

## ۲-۳ ژئوتکنیک



نام درس و تعداد واحد (نظری)	دینامیک خاک (CE4200) Soil Dynamics	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه: کاربرد دینامیک خاک در مسائل مهندسی عمران، ماهیت بارهای دینامیکی و انواع آن	
۲	مروری بر مهندسی زلزله: زمین لرزه و عوارض ناشی از آن (زمین لغزه، روانگرایی و ...). عوامل ایجاد زلزله، اطلاعات کلی در مورد لرزه خیزی ایران، انواع امواج لرزه ای ایجاد شده در اثر زلزله، حرکات زمین و نحوه نیت آن، خصوصیات زلزله ها (مرکز بزرگی، شدت و ...). کاهندگی شتاب و سرعت (روابط کاهندگی معروف)، معرفی طبقه فوریه	
۳	مروری بر ارتعاشات سیستم های یک و چند درجه آزادی، تعریف درجات آزادی، فرکانس طبیعی و تشدید، ارتعاش سیستم های یک درجه آزادی، ارتعاش آزاد با و بدون میرایی، ارتعاش اجباری با و بدون میرایی، ارتعاش تحت بارهای تناوبی و گذرا، انواع میرایی در خاک (میرایی ویسکوز و هیستریزس خطی)، سیستم های چنددرجه آزادی، ارتعاش آزاد سیستم دو درجه آزادی- وابسته و غیروابسته (Couple, Uncouple)- با و بدون میرایی، ارتعاش اجباری سیستم دو درجه آزادی- وابسته و غیروابسته- با و بدون میرایی	
۴	انتشار امواج یک بعدی، معادله موج و سرعت آن (امواج حجمی، برشی، میله و ...). رفتار میله تحت تاثیر ارتعاش آزاد و نیروی اعمالی بریودیک، ارتعاشات گذرا در میله کشابند (میله همگن و غیرهمگن)، میرایی تشعشعی، بستر یکنواخت و لایه ای تحت اثر حرکات پایه تناوبی، اثر ساختگاه در حالت یک بعدی (تقویت شتاب حداکثر، شکل طبیعی، پاسخ ساختگاه های ترم به شتاب های کوچک سنگ بستر و ...)	
۵	انتشار امواج دو و سه بعدی: امواج کروی و امواج رابلی، انعکاس و انکسار در مرزها، امواج سطحی در محیط لایه ای، مختصری از اثر توبوگرافی بر روی امواج زلزله و اثر دو و سه بعدی دره	
۶	مشخصات دینامیکی خاکها، نحوه برآورد سرعت موج برشی و مدول برشی بر اساس آزمون های آزمایشگاهی، آزمون های صحرائی، معرفی تعدادی از روابط تجربی برای محاسبه مدول برشی حداکثر، روابط تجربی محاسبه تغییرات نسبت مدول برشی و میرایی با کرنش برشی، تاثیر پارامترهای مختلف خاک بر مدول برشی (تاثیر	



