۳۶۷). ریاضیات و مسائل. اصفهان: دانشگاه اصفهان.

۴. کامکار پارسى، مصطفی. (۱۳۴۴). ریاضیات عمومی: جبر-آنالیز. تهران: بوریحان



دروس پیش نیاز ریاضیات	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: معادلات دیفرانسیل
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۴۸	
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
	نظری ۳					
عملی						
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
آزمایشگاه <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>						

#### هدف درس:

آموزش بخش سوم از یک دوره کامل حساب دیفرانسیل که در دروسی نظیر محاسبات عددی، هیدرولیک و مکانیک خاک کاربرد دارند.

#### رئوس مطالب

##### نظری:

تعاریف اساسی، معادله دیفرانسیل خانواده خم‌ها، الگوهای فیزیکی، معادله جدانشدنی، معادله دیفرانسیل خطی مرتبه اول، معادله همگن، معادله برنولی، معادله دیفرانسیل کامل، عامل انتگرال ساز، مسیرهای قائم، کاربردهای معادلات مرتبه اول، معادلات مرتبه دوم ناقص، معادله خطی مرتبه دوم با ضرایب متغیر، روش تغییر ضرایب ثابت، روش ضرایب نامعین، حل معادلات خطی با ضرایب ثابت همگن و غیر همگن، کاربرد معادلات مرتبه دوم در فیزیک و مکانیک، حل معادلات دیفرانسیل با سری‌ها، تابع گاما، حل معادلات دیفرانسیل، تبدیل لاپلاس و کاربرد آن در حل معادلات دیفرانسیل، معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی همگن، روش تفکیک پذیری در حل معادلات دیفرانسیل جزئی.

##### عملی (یا حل تمرین):

در ارتباط با رئوس مطالب حل تمرین الزامی است.

##### روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۵۰	۲۰

#### منابع:

1. Rainville E.D., Bedient, R.E. 1997, Elementary Differential Equations.



دروس پیش نیاز ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: مهندسی رودخانه عنوان درس به انگلیسی: River Engineering
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۳۲	
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
	نظری ۲					
عملی						
ندارد × آزمایشگاه □		دارد □ کارگاه □		آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی ■ سمینار □		

هدف درس:

در این درس دانشجویان با مبانی انتقال رسوب و جریان در رودخانه‌ها و تفاوت‌های آن با جریان در کانال‌های پایدار آشنا می‌شوند.

رئوس مطالب

نظری:

- کلیات، تعاریف- مشخصات و انواع رودخانه‌ها- الگوی جریان در رودخانه‌ها- معادلات مقاومت در مقابل جریان برای رودخانه‌های مختلف- رسوب در رودخانه‌ها شامل خصوصیات و مکانیزم حرکت رسوب- روشهای اندازه گیری دبی جریان در رودخانه و دبی رسوبی و بحث در خصوص رابطه بده جریان- بده رسوب- آشنائی با فرسایش بستر و سواحل و برآورد آنها با روابط ساده- کاربرد روشهای کنترل فرسایش بستر- کاربرد مدل‌های کامپیوتری در حل مسائل مهندسی رودخانه- روشهای ساماندهی موقت و دائمی رودخانه‌ها.

عملی (یا حل تمرین):

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۵۰	۲۰

منابع:

Van Rijn, L. C. (1993). Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas, Aqua Publications.

Garde, R. J. and Ranga Raju, K. G. (2000). Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems, 2nd edition John Wiley and Sons.

امید، م. ح. و نصرآبادی، م. (۱۳۹۱). مهندسی رسوب. انتشارات دانشگاه تهران.

تلوری، عبدالرسول، اصول مقدماتی مهندسی و ساماندهی رودخانه، چاپ، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.

جعفرزاده، محمدرضا، مکاتیک رودخانه، ترجمه، ناشر دانشگاه فردوسی مشهد.

کوچک زاده، صلاح و یوسفی، کامران، ثوری و کاربرد انتقال رسوب، ترجمه، دانشگاه تهران.