	تنش همه جانبه، نسبت متناقد، فرکانس، نسبت بواسون، OCR، پلاستیسیته و ... )	
۷	تحلیل و طراحی پی ماشین آلات؛ روش های آنالیز قدیمی و نوین، روش اجزاء محدود، روش نیم فضای کشایند، روش دوپری و گزتاس	
۸	روش های طراحی لرزه ای دیوارهای حائل؛ رفتار دیوارحائل در هنگام زلزله، روش های طراحی مبتنی بر نیرو، روش شبه استاتیکی (روش مونتونوبه-کابه، سید و ویتمن)، روش شبه دینامیکی (روش استیدمن-زنگ، نیمبالکار - چاودوری)، روش های طراحی بر مبنای تغییرمکان، روش بلوک لغزان نیومارک، روش ریچارد-المس	
۹	روانگرایی خاک ها، روش های ارزیابی و پیشگیری از آن: تعریف روانگرایی (روانگرایی چرپانی، نرم شوندگی تناوبی)، روش های تعیین استعداد روانگرایی، گسترش جانبی و ارزیابی تغییرمکان حاصله، معرفی روش های بهسازی خاک جهت پیشگیری وقوع روانگرایی.	
۱۰	مبانی و کاربرد آیین نامه های مرتبط ملی (مباحث مقررات ملی ساختمان و استاندارد - ۲۸۰۰) و بین المللی.	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مهندسی پی پیشرفته (CE4201) Advanced Foundation Engineering	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	شالوده های سطحی: محاسبه و برآورد ظرفیت باربری و نشست پی های سطحی، با استفاده مستقیم از نتایج آزمایشات صحرایی یا مروری بر آزمون های صحرایی (SPT, CPT, PMT, DMT, PLT و VST)، با استفاده از روش های تحلیلی؛ معرفی روش های تحلیل (آنالیز حدی، تعادل حدی)، موارد خاص در محاسبات ظرفیت باربری پی های سطحی (اثر پی های مجاور، پی واقع بر شیب، پی های مسلح شده، پی های رینگ و ...)، محاسبه ضریب عکس العمل بستر، ملاحظات طراحی پی های سطحی تحت اثر زلزله، مسائل ژئوتکنیکی اجرای پی ها (گودبرداری در مجاور ساختمان همسایه، گودبرداری زیر سطح آب و ...)، طراحی پی های سطحی بر مبنای روش LRFD	
۲	شالوده های عمیق: انواع شمع ها و روشهای اجرا، تحلیل و طراحی شمع تحت بار محوری فشاری و کششی، پدیده اصطکاک منفی، تحلیل و طراحی شمع تحت بار جانبی، گروه شمع، اندرکنش شمع-پی-رادیه (Pile-Raft)، آزمایشات استاتیکی و دینامیکی شمع، تحلیل فرو رفت شمع تحت ضربه شمعکوب، ملاحظات طراحی پی های عمیق تحت اثر زلزله، طراحی شمع بر اساس روش LRFD	
۳	فشار جانبی خاکها و طراحی ابنیه نگهدار: معرفی روش های تحلیل دیوارها: آنالیز حدی و تعادل حدی، انواع ابنیه نگهدار، یادآوری اصول طراحی دیوارهای صلب وزنی و انعطاف پذیر طره ای، روشهای طراحی و اجرای سیرها، تحلیل و طراحی دیوارهای مهاربندی شده، باینداری کف گود، آشنایی با خاک مسلح (مکانیزم تسلیح خاک، معرفی انواع المان های تسلیح، طراحی دیوارها و شیب های خاک مسلح با تسخه و با ژئوسپینتیک ها)، کوله پل ها و سایر ابنیه خاص تحت فشار جانبی، طراحی دیوارهای حائل بر اساس روش LRFD	
۴	طراحی پی واقع بر خاک های مسئله دار و بهسازی خاک ها: معرفی خاک های مسئله دار، طراحی پی بر روی خاک ضعیف با قابلیت فشرده گی بالا، طراحی پی بر روی خاک منسبط شونده، طراحی پی بر روی خاک زمینده، آشنایی با روش های مختلف بهسازی خاک جهت بهبود ظرفیت باربری خاک، مبانی و کاربرد آیین نامه های مرتبط ملی (مباحث مقررات ملی ساختمان و استاندارد - ۲۸۰۰)، و بین المللی.	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مکانیک خاک پیشرفته (CE4202) Advanced Soil Mechanics	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	تنش مؤثر، مفهوم تنش مؤثر و ضرورت تعریف آن، تأثیر سطح تماس دانه ها، تأثیر تراکم پذیری دانه های جامد، تأثیر سایر عوامل، ارزیابی تنش مؤثر ترزاقی	
۲	اصول مکانیک خاکهای نیمه اشباع: رابطه بیناب برای تنش مؤثر، نظریه متغیرهای حالت تنش مستقل، مقاومت برشی خاکهای نیمه اشباع، تغییر شکل خاکهای نیمه اشباع، کاربرد در مسائل متداول مکانیک خاک	
۳	خواص خاکهای رسی: انواع کانی های رسی، اثر نوع کانی در خواص فیزیکی و مکانیکی رسها، تأثیر نیروهای قیژیکی و شیمیایی بر تنش مؤثر	
۴	مبانی روشهای تحلیل در مکانیک خاک، حل کامل مسئله در محیط های بیوسنه، تحلیلهای الاستیک، آنالیز حدی، تعادل حدی، روش خطوط مشخصه	
۵	تحکیم: کلیات، تئوری تحکیم ترزاقی و محدودیتهای آن، تحکیم خاکهای غیرهمگن و با ضخامت متغیر، تحکیم غیرخطی، تحکیم سه بعدی، تئوری بیوت، تحکیم نانویه	
۶	مقاومت برشی خاکها، معرفی معیار گسیختگی موهر-کولمب، خط حالت بحرانی و مقاومت برشی زهکشی نشده، خط حالت بحرانی و فشار آب خفیه ای در گسیختگی، مقاومت برشی خاکهای چسبنده، مقاومت برشی خاکهای دانه ای، آزمونهای آزمایشگاهی تعیین پارامترهای مقاومت برشی، تحلیل های تنش کل و مؤثر، مقاومت حالت بحرانی و مقاومت بسماند	
۷	مکانیک خاک، حالت بحرانی، رفتار خاکها در حالتها و مسیرهای مختلف تنش، مسیرهای تنش و کرنش و مستقل های آن و آزمایشات خاک، حالت بحرانی در خاک های رسی، سطوح حالت مرزی (خط حالت بحرانی، سطح روسکو و غیره)، رفتار نمونه های بیش تحکیم شده (سطح ورسلف)، حالت بحرانی در خاک های ماسه ای و سایر خاکهای دانه ای، مدل حالت بحرانی CAM-CLAY	
۸	معرفی خاک های مسئله دار: خاک های با قابلیت فشردگی بالا، خاک های منبسط شونده، خاک های رمنده، معرفی آزمایشات مربوطه	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	بهبودی خاک (CE4205) Soil Improvement	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه و کلیات، لزوم بهسازی خاک، مطالعات ژئوتکنیکی، برداشت خاک	
۲	خاکریزهای سبک، تراکم مکانیکی (بهبودی سطحی)	
۳	تراکم دینامیکی، تثبیت فیزیکی - شیمیایی، بهسازی گیاهی، اختلاط درجای خاک، در عمق	
۴	انواع روش‌های تزریق، تزریق با فشار بالا (جت گروتینگ)	
۵	بهبودی ارتعاشی در عمق، ستونهای سنگی و آهکی، انفجار	
۶	آبکشی، زهکشی‌های عمودی، سیستم‌های خلاء، بیش‌بارگذاری	
۷	متمدهای حرارتی و انجماد، روش‌های الکتریکی	
۸	المان‌های سازمای خارجی و داخلی، ژئوسنتتیک‌ها	
۹	کنترل کیفیت بهسازی	
۱۰	ملاحظات زیست‌محیطی، انتخاب روش بهسازی (ملاحظات فنی - اجرایی - اقتصادی)	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	زمین شناسی مهندسی پیشرفته (CE4206) Advanced Engineering Geology	۲ واحد ۳۲ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	شناساییهای سطحی : آشنایی با کاربردها و نحوه کسب اطلاعات از نقشه های توپوگرافی ، تصاویر ماهواره ای ، عکسهای هوایی ، نقشه های زمین شناسی ، نقشه های آب شناسی و ... ب ) عملیات شناسایی صحرایی و برداشت زمین شناسی ج ) آشنایی با کاربردها و نحوه تهیه انواع نقشه های زمین شناسی مهندسی	
۲	اکتشافات زیر زمینی : آشنایی عمومی با روش های ژئوفیزیکی مسائل لرزه نگاری ، مقاومت مخصوص ، گرانی سنجی و ... ب ) حفاری و برداشت چاهک ، ترانشه ، گمانه و تونل ج ) طراحی شبکه اکتشافات زیر زمینی	
۳	نمونه گیریهای ژئوتکنیکی : الف ) انواع و مشخصات نمونه ها ب ) انواع نمونه گیریها ج ) روش های نمونه گیری در سنگ و خاک و در دریا و خشکی	
۴	بردازش داده های ژئوتکنیکی : الف ) تعیین وضعیت لایه ها و رسم نیم رخها ب ) روش تهیه و کاربرد نقشه های ساختاری و نمودارهای سه بعدی ج ) تحلیل اطلاعات توسط تصاویر استریوگرافیک د ) تدوین مطالب و تهیه گزارش ژئوتکنیکی	
۵	عملیات اکتشافی ویژه : جهت سازه هایی چون راه ، تونلها و فضاها زیر زمینی ، دامنه های نا پایدار ، سد و مخزن و ...	
۶	بازدید صحرایی	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	سدهای خاکی (CE4207) Earth-Fill Dams	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه: تاریخچه سد سازی در دنیا و ایران، معرفی سدهای مهم ایران و جهان و ویژگیهای مهم آن، اهداف ایجاد سد	
۲	انواع سدهای خاکی (همگن، یا هسته رسی، یا هسته آسفالتی، RCC)، ناحیه بندی سدهای خاکی، معرفی زهکشهای مختلف، روشهای مختلف اجرای سد، عوامل موثر ژئوتکنیکی در انتخاب نوع سد، عوامل مختلف خرابی سدها (بر اساس آمارهای مختلف)، تخصصهای مورد نیاز در طراحی سدهای خاکی	
۳	انواع هسته سد (از نظر شکل، مصالح، انتخاب مناسب عرض هسته، درصد رطوبت مناسب)	
۴	مطالعات ژئوتکنیکی لازم جهت احداث سد (انتخاب محل سد، تعیین خصوصیات مخزن و منطقه احداث سد، تعیین موقعیت و انتخاب منابع قرضه)	
۵	عوامل موثر در طراحی سد (عملکرد، منابع قرضه، اوضاع جوی منطقه، زمین شناسی، اهمیت سد...)	
۶	معیارهای اختصاصی طراحی سد (تراوش، سرریز شدن، رگاب، پایداری شیب، عمل موج در بالادست، ترک و...، بررسی عوامل افزایش تراوش و روشهای مقابله با آن، محاسبه حجم تراوش، محاسبه فشار بالا برنده سد، محاسبه گرادیان سد، رسم شبکه جریان برای سد ویی آن	
۷	رگاب، دلایل وقوع، عوامل موثر، روشهای جلوگیری از آن، طراحی فیلتر، شبکه جریان در سدهای خاکی، سرریز شدن و محاسبه و انتخاب ارتفاع آزاد (Free Bord)	
۸	عمل موج در بالا دست (تعریف)، عوامل موثر در انتخاب روشهای مختلف در مقابل آن، محاسبه Rip (Rap)	
۹	ترک، عوامل ایجاد و انواع آن، منابع قرضه با مقاومت در برابر ترکها	
۱۰	محاسبه نشست سد و درصد فشار آب حفره ای با استفاده از تئوری تحکیم)	
۱۱	پایداری شیب: در حالت استاتیکی با محاسبه فشار آب منفذی، بررسی ضریب اطمینان در حین ساخت سد و پس از آن، معرفی روشهای مختلف محاسبه پایداری استاتیکی، مقایسه ضریب اطمینان بدست آمده، در حالت شبه استاتیکی با محاسبه ضریب زلزله و انتخاب ضریب اطمینان مناسب، در حالت دینامیکی (معرفی روش باریکه برشی، تعیین برمود طبیعی سد و بزرگنمایی در سد)	
۱۲	معرفی روشهای عددی، تاثیر دویعدی و سه بعدی (دره باریک و عریض)، مقطع بحرانی در دره باریک، بزرگنمایی در سد	