دروس پیش نیاز ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: فرسایش بادی عنوان درس به انگلیسی: Wind Erosion
	عملی		پایه		۲	
	نظری		تخصصی		تعداد ساعت:	
	عملی		انتخابی		۳۲	
	نظری ۲					
	عملی					
ندارد* آزمایشگاه <input type="checkbox"/>		دارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/>		آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی ■ سمینار <input type="checkbox"/>		

هدف درس:

آشنایی با عوامل و فرایندهای فرسایش بادی و کنترل آن

رئوس مطالب

نظری:

- اهمیت فرسایش بادی در ایران- پیش بینی و نقش بادهای فرساینده در فرسایش بادی- نقش بافت خاک، مواد آلی، رطوبت خاک، زبری خاک، پوشش گیاهی، سایش خاکدانه ها در فرسایش بادی- نتایج حاصل از فرسایش بادی- مراحل فرسایش بادی- تئوریهای مربوط به فرسایش بادی- نحوه اندازه گیری فرسایش بادی- معرفی مدل‌های فرسایش بادی- کمی فرسایش بادی با استفاده از مدل‌های فرسایش بادی- معرفی وسائل و آشنائی با روشهای تحقیق در فرسایش- روشهای کنترل فرسایش بادی در مناطق زراعی و بیابانی.

عملی (یا حل تمرین):

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۵۰	۲۰

منابع:

فرسایش بادی، دکتر حسینقلی رفاهی، ۱۳۸۹، انتشارات دانشگاه تهران.





دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مسائل خاک های ایران
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی		انتخابی			
	نظری					
	عملی					
	نظری ۳					
عملی				تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: The Problems of Soils of Iran	
ندارد* آزمایشگاه <input type="checkbox"/>		دارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/>		آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی <input checked="" type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>		

هدف درس:

شناخت مسایل و مشکلات خاک های کشور و آشنایی با راه حل آنها

رتوس مطالب

نظری:

- مشخصات آب و هوایی ایران و تأثیر آن روی خاکها- رابطه خاکهای ایران با مشخصات زمین شناسی- رابطه خاکهای ایران با پوشش گیاهی- ژنر و طبقه بندی خاکهای ایران- استعداد و ارزیابی خاکهای ایران از نظر کشاورزی، باغبانی، مرتع و جنگل- ویژگیهای خاکهای ایران از نظر حاصلخیزی و تأمین نیازهای تغذیه ای گیاه- مسائل شوری و قلیائیت خاکهای ایران- خاکهای گچی و آهکی ایران و محدودیت های بهره برداری آنها- بررسی درجه تخریب فیزیکی و شیمیایی و روشهای اصلاحی آنها.

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۵۰	۲۰

منابع:

خاک های ایران، محمد جعفر ملکوتی و همکاران ۱۳۸۰، موسسه تحقیقات خاک و آب.



دروس پیش نیاز: هیدرولوژی	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مدیریت آبخیزها
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
	نظری ۲					
عملی ۱					تعداد ساعت: ۶۴	عنوان درس به انگلیسی: Watershed Management
ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>		دارد × کارگاه <input type="checkbox"/>		آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی ■ سمینار <input type="checkbox"/>		

هدف درس:

تجزیه و تحلیل عوامل تشکیل دهنده حوزه های آبخیز و ارائه دستور العمل لازم

رئوس مطالب

نظری:

- وضعیت فیزیوگرافی آبخیز ( تعریف آبخیز، خصوصیات آبخیز، زمان تمرکز، وضعیت پستی و بلندی، منحنی های هیسومتری، آلتیمتری) - هواشناسی و اقلیم شناسی، زمین شناسی ژئومورفولوژی حوزه - رواناب ( روشها و مدل های برآورد رواناب) - فرسایش خاک و رسوبدهی - قابلیت اراضی - کاربری اراضی ( زراعت، باغداری، مرتع، جنگل - مناطق مسکونی - حیات وحش و آبزیان - تفریحات عمومی) - ساختار اجتماعی و اقتصادی حوزه، تلفیق و برنامه ریزی.
- عملی (یا حل تمرین): بازدید از عملیات آبخیزداری، مطالعات زمینی و تهیه طرح آبخیزداری منطقه مشخص.

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۵۰	۲۰

منابع:

Inegrated watershed management in the Global ecosystem. Rattan Lal. 2000. CRC Press.  
Integrated Watershed management in Rainfed Agriculture. Wani etal. 2011. Taylor & Francis.



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲  تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به فارسی: پردازش اطلاعات خاک و اراضی  عنوان درس به انگلیسی: Soil and Land Information Processing
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری ۱					
	عملی ۱					
	ندارد <input type="checkbox"/>		دارد ×			
آزمایشگاه ■	کارگاه <input type="checkbox"/>					

هدف درس: در پایان درس دانشجویان قادر خواهند شد اطلاعات خاک و اراضی را با نرم افزارهای این بخش ذخیره سازی و تجزیه و تحلیل نمایند.

رئوس مطالب:

-نظری

کلیات و مفاهیم پردازش اطلاعات خاک و اراضی

سامانه های اطلاعات خاک و اراضی

جمع آوری ذخیره سازی، تجزیه و تحلیل و نقشه اطلاعات خاک و اراضی

روش و تکنولوژی های مورد استفاده در پردازش اطلاعات خاک و اراضی

روش های بررسی تغییرات مکانی خاک ها در پردازش اطلاعات

مدیریت خاک و اراضی در سامانه های اطلاعات خاک و اراضی

مدلها و سامانه های مختلف پردازش اطلاعات خاک و اراضی

انواع سامانه های اطلاعات خاک و اراضی (SDB, CDB, MDB, SIS, SOTER, SoliM, NASIS, ASRIS, AEZ, HWS)

- عملی یا حل تمرین

کار با چندین سامانه های اطلاعات خاک و اراضی

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۰	۵۰	۲۰

منابع اصلی:

Handbook of soil science. Sumner, 2001. CRC Press.



دروس پیش نیاز ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: روابط اکولوژیک خاک و گیاه
	عملی		پایه		۲	
	نظری		تخصصی		تعداد ساعت:	
	عملی		اختیاری		۳۲	
	نظری ۲					
	عملی					
ندارد × آزمایشگاه □		دارد □ کارگاه □		آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی □ سمینار □		عنوان درس به انگلیسی: <b>Soil and plant ecological relationships</b>

هدف درس: بررسی روابط اکولوژیک خاک و گیاه

رئوس مطالب:

-نظری

کلیات اکولوژی و مقدمه ، اجزای اکوسیستم ، فاکتورهای محیطی و شیمیایی در اکوسیستم ، تولید و تجزیه در اکوسیستم ، جریان ماده و انرژی در داخل اکوسیستم ، تولیدات غذایی در اکوسیستم ، زنجیره‌های غذایی و شبکه غذایی و هرمهای اکولوژیکی ، عوامل موثر در اکولوژی خاک - روابط اکولوژیکی موجودات زنده خاکزی - نقش واکنش های شیمیایی و چرخه عناصر- توسعه سناریو های منطقه ای اقلیم - اثرات بالقوه تغییر اقلیم بر کشاورزی و کارایی زمین- مدلسازی واکنش بالقوه پوشش گیاهی نسبت به تغییر اقلیم- اثر تغییر اقلیم بر پویایی جمعیت آفات گیاهی- واکنش خاکها به تغییر اقلیم - پیش‌بینی واکنش مناطق ساحلی به تغییر اقلیم - استفاده از دیرینه شناسی اقلیمی برای پاسخگویی اثر انسان بر زیست سپهر- واکنش اقلیم به گازهای گلخانه ای

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۵۰	۵۰	

منابع اصلی:

اکولوژی خاک، ۱۳۷۵، کوچکی، حسینی و خزاعی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد  
 جایگاه تنوع اکولوژیکی در توسعه پایدار، ۱۳۸۲، علیرضا کوچکی و عبدالمجید مهدوی دامغانی، انتشارات دانشگاه فردوسی  
 ص ۴۴۱





دروس پیش نیاز ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کانیهای رس
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۶۴	عنوان درس به انگلیسی: Clay Minerals
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری					
	عملی					
	نظری ۲					
عملی ۱						
<input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> آزمایشگاه		<input checked="" type="checkbox"/> دارد * <input type="checkbox"/> کارگاه		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار		

#### هدف درس:

آشنایی با انواع کانی‌های رسی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انواع کانی‌های رس، ارزیابی میزان هوازدگی و قابلیت تامین عناصر غذایی از کانی‌های رس، شرایط تشکیل و پایداری کانیهای رس در محیط‌های خاک، امکان استفاده از خصوصیات رس-ها در مدیریت خاک و کود.