	محاسبه تغییر مکان سد در اثر زلزله: روش بلوک لغزنده نیومارک (سابقه، تئوری کلی، روش سارما و سید و مکدیسی، اصلاحات جدید روش بلوک لغزنده (وابسته و غیروابسته)	۱۳
	روانگرایی در سدها و روشهای بهسازی سد	۱۴
	معرفی ابزار دقیق برای سدها و کاربرد آنها	۱۵
	بازدید از یک سد خاکی در حال اجرا و یا ساخته شده	۱۶



نام درس و تعداد واحد (نظری)	ژئوتکنیک دریایی (CE5200) Marine Geotechnics	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	شناسایی هابی ژئوتکنیکی در دریا، مغزه گیرهای سطحی از بستر دریا- گمانه زنی و نمونه برداری در اعماق کم دریا (زیر ۲۰ متر) - گمانه زنی و نمونه برداری در اعماق زیاد آب (بالای ۲۰ متر)- آزمونهای برجا در دریا- نقش بررسی های ژئوفیزیکی	
۲	خواص و رفتار ویژه خاکهای دریایی: رس های بسیار سست لجنی- ماسه های سست و احتمال رونگرایی- خاکهای کرینائی- زمین های مرجانی- سایر خاکهای ویژه در دریا	
۳	آب شستگی بستر دریا: انواع آب شستگی در دریا - روشهای پیش بینی آب شستگی - آب شستگی در مجاورت اینیه دریایی- مقابله با آب شستگی	
۴	ژئوتکنیک موج شکن و سازه های خرده سنگی در دریا: خواص فیزیکی و مکانیکی مصالح خرده سنگی - فشار آب حفره ای در بدنه منوج شکن خرده سنگی- فشار آب حفره ای در بدنه موج شکن تحت موج- جریان حفره ای در بدنه - باینداری بدنه موج شکن- تغییر شکل های برشی و حجمی بدنه موج شکن - باینداری و نشست خاک بستر - آزمایش بارگذاری صفحه (قائم و افقی) - آزمایش نفوذ مخروط CPT - آزمایش نفوذسنجی دینامیکی Dynamic Probing - آزمایش برسیومتری - آزمایش دیلاتومتر (خاک و سنگ)- آزمایش های تعیین نفوذپذیری - آزمایش شکست هیدرولیکی - آزمایش برش مستقیم برجا- آزمونهای ژئوفیزیکی	
۵	آزمونهای آزمایشگاهی: کاربرد آزمایشهای مقاومتی، تغییرشکلی و نفوذپذیری- کاربرد آزمایشهای دینامیکی- کاربرد آزمونهای شیمیایی - تجویز نوع و تعداد آزمونهای مناسب خاک و سنگ	
۶	تهیه گزارش شناسایی ها : اصول ارائه داده های حاصل - تحلیل نتایج و ارائه پیشنهادات- اجزا گزارش های بدون تفسیر- اجزا گزارش های مهندسی	
۷	ویزگیهای خاص شناسایی زمین در پروژه های مختلف : توبل و سازه های زیرزمینی- سدسازی و اینیه مربوطه- راهسازی و اینیه فنی راه و بل - سازه های دریایی - ساختمان های بلند- ساختمانهای سبک و ارزان	



۳ واحد ۴۸ ساعت	تحقیقات صحرایی (CE5201) Site Investigation	نام درس و تعداد واحد (نظری)
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه و برنامه‌ریزی مطالعات: لزوم شناسایی زمین در پروژه‌های عمرانی - مراحل شناسایی ژئوتکنیکی زمین- شناسایی در فاز یک و دو مطالعات و فاز جرا- مطالعات دفتری و بازدید محلی - عمق مناسب گمانه - تعداد و محل حفر گمانه - آرایش مناسب گمانه‌ها و Probing	
۲	گمانه زنی: روشهای حفر گمانه - حفاری دستی- حفاری در سنگ - حفاری در خاک - مشخصات مکانیکی ماشین های حفاری - استقرار دستگاه حفاری در خشکی و دریا	
۳	نمونه‌برداری: روشهای تهیه نمونه دست نخورده- روشهای تهیه نمونه دست خورده- تهیه نمونه بدون گمانه‌زنی - ارزیابی دست خوردگی نمونه- نمونه‌گیری از سنگ- تهیه نمونه برای آزمونهای آزمایشگاهی	
۴	آزمونهای محلی: آزمایش نفوذ استاندارد SPT- آزمایش نفوذ مخروط، آزمایش برش برای، آزمایش برش مستقیم در محل و ارائه نمودارها و جداول مربوطه، نحوه استنتاج نتایج	
۵	بازدید از یک پروژه در حال انجام تحقیقات صحرایی	



۳ واحد	خاک مسلح (CE5202) Reinforced Soil	نام درس و تعداد واحد (نظری)
۴۸ ساعت		
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	شناسایی، انواع، مزایا و معایب خاک مسلح	
۲	معرفی انواع ژئوسنتتیکها و کاربرد آنها	
۳	بررسی خصوصیات مصالح خاک مسلح (انواع ژئوسنتتیکها و تسمه های فلزی و...)	
۴	تحلیل و طراحی خاک مسلح با استفاده از تسمه فلزی	
۵	تحلیل و طراحی خاک مسلح با استفاده از ژئوسنتتیکها (ژئوگرید،...)	
۶	بررسی اجزا دیوارهای میخ کوبی و تحلیل و طراحی دیوارهای میخ کوبی	
۷	تحلیل و طراحی سیستمهای مهار شده و بررسی انواع مهارها و آزمایشهای آنها	
۸	تحلیل و طراحی پی دیوارهای خاک مسلح	