#### رئوس مطالب:

#### -نظری

اصول کریستالوگرافی، کانی‌های سیلیکاتی و غیرسیلیکاتی خاک، انواع سیلیکاتها، سیلیکاتهای اولیه خاک، سولفاتها و کربناتها و اکسیدهای فلزی، خصوصیات اصلی کانی‌های رس ( کائولینیت، ایلیت، درمیکولیت، اسمکتیت، کلریت، کانی فیبری)، آئوفان و ایموگولیت، پراکنش کانی‌های رس در خاکهای مختلف، تشریح روشهای مختلف شناسایی رس از جمله پراش اشعه ایکس و روش‌های شیمیایی و حرارتی

#### عملی یا حل تمرین

آماده سازی یک نمونه جهت مطالعه با اشعه ایکس و تفسیر منحنی‌های مربوطه

#### روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
۲۰	۳۰	۳۰	۲۰

#### منابع اصلی:

- 1- Minerals in soil environment- J.B.Dixon (1986).
- 2- Clay minerals, A.Munier (2007).



دروس پیش نیاز: نیمسال اول	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: مباحث پیشرفته در پیدایش، رده بندی و ارزیابی خاک  عنوان درس به انگلیسی: <b>Advanced Topics In Soil Genesis, Classification and Land Evaluation</b>
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۴۸	
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری ۲					
	عملی					
ندارد × آزمایشگاه □	دارد □ کارگاه □	آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی □ سمینار □				

#### هدف درس:

در پایان درس دانشجویان قادر خواهند بود پیشرفته شامل مدل سازی نحوه پیدایش و تحول خاکها، مدل سازی رده بندی خاکها (استفاده از آمار و زمین آمار و ریاضیات Fuzzy در رده بندی و تهیه نقشه خاک، استفاده از آمار و زمین آمار و ریاضیات Fuzzy در ارزیابی تناسب اراضی را مورد استفاده قرار دهند.

#### رئوس مطالب:

#### - نظری

مباحث پیشرفته شامل مدل سازی نحوه پیدایش و تحول خاکها، مدل سازی رده بندی خاکها (استفاده از آمار و زمین آمار و ریاضیات Fuzzy در رده بندی و تهیه نقشه خاک، استفاده از آمار و زمین آمار و ریاضیات Fuzzy در ارزیابی تناسب اراضی - بررسی یافته های جدید در پیدایش، رده بندی خاکها و ارزیابی اراضی - بررسی تغییرات مکانی (Spatial Variability) در پدولوژی و ارزیابی اراضی - مدل های آماری در ارزیابی اراضی، روش های آماری چند متغیره در ارزیابی اراضی، مدل های شبیه سازی دینامیکی برای ارزیابی اراضی، شبیه سازی دینامیکی برای ارزیابی اراضی، شبیه سازی دینامیکی عملکرد محصول.

#### روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۵۰	۵۰	

#### منابع اصلی:

آخرین کتب چاپ شده و آخرین شماره های ژورنال های معتبر در زمینه علوم خاک و علوم مرتبط با آن.



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: مدل‌های خاک و منظر اراضی عنوان درس به انگلیسی: <b>Soil and Landscape Models</b>
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۳۲	
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری ۲					
	عملی					
ندارد* <input type="checkbox"/> آزمایشگاه		دارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/>		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار		

#### هدف درس:

بررسی سیستم‌های مختلف روابط بین خاک با منظر اراضی به منظور توسعه مدل‌های مناسب برای هر منطقه.