نام درس و تعداد واحد (نظری و عملی)	آزمایشگاه مکانیک خاک پیشرفته (CE4208) Advanced Soil Mechanics Laboratory	۱ واحد ۱۶ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نوشتاری و عملی	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	<p>قسمت نظری (با ارزش ۵/۱ - واحد):</p> <p>- معرفی ابزار اندازه گیری، کنترل و ثبت داده‌ها در آزمایش‌های استاتیکی و دینامیکی خاک - اصول آزمایش‌های مکانیک خاک با اعمال یا کنترل تنش، کرنش و رطوبت - روش‌های آماده‌سازی، اشباع و تحکیم نمونه قبل از آزمایش - آزمایش سه محوری - آزمایش برش مستقیم، ساده و بیجشی - آزمایش ستون تشدید - آزمایش‌های تحکیم و نفوذپذیری - مبانی مدل سازی فیزیکی - مبانی آزمایش‌های شیبیابی و ارتباط با مکانیک خاک و مباحث ژئوتکنیک زیست محیطی</p>	
۲	<p>قسمت عملی (با ارزش ۵/۱ - واحد):</p> <p>- انجام آزمایش تحکیم با استفاده از Rowe Cell - انجام آزمایش سه محوری CU با اندازه گیری فشار آب به منظور تعیین پارامترهای گسیختگی و پارامترهای حالت نهایی - انجام یک آزمایش ساده مدل فیزیکی بی سطحی یا یک شیروانی یا هر مساله دیگر</p>	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	بی های خاص (CE5204) Special Foundations	۲ واحد ۳۲ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	ملاحظات تحلیل و طراحی فونداسیون ها: تعیین ظرفیت باربری در حالات مختلف، تخمین نشست تحت بارهای استاتیکی و دینامیکی، تحلیل و طراحی سازه ای، ملاحظات کنترل پایداری	
۲	بی های سطحی خاص: بی های رادیه سخت شده با عناصر طولی و عرضی، فونداسیونهای رادیه مجوف و بلوکی، بی های منفرد چسیان، بی های فولادی (Grillage Foundations)	
۳	فونداسیون های شناور: استفاده از اصل شناوری در بی سازی، افزایش ظرفیت باربری به کمک شناورسازی - باربرداری جهت کاهش نشست، عمق بحرانی و کنترل تورم کف	
۴	سیستم های نیمه عمیق در بی سازی: بی های باکسی یا چعبه ای، بی های چاهی (شمعک ها)	
۵	بی های ریشه ای (Root Foundations) ریزشمع های انبوهی قائم و مایل، مهارها، شمع های بیجشی، پره ای، شمع های مته ای	
۶	رادیه مرکب: بستر مناسب جهت ساخت رادیه مرکب، اندرکنش اجزا، طراحی در برابر بارهای ثقلی و جانبی، ملاحظات طراحی بهینه	
۷	دال های بتنی یا کف های صنعتی منکی بر بهسازی عمیق: کاربرد دالهای صنعتی، ستونهای سنگی و پیره ای، ستونهای تثبیت شده با تزریق چت (Jet Grouting)، اختلاط خاک در عمق (DSM)	
۸	شمع ها (بی های عمیق)، انتخاب سیستم بر اساس شاخص های روسازه، زیرسازه و خاک بستر، تعیین توان باربری با تحلیل استاتیکی، آزمایشات استاتیکی و دینامیکی، عملکرد شمع ها در برابر بارهای سیکنلی، لرزه ای، و جانبی	
۹	بی های عمیق-عملکرد گروهی: ملاحظات اندرکنشی، راندمان و اثرات گروه، گسیختگی بلوکی، تعیین نشست یا استفاده از تئوری صفحه خنثی، عملکرد گروهی در برابر بارهای جانبی	
۱۰	کیسون ها: اجرای درجا و پیش ساخته، ملاحظات طراحی در مقابل بارهای فشاری و کششی	
۱۱	بی سازی در بسترهای سنگی: ملاحظات اجرایی، ظرفیت باربری سنگ زیر بی، شمع های مستقر در سنگ (Rock Socketed Piles)	
۱۲	شمع های مکشی های (Suction Piles) استفاده از تکنیک مکش در اجرای فونداسیون ها، مهارها و بی های نیمه عمیق مکشی در دریا	
۱۳	بی های پوسته ای و گنبدی: کاربرد، انواع بی های پوسته ای- بی های گنبدی با مهار خاک	
۱۴	ساخت همزمان روسازه و زیرسازه (Top-Down Construction): ملاحظات طراحی بهینه با اجرای همزمان، دیوارهای جداکننده، گودبرداری، اجرای دالهای میانی و کف	
۱۵	موارد عملی: معرفی چند مورد سازه های خاص، سنگین یا بلند، شرایط بسترهای غیرمعمول، ابزارگذاری و بایش، مقایسه نتایج حاصل از طراحی با موارد عملی اندازه گیری شده	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مهندسی شمع در سازه‌های دریایی (CE5223) Pile Engineering in Marine Structures	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	انواع کاربرد و عملکرد سازه‌های شمع در سازه‌های دریایی (عملکردهای فشاری، کششی و خمشی در اسکله‌ها و سکوها، عملکرد شمع در تحمل فشار جانبی خاک در اسکله‌ها، مقابله شمع با فشار برخاست Uplift در حوضچه‌ها)	
۲	کاربرد و عملکرد شمع در مهار شناور (عملکرد شمع در جذب انرژی در فندرها، عملکرد شمع در اسکله‌های دلفینی به عنوان دلفین مهار و دلفین به‌لوگیری، عملکرد شمع به عنوان لنگر و مهار شناور)	
۳	انواع مصالح شمع در دریا (فولادی، پروفیل فولادی، شمع لوله‌ای، لوله اسپیرال، شمع بتنی، بتن پیش ساخته، لوله بتنی سانتریفوژ، شمع چوبی، اتصالات و وصله در انواع شمع، تقویت نوک و رأس شمع‌های کوبیدنی)	
۴	انواع روش‌های اجرای شمع در دریا (انواع روش اجرای شمع در دریا از بالای سطح آب، انواع روش اجرای شمع در زیر سطح آب، مقایسه روش‌های اجرا و مصالح و تأثیر طراحی سازه‌های دریایی)	
۵	تحلیل عملکرد شمع تکی تحت بار قائم (تحلیل ظرفیت باربری، اصطکاک منفی و کمانش، تحلیل اثرات روش اجرا بر ظرفیت باربری، تغییر شکل قائم و نشست شمع، تحلیل باربری قائم در خاک‌های ویژه دریایی مثل رس‌های نرم لجنی، تحلیل باربری قائم در خاک‌های کربناتی)	
۶	تحلیل عملکرد شمع تکی تحت بار افقی (روش‌های حدی تحلیل ظرفیت باربری افقی شمع‌های کوتاه و بلند، ارزیابی آنالیز P-Y و سایر روش‌های کلاسیک تحلیل شمع تحت بار افقی، تحلیل P-Y در خاک‌های خاص مثل خاکهای کربناتی، تحلیل افقی شمع‌های دریایی با قطر بزرگ)	
۷	تحلیل گروه شمع در اسکله‌های شمع-عرشه (روش استاتیکی معین، روش تیر معادل، فنرهای غیر کوبله، فنرهای کوبله، ضرایب اندرکنش، مکانیک محیط‌های پیوسته، ارزیابی و مقایسه روش‌های تحلیل)	
۸	تحلیل گروه شمع در سایر سازه‌های دریایی (تحلیل دلفین‌های متشکل از شمع تکی و گروهی، روش تحلیل گروه شمع در سکوها دریایی، تحلیل اسکله شمع‌های ردیفی-سیر شامل شمع‌های اصلی و شمع‌های مهار، تحلیل گروه شمع برای مقابله با uplift در حوضچه‌ها)	
۹	آنالیز فرورفت شمع در حال کوبش (کاربردهای آنالیز فرورفت، مدل اسمیت، مدل‌های غیرخطی، تحلیل چکش مناسب برای شمع کوبی، SRD)	
۱۰	آزمایش‌های برجا شمع در دریا (آزمایش بارگذاری قائم تا گسیختگی، آزمایش بارگذاری قائم جزئی، آزمایش بارگذاری افقی، تحلیل موج در شمع و PDA، استاتنامیک، آزمایش کنترل سلامت شمع، برنامه‌ریزی و تناوب آزمایش در اسکله‌ها، تناوب آزمایش در سکوها دور از ساحل)	
۱۱	مطالعه موردی یک اسکله شمع و عرشه واقعی (معرفی، مراحل طراحی، مراحل اجرا)	
۱۲	مطالعه موردی یک سکوی فولادی دور از ساحل (معرفی، مراحل طراحی، مراحل اجرا)	
۱۳	مطالعه موردی یک اسکله سبزی متشکل از شمع‌های ردیفی (معرفی، مراحل طراحی، مراحل اجرا)	

ملاحظات: مطالعات موردی از پروژه‌های واقعی انجام می‌شود و می‌تواند با کمک دانشجویان و به صورت تحقیق و ارائه در کلاس انجام گیرد.



نام درس و تعداد واحد (نظری)	ژئوتکنیک لرزه‌ای (CE5205) Geotechnical Earthquake	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مروری بر مباحث ژئوتکنیک لرزه‌ای، لرزه‌شناسی و زمین‌شناسی مهندسی	
۲	روشهای برآورد خطر زلزله (روش آماری، روش تعینی)	
۳	اثرات ساختگاه (جنس لایه‌های خاک و اثر تپه و دره)	
۴	بررسی پارامترهای مدول برشی و نسبت میرایی خاکها در بارگذارهای دینامیکی و ارائه مدل‌های مختلف	
۵	مدلهای مختلف رفتار دینامیکی خاک	
۶	محاسبه تغییرمکان شیب با استفاده از بلوک لغزنده نیومارک (معرفی روشهای Couple و Decouple)	
۷	طراحی لرزه‌ای دیوارهای حائل مبتنی بر تغییرمکان	
۸	معرفی آخرین یافته‌ها در ارزیابی روانگرایی، محاسبه گسترش جانبی و معرفی روشهای مختلف آن	
۹	روشهای کاهش پتانسیل روانگرایی در خاک‌ها و تکنیک‌های بهسازی	
۱۰	پدیده گسلش و اندرکنش آن با سازه‌های زیرزمینی (تونلها) و سازه‌های سطحی (پی‌ها و سازه‌ها)	
۱۱	معرفی اثر حوزه نزدیک زلزله بر سازه‌ها	





نام درس و تعداد واحد (نظری)	لرزه شناسی و مهندسی زلزله (CE5207) Siesmology and Earthquake Engineering	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مبانی لرزه زمینساخت، شناخت گسل های فعال و روشهای مدلسازی چشمه های لرزه ای	
۲	مبانی زلزله شناسی و شبکه های لرزه نگاری، لرزه خیزی و مدلسازی پارامتر های لرزه ای	
۳	شکله های شناختگری و پردازش شناختگاشتها، مبانی و روشهای برآورد خطر زلزله، تعیین زلزله طرح در پروژه های مهم، روشهای محاسبه طیف پاسخ و تولید طیف طرح	
۴	روش انتخاب شناختگاشتها برای تحلیل های مهندسی زلزله	
۵	پاسخ لرزه ای سیستم های خطی	
۶	پاسخ لرزه ای سیستم های غیر خطی	
۷	روش های تحلیل امین نامه ای در برابر زلزله از جمله روش های طیفی و دینامیکی براساس عملکرد	
۸	مبانی و کاربرد امین نامه های مرتبط ملی (مباحث مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰) و بین المللی	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	اکتشافات ژئوفیزیک (CE5208) Geophysics Explorations	۲ واحد ۳۲ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث
۱	معرفی و مفاهیم پایه
۲	مروری بر روشهای ژئوفیزیک و امواج لرزه ای
۳	روشهای جمع آوری-بردارش و تفسیر داده های لرزه ای
۵	بررسی روشهای اکتشافی گران سنجی
۶	بررسی روشهای اکتشافی مغناطیسی
۷	بررسی روشهای اکتشافی الکتریکی
۸	بررسی روشهای اکتشافی لرزه ای
<p>پروژه:</p> <p>در دانشکده هایی که دارای تجهیزات کارگاهی می باشند، بعضی موارد سرفصل به صورت عملی توسط دانشجویان باید انجام شود. در غیر اینصورت دانشجویان باید با توجه به نتایج ژئوفیزیک یک ساختمان یک گزارش کامل به همراه تفسیرهای مربوطه ارائه دهند.</p>	



نام درس و تعداد واحد (نظری و عملی)	آزمایشگاه دینامیک خاک (CE4208) Soil Dynamics Laboratory	۲ واحد ۳۲ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نوشتاری و عملی	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	آشنایی با تجهیزات صحرایی دینامیکی (ژئوسیسمیک و میکروترمر)	
۲	انجام آزمایشات صحرایی دینامیک در صورت امکان (ژئوسیسمیک و میکروترمر)	
۳	آشنایی با دستگاه آزمایش ستون تشدید	
۴	انجام آزمایش ستون تشدید برای تعیین تغییرات مدول برشی و میرایی بر حسب کرنش برشی	
۵	آشنایی با دستگاه سه محوری دینامیکی	
۶	انجام آزمایش سه محوری دینامیکی برای تعیین تغییرات مدول برشی و میرایی بر حسب کرنش برشی	
۷	انجام آزمایش سه محوری دینامیکی برای تعیین مقاومت خاک در نسبت تنش های مختلف	
۸	انجام آزمایش ارزیابی پتانسیل روانگرایی در خاک با استفاده از دستگاه سه محوری دینامیکی	
۹	آشنایی با آزمایشات مدل فیزیکی (میز لرزه و سائتریفیوز)	



نام درس و تعداد واحد	ژئوتکنیک زیست محیطی (CE4209)	۳ واحد
(نظری)	Environmental Geotechnics	۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	تولید و دفع پسماند؛ پسماند و مدیریت مواد زائد، طبقه بندی پسماند های خطرناک، پسماند و تلفات ناشی از آن، الزامات و مشکلات ناشی از دفن زباله در زمین	
۲	کانی شناسی خاک: اهمیت کانی شناسی خاک در مهندسی، کانی های غیر رسی در خاک، طبقه بندی کانی های رس، پیوندهای بین ورقه ای و بین لایه ای در کانی های رس، سطوح خاک و بارهای الکتریکی	
۳	سیستم الکترولیت آب-خاک: توزیع یون در سیستم آب- خاک رس، نظریه لایه آب دوگانه، تأثیرات متغیرهای سیستم در لایه آب دوگانه، تبادل کاتیون در کانی های رسی	
۴	اندرکنش آلاینده- خاک: مکانیزمهای اندرکنش آلاینده- خاک، جذب آلاینده ها، جذب توسط اجزای خاک	
۵	پدیده هدایت در خاک: قوانین و روابط حاکم بر جریان، هدایت الکتریکی، پدیده الکتروکینتیک، تئوری	
۶	انتقال جرم در محیط اشباع: انتقال در اثر گرادیان غلظت (Concentration Gradients)، انتقال توسط گرادیان هیدرولیکی (Advection)، براکنش مکانیکی (Mechanical Dispersion)، معادله عمومی انتشار آلودگی در خاک، برآورد پارامترهای انتقال، ایزوترم های جذب، سیستم های مدلسازی انتقال آلودگی در خاک	
۷	فن آوری های جدید رفع آلودگی از خاک، گودبرداری و دفع / تصفیه، استخراج بخارات موجود در خاک (SVE)، پاشش هوا (Air Sparging)، دیواره های واکنش پذیر تراوا، سیستم های محصور کننده، روش زیست اصلاحی در جا، روش تقلیل طبیعی غلظت آلاینده ها Natural Attenuation رفع آلودگی با استفاده از پوشش گیاهی Phytoremediation، کاربرد روش بلور سازی در رفع آلودگی In-Situ Vitrification	
۸	اصول دفن مهندسی پسماند: هدف، معیارهای انتخاب محل، سیستم های اجرایی مدفن های مهندسی، جزئیات ساخت مدفن، آستر های غشایی انعطاف پذیر (FML)، سیستم های جمع آوری شیرابه، گاز تولیدی در مدفن (پروژه کارخانه برق)، بایش کیفیت آبهای زیرزمینی و عملکرد مدفن پسماند، ارزیابی عملکرد هیدروژئولوژیکی مدفن (مدل HELP)، اقدامات اصلاحی	
۹	کاربرد ژئوسینتتیک ها در مراکز دفن پسماند: ژئوممبرین ها، ژئوتکستایل ها، ژئوتنت ها، ژئوگریدها، آسترهای مرکب ژئوسینتتیکی - رسی	