#### رئوس مطالب:

##### -نظری

تاریخچه و مقدمه مدلسازی در زمینه پیدایش و رده بندی خاک، مبانی مدلسازی ( شامل مقیاس مدلسازی، مدل‌های کیفی، مدل‌های کمی، مدل‌های تجربی و مکانیستیک، مدل‌های شبیه سازی پویا)، مدل‌های پدولوژیکی شامل ( مدل‌های کیفی- تجربی در مقیاس منظر اراضی، مدل‌های کیفی مکانیستیک در مقیاس منظر اراضی، مدل‌های کمی- تجربی در مقیاس منظر اراضی، مدل‌های کمی مکانیستیک در مقیاس منظر اراضی، مدل‌های کیفی- تجربی در مقیاس بدون و کوچکتر از بدون، مدل‌های کیفی- مکانیستیک در مقیاس بدون و کوچکتر از بدون، مدل‌های کمی- تجربی در مقیاس بدون و کوچکتر از بدون، مدل‌های کمی- مکانیستیک در مقیاس بدون و کوچکتر از بدون، زنجیره های تحقیق و نحوه انتخاب و کاربر مدل‌ها).

#### روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۵۰	۵۰	

#### منابع اصلی:

- 1- Hand book of soil science, 2001, Sumner.
- 2- Environmental soil-landscape modeling, Published in 2006, by CRC Press, Taylor & Francis Group



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: پردازش تصویر در میکرومورفولوژی خاک
	عملی		پایه		۲	
	نظری		تخصصی		تعداد ساعت:	
	عملی		اختیاری		۴۸	
	نظری ۱					
	عملی ۱					
ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input checked="" type="checkbox"/>		دارد × کارگاه <input type="checkbox"/>		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>		

#### هدف درس:

آشنایی با اصول کمی سازی، اندازه گیری و هندسه دو بعدی و سه بعدی اجزاء تشکیل دهنده مقاطع نازک خاک.

#### رئوس مطالب:

#### -نظری-

مقدمه ای بر آنالیز میکروفابریک خاک و نحوه تهیه تصاویر از مقاطع نازک و نمونه های دستی، اصول و شرایط لازم برای پردازش تصویر و دستورالعمل های لازم، نحوه دامنه بندی thresholding و اصلاح دستی یا فیلترگذاری تصاویر، نحوه آنالیز تصاویر طبقه بندی شده شامل اندازه ذرات محیط و قطر میانی و... ، مقدمه ای بر روشهای مورفولوژی سیاه و سفید (Binary)، روشهای پیشرفته اصلاح و طبقه بندی تصاویر

#### عملی یا حل تمرین

نحوه تهیه تصاویر مورد نیاز، اصلاحات لازم اعم از فیلترگذاری، اصلاح کنتراست و بسط تصاویر، طبقه بندی تصاویر بر اساس مورفولوژی و خصوصیات نوری، آنالیز تصاویر طبقه بندی شده، طبقه بندی عملی تصاویر سیاه و سفید، طبقه بندی تصاویر بر اساس تغییر فازهای مختلف.

#### روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
۲۰	۳۰	۳۰	۲۰

#### منابع اصلی:

1- Digital Image processing, John wiley & sons, New Jork, 1994.





دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۳ تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به فارسی: سنگ شناسی عنوان درس به انگلیسی: Petrology
	عملی		پایه			
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری ۱					
	عملی ۱					
<input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> آزمایشگاه		دارد × <input type="checkbox"/> کارگاه		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار		

هدف درس: ایجاد دانش و اطلاعات کافی زمین شناسی برای کاربرد در علوم خاک

رئوس مطالب:

-نظری

مقدمه و اهمیت بررسی و مطالعه مهمترین سنگها: سنگهای آذرین (رده بندی و ژیزمان سنگهای آذرین، مشخصات فیزیکی و شیمیایی و مینرالوژی سنگهای آذرین، تخریب و هواپدگی سنگهای آذرین، رابطه ژنتیکی و مورفولوژیکی سنگهای آذرین با خاک)- سنگهای رسوبی (رده بندی و نوع ژیزمان سنگهای رسوبی، مشخصات فیزیکی- شیمیایی و مینرالوژی سنگهای رسوبی، تخریب و هواپدگی سنگهای رسوبی، رابطه ژنتیکی و مورفولوژیکی سنگهای رسوبی با خاک)، سنگهای دگرگونی ( رده بندی و نوع ژیزمان سنگهای دگرگونی)- مشخصات فیزیکی، شیمیایی و مینرالوژی سنگهای دگرگونی- تخریب و هواپدگی سنگهای دگرگونی- رابطه ژنتیکی زومورفولوژیکی سنگهای دگرگونی با خاک- بررسی و مطالعه مهمترین سنگهای بیرونی ایران در ارتباط با خاکهای سطحی آنها- بررسی و مطالعه صحرایی و آزمایشگاهی سنگها و روشهای نقشه خوانی و تهیه مقطع از نقشه ها.