۲ واحد	مهار زیاله و فناوری بازیابی (CE5210) Waste Pollution and Remediation Technologies	نام درس و تعداد واحد (نظری)
۳۲ ساعت		
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	کلیات: معرفی انواع زائدات جامد، مایع و گاز و بحث روی Sources of wastes and contaminants	
۲	سیستم‌های نگهداری زائدات: خاکهای طبیعی بعنوان لایه های آب‌بند افقی و قائم و مشخصات عمومی آنها، مواد مصنوعی (پلیمری) مانند ژئوممبرین‌ها و GCL و مشخصات عمومی آنها، جمع‌آوری و بازیافت شیرابه، جمع‌آوری و بازیافت گاز	
۳	پوشش‌های خاکی متراکم شده (haGCL) انواع (خاک طبیعی و مخلوط خاک - بنتونیت و...)، مشخصات مکانیکی هریک و تراکم آنها	
۴	پوشش‌های پلیمری (مصنوعی) Geomembrane انواع ژئوممبرین‌ها (VLDPE, HDPE, PVC و...)، تکنولوژی ساخت، طراحی با ژئوممبرین‌ها	
۵	سیستم‌های زهکشی خاکی، انواع، مشخصات و نحوه طراحی زهکشی‌های خاکی، سیستم‌های زهکشی با Geosynthetic ها، انواع، مشخصات و نحوه کاربرد هریک و مقایسه آنها	
۶	زهکشی‌های نوع ژئوتکستایل Geotextile، نحوه ساخت اتصالات، زهکشی‌های نوع ژئونت Geonet	
۷	سیستم‌های جمع‌آوری شیرابه در مدفن‌های زائدات جامد (معرفی، انواع، روشهای طراحی، اجرا و پایش)	
۸	سیستم‌های پوشش کف و جداره surface impoundment	
۹	سیستم‌های پوشش بستر محل‌های Heap Leaching و محل‌های اثبات باطله‌های درشت دانه در معادن	
۱۰	تزریق پساب‌های صنعتی در چاه‌های عمیق Deep waste injection	
۱۱	شرایط زمین‌شناسی، انواع چاه‌ها، مشخصات پساب‌ها، جزئیات لوله‌گذاری و casing، مسایل اجرایی	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	طراحی مدفن زباله (CE5211) Design of Landfills	۲ واحد ۳۲ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	کلیات، ۱- تاریخچه‌ی دفن مواد زائد ۲- اجزاء مدیریت دفن مواد زائد ۳- اصول و اهداف	
۲	روشهای انتخاب محل دفن: ۱- ضوابط منطقه‌ای ۲- روشهای انتخاب مرحله‌ای ۳- ارزیابی اقتصادی ۴- تعیین محل نهایی ۵- بهره‌برداری پس از اتمام مراحل دفن	
۳	تعیین ظرفیت مرکز دفن: ۱- ابعاد مرکز دفن ۲- مشخصات و میزان تولید ضایعات جامد ۳- مشخصات و میزان تولید شیرابه ۴- مدل ارزیابی هیدرولوژیک عملکرد مرکز دفن (HELP Model)	
۴	ویزگیهای گاز تولید شده در مراکز دفن: ۱- تخمین میزان تولید گاز ۲- تغییر تولید گاز نسبت به زمان ۳- عوامل مؤثر در تولید گاز در مراکز دفن ۴- مدیریت و کنترل گاز در مراکز دفن	
۵	موازنه‌ی جرم در عملکرد مرکز دفن: ۱- اصل پیوستگی جرم ۲- مقدار آب ۳- مقدار شیرابه	
۶	اصول حرکت و نشست آلاینده‌ها در آی زیرزمینی: ۱- مشخصات و عوامل مؤثر در حرکت سیال ۲- انتقال و حرکت مواد شیمیایی ۳- مکانیسم‌های انشار آلودگی ۴- روشهای تحلیلی برای حل مسائل توزیع آلودگی	
۷	مصالح طبیعی مورد استفاده در پوشش کف مراکز دفن: ۱- ارزیابی میزان نفوذپذیری ۲- مدلسازی عملکرد پوشش رسی در آزمایشگاه ۳- پوششهای دوگانه و مرکب	
۸	کاربرد مواد مصنوعی در ساخت مراکز دفن مواد زائد: ۱- ژئونت ۲- ژئوتکستایل ۳- پوششهای قابل انعطاف (FMLs)	
۹	طراحی مراکز دفن بر اساس کاهش غلظت طبیعی: ۱- تعیین ظرفیت کاهش غلظت طبیعی ۲- فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی ۳- عوامل ارزیابی برای محل دفن	
۱۰	اصول ساخت مراکز دفن: ۱- اجرای سلولهای دفن ۲- مصالح پوششی و تناوب کاربرد آنها ۳- پایداری شیپها ۴- عملیات اجرایی در مرکز دفن	
۱۱	کنترل عملکرد مرکز دفن: ۱- جزئیات برنامه‌ی کنترل و مشاهده ۲- تعیین جاههای شاهد ۳- کنترل نشست شیرابه و کیفیت آب زیرزمینی ۴- کنترل گاز تولید شده ۵- تجزیه و تحلیل اطلاعات	



۲ واحد	مکانیک سنگ (CE4210) Rock Mechanics	نام درس و تعداد واحد (نظری)
۳۲ ساعت	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مکانیک سنگ و جایگاه آن در مهندسی ژئوتکنیک	
۲	تعریف و مفهوم مکانیک سنگ و کاربردهای آن - حوزه ژئومکانیک و ارتباط مکانیک سنگ و مکانیک خاک مکانیزم خرابی سنگ، توصیف منحنی کامل تنش - کرنش سنگ تحت پادهای تک محوری و سه محوری	
۳	رفتار ترد و شکننده و رفتار خمیری در سنگها، کاربرد منحنی کامل تنش - کرنش سنگ در پیش‌بینی رفتاری سازه‌های سنگی	
۴	توصیف انواع خرابی‌ها در سنگها و توده‌های سنگی شامل خرابی برشی، کششی، خمشی و خرابی در اثر فشار، آزمایش دوام و توصیف مختصر آزمایش‌ها	
۵	اهمیت آزمون‌های آزمایشگاهی و مجرای در مطالعه رفتار سنگها و توده‌های سنگی - توصیف مختصر انواع آزمایش‌های رایج - تعیین پارامترها و ثابت‌های فیزیکی و مکانیکی سنگها	
۶	عوامل اثرگذار بر پاسخ سنگ در طول آزمایش و بارگذاری - تأثیر شرایط انتهایی، تأثیر سختی دستگاه آزمایش	
۷	دستگاه خودکنترل - شکست پایدار و ناپایدار در فرآیند خرابی سنگها	
۸	مقاومت سنگها و معیارهای خرابی در سنگها و توده سنگها - تعریف و مفهوم معیار خرابی و جایگاه آن در مکانیک سنگ	
۹	توصیف مختصر از انواع معیارها شامل معیار ترسکا، فون نیر و ....	
۱۰	معیار موهر - کولمب و کاربردهای آن - نارسایی‌های وارد بر معیار موهر - کولمب	
۱۱	معیار هوک براون - روش تعیین پارامترهای معیار هوک - براون	
۱۴	اثرات زمان و خواص تابع زمان سنگها - خزش و مدل‌های رئولوژیکی	
۱۵	تنش‌های برجا در توده‌های سنگی و مطالعه تغییر شکل‌پذیری سنگها، اهمیت تنش‌های برجا در توده‌های سنگی	



۱۶	آزمایش‌های برجا و اندازه‌گیری تغییر شکل‌پذیری سنگ‌ها، آزمایش صفحه باربری، جک تخت، آزمایش دیلاتومتر...
۱۷	نفوذپذیری سنگ و جریان آب زیرزمینی در توده سنگ‌ها - تعاریف نفوذپذیری و اهمیت جریان آب در توده‌های سنگی
۱۸	نفوذپذیری اولیه و ثانویه - جریان آب در ناپیوستگی‌ها و شبکه ناپیوستگی‌ها
۱۹	مقاومت برشی سنگ‌ها - اهمیت مقاومت برشی سنگ‌ها و جایگاه آن
۲۰	مقاومت برشی ناپیوستگی‌ها و درزها - اثر آب، زیری و سطح تنش عمودی بر مقاومت برشی سنگ‌ها
۲۱	معیارهای پیش‌بینی مقاومت برشی سنگ‌ها و ناپیوستگی
۲۲	مکانیزم‌های لغزش در شیروانی‌های سنگی، انواع لغزش‌ها و خرابی‌ها در شیروانی‌های سنگی





۲ واحد	طراحی و اجراء تونل و فضاهای زیرزمینی (CE4211) Design of Tunnels and Underground Spaces	نام درس و تعداد واحد (نظری)
۳۲ ساعت	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	تاریخچه مهندسی تونل و الزامات برنامه‌ریزی - مشکلات طراحی تونل‌ها	
۲	مراحل طراحی - برنامه‌ریزی برای طراحی	
۳	بررسی‌های میدانی و صحرایی و توصیف زمین اطراف تونل - مطالعات ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی محیط‌های خاکی و سنگی محل تونل	
۴	شناسایی ساختارها و عوارض ساختاری زمین مثل درزها، لایه‌بندی و گسل‌ها - روش‌های جمع‌آوری اطلاعات ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی	
۵	تحلیل تنش‌ها و تغییرشکل‌ها در اطراف حفاری‌های زیرزمینی و تونل‌ها - توزیع تنش در اطراف حفاری‌های منفرد	
۶	روابط توزیع تنش‌ها در تونل‌های دایره‌ای - حوزه تأثیر تونل (تونل‌های مجاور هم)	
۷	تأثیر شکل مقطع تونل بر توزیع تنش‌ها - تحلیل اثر عوارض ساختاری مهم بر توزیع تنش‌ها مثل اثر گسل‌ها	
۸	روش‌های تخمین تنش‌ها در تونل‌های کم عمق - تحلیل تنش‌ها بر پایه تغییرات تنش قائم نسبت به عمق (اثر سیلو)	
۹	تخمین فشارهای وارد بر پوشش در طاق و کف تونل	
۱۰	نیروهای داخلی و خارجی وارد بر تونل - استفاده از تئوری‌های مرزی در تخمین نیروهای وارد بر پوشش	
۱۱	طراحی سیستم‌های تقویت و پوشش تونل‌ها - اصول و مفاهیم مرتبط با تقویت و پایداری تونل‌ها	
۱۲	طراحی و پایدارسازی گوده‌ها و بلوکهای انفرادی در معرض سقوط و لغزش	
۱۳	روش‌های نظری و تحلیلی برای تعیین مشخصات پوشش مورد نیاز تونل‌ها	



	پایدارسازی سینه کار حفاری در تونل‌ها و کنترل نشست زمین- روش‌های تقریبی برای تخمین تنش‌ها در سینه کار	۱۴
	روش‌های پیش‌بینی نشست زمین بالای تونل	۱۵
	روش‌های پایدارسازی سینه کار حفاری	۱۶
	روش‌های مختلف حفاری تونل‌ها، روش‌های جال و انفجار- آرایش جال‌ها، مزایا و معایب روش‌های جال و انفجار، روش‌های ماشینی حفاری تونل‌ها	۱۷



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مکانیک سنگ پیشرفته (CE5212) Advanced Rock Mechanics	۲ واحد ۳۲ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	منشأ تشکیل سنگ‌ها و انواع آنها: - کانی‌ها و نحوه تشکیل سنگ‌ها - سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگونی - سیکل تشکیل سنگ‌ها - خواص فیزیکی و شاخص‌های فیزیکی سنگ‌ها عوامل مؤثر بر رفتار توده‌های سنگی:	
۲	- ناپیوستگی‌ها و نحوه اندازه‌گیری آنها و اثر مقیاس - فشار منفذی و تنش موثر - رابطه تنش - کرنش در سنگ‌ها - تنش‌های تفاضلی و غیر تفاضلی و کرنش برشی یا تفاضلی، تنش‌های ژئواستاتیک	
۳	تغییر شکل‌پذیری سنگ‌ها: - تغییر شکل‌پذیری سنگ در فشار - مکانیک ریزشکنسنگی - شکست سنگ در مقیاس بزرگ - مسیر تنش و کرنش - حالت بحرانی در سنگ‌ها و فرایندهای آن - رویه ورسلو و رویه رسو در سنگ‌ها	
۴	تغییر شکل‌های تابع زمان سنگ‌ها و رفتار خزشی: - کرنش خزشی و رهایی تنش - مدل‌های پدیده‌شناسی خزش - بار تناوبی در سنگ‌ها و توده‌های سنگی - بارگذاری سریع	
۵	مقاومت توده‌های سنگی و اثر ناپیوستگی‌ها: - اثر ناپیوستگی و شاخص‌های کمی کردن ناپیوستگی‌ها - مقاومت برشی ناپیوستگی، اندازه‌گیری و تحلیل آن - مدل حالت بحرانی برای مقاومت ناپیوستگی‌های سنگی - تعیین خواص ناپیوستگی‌ها با استفاده از آزمایش سه محوری - تغییر شکل برشی درزها، اتساع، سختی برشی و عمودی درزها - فراوانی ناپیوستگی‌ها و روش تحلیل و تخمین آنها - روش‌های تخمین مقاومت توده‌های سنگی	
۶	پی سنگ‌ها، ظرفیت باربری و نشست: - پی‌سازی بر بسترهای سنگی، مشکلات و پیچیدگیهای مرتبط - تنش‌های مجاز پی سنگ‌ها با استفاده از	



	آئین‌نامه‌ها	
	<p>- ظرفیت باربری پی سنگ‌ها شامل سنگ‌های ترک‌دار، سنگ‌های ضعیف و سنگ‌های با چند دسته درز، ظرفیت باربری سنگ‌های لایه‌ای و تشکیلات کارستی - محاسبه نشست پی سنگ‌های همگن و سنگ‌های ایزوتروپ و غیر ایزوتروپ- توزیع تنش در پی سنگ‌ها شامل سنگ‌های ایزوتروز و لایه‌ای - ناپایداری پی سنگ‌ها شامل تحلیل تعادل سنگ‌ها (روش مرز بالا و مرز پائین)- پایداری سنگ‌ها شامل پایداری بلوک‌های لغزشی، بلوک‌های گویای و بلوک‌های وارگونی</p>	