- عملی یا حل تمرین

مطالعه ماکرو و میکرومورفولوژی سنگهای آذرین، رسوبی، دگرگونی و سنگهای حد واسط به منظور تعیین خصوصیات آنها.

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۳۵	۳۵	۳۰

منابع اصلی:

زمین شناسی عمومی، تألیف دکتر احمد معتمد، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۰.

سنگ شناسی رسوبی، دکتر محمد بهرامی، آوند اندیشه، ۱۳۸۷.

Minerals and Rocks, J. Richard Wilson and ventus publishing, 2010.



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرائی	نوع درس	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: شیمی خاک پیشرفته
	عملی		پایه		۳	
	نظری		تخصصی		تعداد ساعت:	
	عملی		اختیاری		۴۸	
	نظری ۳					
	عملی					
ندارد × آزمایشگاه □	<input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> کارگاه	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار	عنوان درس به انگلیسی: Advanced Soil Chemistry			

هدف درس: بررسی تعادل‌ها و تعاملات میان فاز مایع و جامد خاک

رئوس مطالب:

-نظری

مروری بر اصول و قوانین شیمی و ترمودینامیک، محلول خاک و ارتباط آن با سایر اجزای خاک، فعالیت یون و ضرایب فعالیت یونی، تشکیل کمپلکس‌ها و زوجهای یونی در محلول خاک، تعادل حلالیت سیستم‌های مختلف در خاک لایه دوگانه الکتریکی و عوامل مؤثر بر آن، پدیده تبادل و معادلات تبادل در خاک، جذب سطحی یونها و مولکولها، واکنش‌های جذب-واجذب یونها و مولکول‌ها در خاک، ایزوترم‌های جذب سطحی در خاک، پدیده دفع آنیونی در خاک، تثبیت عناصر توسط جزء جامد خاک، شیمی خاکهای اسیدی، آهکی، شور و سدیمی.

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
۲۰	۴۰	۴۰	

منابع اصلی:

- 1- -W.L. Lindsay, Chemical Equilibria in Soils.1982.
- 2- The Chemistry of Soils, G. Sposito.1989.
- 3- Soil Chemistry, 3<sup>rd</sup> Edition, H.L.Bohn, B.L. McNeal, G.A. O'Connor.2001.
- 4- Environmental Soil Chemistry, D.L. Sparks.2013.
- 5- Soil And Water chemistry, M.E. Essington. 2003.



دروس پیش نیاز ندارد آزمایشگاه	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: کانی شناسی نوری عنوان درس به انگلیسی: Optical Mineralogy
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۴۸	
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری ۱					
	عملی ۱					
	ندارد		دارد ×		آموزش تکمیلی عملی:	
آزمایشگاه □	کارگاه □	سفر علمی □				
		سمینار □				

هدف درس:

آشنایی با اصول اپتیک و کاربرد آنها در شناخت کانیها

رئوس مطالب:

-نظری

۱- مختصری راجع به نور، کلیات و تئوری‌های مربوط به ویژگی‌های نور، اصطلاحات مربوط به نور (طول موج، دامنه نوسان، شدت نوسان و ...) طیف نور سفید، طول موج و نورهای تشکیل دهنده نور سفید، حرکت نور، شکست نور، انشمار نور، زاویه تابش، زاویه انکسار، اندکس شکست نور در محیط‌های مختلف.

۲- ساختمان میکروسکوپ پلاریزان، تعریف اجزاء مهم این میکروسکوپ و نقش آنها در شناسایی خواص نوری کانی‌ها نظیر Compensator، عدسی‌های شیئی و چشمی، عدسی‌های پلاریزه کننده نور در پایین (Polarizer) و عدسی‌های شناسایی نور پلاریزه در بالا (Analyzer) و ...

۳- مطالعه کانی‌های مختلف با میکروسکوپ پلاریزان، تعریف کانی‌های ایزوتوپ و انیزوتروپ (Anisotropic and Isotropic) مطالعه کانی‌ها با نور PPL (رنگ، فرم، پلئوکورسزم، رلیف و ...) مطالعه کانی‌ها با نور XPL (خاموشی، زاویه خاموشی ماکل، بیرفرنژنس، دومحوری یا تک محوری بودن کانی‌ها و ...).

۴- مطالعه ویژگی‌های نوری برخی از کانی‌های اولیه مهم در خاک (۱) سیلیکات‌ها (کوارتز، فلدسپارها، کانی‌های فرومنیزین مثل اولیوین، پیروکسین، آمفیبول و ...) (۲) کربنات‌ها نظیر گلسیت و دولومیت (۳) سولفات‌ها نظیر گچ، آنهیدریت، باریت (۴) فسفات‌ها نظیر آپاتیت.

- عملی یا حل تمرین

تهیه مقاطع نازک از سنگ و کانی‌ها، مواد تلقیح، زمان و روش تلقیح نمونه‌های غیرسخت، برش و سایش مقاطع و رساندن به حد قابل قبول، مشاهده میکروسکوپی نمونه‌ها و رویت ویژگی‌های نوری برخی از کانی‌های سیلیکاته، کربناته، سولفات در زیر میکروسکوپ، حفرات تصادفی ساده و مرکب- اندازه حفرات، قراروانی حفرات، صافی یا ناصافی دیواره آنها، آرایش توجیهی حفرات و نهایتاً انواع میکرواستراکچرها.

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۵۰	۵۰	

منابع اصلی:

- کانی شناسی نوری، دکتر فریدون سرایی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۹.

2-Mineralogy and optical mineralogy, M.Darby Dyar and Micky E. Gunter, 2012.





دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: میکرومورفولوژی خاک  عنوان درس به انگلیسی: <b>Soil Micromorphology</b>
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۶۴	
	نظری		تخصصی			
	عملی		اختیاری			
	نظری ۲					
	عملی ۱					
	ندارد □ آزمایشگاه □		دارد × کارگاه □		آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی □ سمینار □	

#### هدف درس:

آشنایی با اصول، واژگان و فنون تهیه مقاطع نازک و قطعات دست نخورده خاک و مطالعات میکروسکوپی و اولترامیکروسکوپی خاک.

#### رئوس مطالب:

#### - نظری

اجزاء اصلی خاک (Basic Components)، اجزاء معدنی درشت (از نظر ترکیب، اندازه، شکل، فراوانی و ویژگیهای درونی، هوادیدگی و غیره)، بقایای معدنی با منشاء بیولوژیکی (اوپال، کلسیت، دیاتومه‌ها، رادیولاریاها، صدف‌ها و...)، بقایای معدنی دارای منشاء انسانی (آجر، سفال و...)، اجزاء ریز (Fine Components) از نظر ماهیت، رنگ، ترکیب، درجه شفافیت، شکل، اندازه...، اجزاء آلی (Organic Components)، ماهیت، رنگ، اندازه، درجه تجزیه و تخریب و...، گراندمس (Ground mass)، تعریف، مرز بین ذرات ریز و درشت c/f limit آرایش نسبی c/f، ذرات درشت و آرایش آن، ذرات ریز و آرایش آن، انواع b-fabrics (تفکیک نشده، خطی، منقوطة‌ای، نواری و کلی)، عوارض خاکساخت (Pedofeatures)، تعریف، تقسیم بندی آنها ( عوارض خاکساخت متنی (Matrix P.)، عوارض خاکساخت تخلیه‌ای (Depletion P.)، عوارض خاکساخت تلقیحی (Impregnative P.)، عوارض خاکساخت کالبدی (Fabric P) و عوارض خاکساخت اینتروسیو (Intrusive P.) : تقسیم‌بندی پدو فیچرها از نظر محل تشکیل، پوشش‌ها (Quasicoatingsi, Hypocoating, Coatinges)، نودولها (Nodules)، الحاقی‌ها (Intercalations)، پرشدگیها (Infillings) و... پدوفیچرهای مرکب و ساده، تفسیر نتایج میکرومورفولوژیکی با توجه به یافته‌های حاصله از مطالعات فابریک، اندازه و نسبت ذرات ریز و درشت، فابریک ذرات ریز، عوارض پدولوژیکی و غیره... و استفاده از یافته‌های جدید در این رابطه.

#### عملی یا حل تمرین

طریقه نمونه برداری دست نخورده با استفاده از جعبه‌های مخصوص یا با روش کلوخه، حمل نمونه‌ها، خشک نمودن نمونه‌ها در هوای آزمایشگاه، با استفاده از استون، تلقیح نمونه‌ها بطور معمولی یا با استفاده از دسیکاتور خلاء برش و سایش نمونه‌ها و رساندن آنها به ضخامت مورد نیاز و بلاخره چسباندن آن بر روی لام، استفاده از روش‌های شیمیایی جهت حذف برخی از اجزاء خاک به منظور بررسی عوارض مورد نیاز (حذف آهک با HCl، حذف اکسیدهای آهن با روش CBD و...) مطالعه و تشریح مقاطع نازک در حداقل چند پروفیل.

#### روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
۲۰	۳۰	۳۰	۲۰

#### منابع اصلی:

۱- میکرومورفولوژی خاک ( راهنمای مطالعه و تشریح تقاطع نازک خاک و رسوب) ترجمه احمد حیدری و احسان صاحب جلال.

2- Guideliues for analysis and description of soil and Regolith thin sections.





دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	نوع واحد	جبرانی	نوع درس	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: نقشه برداری رقومی خاک
	عملی		پایه		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Digital Soil Mapping
	نظری		تخصصی			
	عملی					
	نظری ۲		اختیاری			
	عملی					
	نظری					
عملی						
ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>		دارد × کارگاه <input type="checkbox"/>		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار		

#### هدف درس:

کاربرد اطلاعات و تصاویر رقومی حاصل از سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه‌های خاک.  
رئوس مطالب:

#### -نظری

مفاهیم نقشه برداری رقومی خاک، وضعیت نقشه برداری رقومی خاک، تقاضاهای جهانی برای نقشه برداری رقومی خاک در شرایط فعلی و آتی، توسعه و کاربرد نقشه برداری رقومی خاک در مطالعات خاکشناسی سنتی، دقت نقشه های رقومی خاک نقشه برداری رقومی خاک به عنوان مبنایی برای به روز نمودن نقشه ها و اطلاعات خاک، چالش های نقشه برداری رقومی خاک، GIS به عنوان مبنایی برای تهیه نقشه های رقومی خاک، تجارب نقشه برداری رقومی خاک، چارچوب مدیریت، کیفیت داده برای نقشه برداری رقومی خاک با داده های محدود، روش های نقشه برداری رقومی خاک ( تکنولوژی و روش های نقشه برداری رقومی خاک)، مدلسازی 3D ( سه بعدی) داده ها برای نقشه برداری رقومی خاک، تهیه نقشه های کوچک مقیاس از نقشه های بزرگ مقیاس خاک، روش های کاهش و از بین بردن عدم قطعیت در نقشه های کلاس خاک مثال هایی از نقشه برداری رقومی خاک، سامانه های استنتاجی خاک، ساختار و خصوصیات نقشه برداری رقومی خاک در آینده

#### عملی یا حل تمرین

پروژه : تهیه نقشه رقومی خاک یک منطقه و کار با نرم افزارهای نقشه برداری رقومی خاک

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
	۵۰	۵۰	

#### منابع اصلی:

- 1-Digital soil mapping, Janis L. Boettinger David Howell, 2010, Springer.
- 2- Digital Soil mapping limited Data , A. E. Hartemink, A. MC Bratney, M.L. Meudonca-Soutos (EDS.), 2008, Springer.