نام درس و تعداد واحد (نظری و عملی)	آزمایشگاه مکانیک سنگ (CE5213) Rock Mechanics Laboratory	۱ واحد ۱۶ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نوشتاری و عملی	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه: تبیین جایگاه آزمایشگاه و آزمون‌های آزمایشگاهی در مکانیک سنگ و اهمیت آن در طراحی و تحلیل سازه‌های در سنگ و روی سنگ	
۲	آزمون‌های آزمایشگاهی و آزمون‌های صحرایی و درجا و تفاوت آنها و نقش و جایگاه هر یک در موضوعات مکانیک سنگ	
۳	آزمایش‌های تعیین خواص فیزیکی سنگ‌ها: وزن مخصوص، درصد تخلخل، میزان نفوذپذیری و آزمایش دوام در مقابل آبدیگی	
۴	آزمایش‌های تعیین پارامترهای مکانیکی سنگ در آزمایشگاه مانند: مدول الاستیسیته، ضریب بواسون، زاویه اصطکاک، چسبندگی، مقاومت فشاری تک محوری و سه محوری، مقاومت کششی تک محوری، آزمایش فشاری تک محوری، آزمایش سه محوری، آزمایش برش مستقیم، آزمایش خمش، آزمایش کشش، آزمایش خزش و آزمایش پار نقطه‌ای در سنگ	
۵	آزمایش‌های تعیین پارامترهای مکانیکی سنگ در صحرای و در محل: توضیح اهمیت، اینگونه آزمایش‌ها و پارامترهای استخراجی، استانداردهای مربوطه و اهمیت روش صحیح آزمایش، انواع آزمایش‌ها شامل: آزمایش بارگذاری صفحه برای تعیین مدول تغییر شکل‌پذیری سنگ و توده‌های سنگی، روش تعیین مدول تغییر شکل دائمی سنگ و توده‌ی سنگ توسط آزمایش بارگذاری صفحه و آزمایش فشاری در آزمایشگاه آزمایش چک سطح و کاربردهای آن، آزمایش آلتراسونیک یا اسپلکوب و سرعت موج در سنگ بصورت آزمایشگاهی و در محل	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مدلسازی رفتار خاک (CE4212) Soil Behavior Modelling	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
	معرفی مفاهیم پایه مرتبط با مقاومت مصالح خاکی	
	نظریات مختلف در ارتباط با مقاومت برشی خاک	
۳	خصوصیات برشی مصالح دانه ای خشک و اشباع	
۴	خصوصیات برشی مصالح رسی اشباع، مبانی اندازه گیری مقاومت برشی خاک با استفاده از آزمایشات آزمایشگاهی (تک محوری، سه محوری، برش ساده، برش پیچشی)	
۵	برآورد پارامترهای مقاومتی خاک با استفاده از روشهای تجربی	
۶	مبانی رفتار خاک در مدلسازی فیزیکی (میز لرزه و سانتریفیوز)	
۷	صحت سنجی آزمایشگاهی مدل کم کلی	
۸	مقاومت برشی خاکهای غیر اشباع	
۹	رفتار حرارتی خاک	



۳ واحد	تئوری الاستیسیته و پلاستیسیته در مهندسی ژئوتکنیک (CE4213) Theory of Elasticity and plasticity in Geotechnical Engineering	نام درس و تعداد واحد (نظری)
۴۸ ساعت		روشن ارزشیابی
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	تنش : تعریف تنش بر روی یک سطح ، معادلات تعادل ، تنشهای اصلی ، تنش برشی ماکزیمم ، بعضی حالات خاص تنش - معادلات تعادل در دستگاههای مختصات استوانه ای و کروی	
۲	کرنش ، کرنش در یک نقطه ، روابط کرنش و تغییر مکان ، کرنش های اصلی ، شرایط سازگاری ، بعضی حالات خاص کرنش - روابط کرنش و تغییر مکان در دستگاههای مختصات استوانه ای و کروی	
۳	روابط عمومی تنش و کرنش در حالات ارتجاعی ، بیان شرایط سازگاری بر حسب تنش	
۴	حل مسائل سه بعدی تئوری ارتجاعی یا استفاده از توابع بتانسیل ، مسائل بوسینگ ، گلون - سروتی ، ...	
۵	روابط عمومی تنش و کرنش برای جامدات کاملاً پلاستیک و جامدات سخت شونده ، شرایط سیستم قوانین جریان	
۶	تنش مسطح و کرنش مسطح در حالت ارتجاعی ، کاربرد آنها در حل مسائل ، حل مسائل دو بعدی متقارن محوری با استفاده از توابع تنش	
۷	تنش و کرنش مسطح در حالت پلاستیک ، معادلات تعادل	
۸	خمش خالص میله در حالت ارتجاعی	
۹	بیجش میله ها در حالت ارتجاعی بیجش در میله با مقاطع مختلف	
۱۰	بیجش در حالت پلاستیک میله های استوانه ای	
۱۱	روش های انرژی ، انرژی کرنشی ، اصل کار مجازی ، اصل کار حداقل ، اصل پکنای ، فضاهای کاستلیانو ، حل مسائل	
۱۲	تنش های حرارتی	



۲ واحد ۳۲ ساعت	کاربرد آمار و احتمالات در مهندسی ژئوتکنیک (CE4214) Application of statistics and probabilities in Geotechnical Engineering	نام درس و تعداد واحد (نظری)
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه، نیاز به استفاده از آمار در مهندسی ژئوتکنیک	
۲	پارامترهای آماری خصوصیات فیزیکی خاکها	
۳	توصیف خصوصیات فیزیکی خاکها به کمک توابع توزیع احتمال	
۴	تحلیل همبستگی‌ها	
۵	کاربرد مفاهیم آماری در بررسی‌های محلی	
۶	ارزیابی نتایج آزمایشهای آزمایشگاهی	
۷	اصول و روشهای تحلیل سازه‌های خاکی براساس نظریه احتمالات و آمار براساس نظریه تحلیل حدی- با استفاده از روش اجزاء محدود تصادفی (کاربرد تئوری Perturbation در مسائل پدیده‌های تصادفی	
۸	تعیین ظرفیت باربری بی‌ها	
۹	ارزیابی نشست بی‌ها	
۱۰	تحلیل پایداری شیروانی‌ها	
۱۱	کنترل عملیات خاکی	





نام درس و تعداد واحد (نظری)	رفتار خاکهای غیراشباع (CE5219) Behavior of Unsaturated Soils	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه‌ای بر مکانیک خاکهای غیر اشباع (تاریخچه، لزوم و موانع)	
۲	خواص و روابط بین فازها (ذرات خاک، آب، هوا)	
۴	متغیرهای حالت تنش (معرفی تنش خالص، مکش کل و اجزای آن، و مزدوجهای کاری آنها)	
۶	روشهای اندازه‌گیری اجزای مکش در خاک غیر اشباع (مکش کل، مکشهای اسمزی و بافتی و رفتار هیسترسیزه‌ی هیدرولیکی)	
۹	قوانین جریان و نفوذپذیری خاک غیر اشباع نسبت به آب و هوا	
۱۲	نظریه تغییر حجم خاکهای غیر اشباع (تکحکیم، تورم، رمیندگی)	
۱۵	روشها و تجهیزات اندازه‌گیری حجم خاکهای غیر اشباع	
۱۷	پارامترهای فشار سیالات حفره‌ای در خاکهای غیر اشباع	
۱۹	نظری مقاومت برشی خاکهای غیر اشباع	
۲۱	روشها و تجهیزات اندازه‌گیری پارامترهای مقاومت برشی	
۲۳	شناسایی رفتار مقاومت برشی و تغییر حجمی خاکهای غیر اشباع در بارگذاری دینامیکی	
۲۵	مدلهای رفتاری در خاکهای غیر اشباع (سطوح حالت، مدل‌های الاستوپلاستیک با متغیرهای تنش خالص و مکش (BBM)، و مدل‌های الاستوپلاستیک پیشرفته)	
۲۸	مدلسازی عددی در خاکهای غیر اشباع (آشنایی با نرم‌افزارها)	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مکانیک محیط‌های متخلخل (CE5220) Pouros Media Mechanics	۳ واحد
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	۴۸ ساعت

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	تاریخچه، لزوم، مفاهیم و تعاریف اولیه	
۲	مروری بر جبر تانسوری	
۳	سینماتیک فازهای مختلف در توصیف‌های مادی و فضایی	
۵	تانسورهای کرنش	
۶	فرمول بندی انواع مشتقات مادی در توصیف‌های مادی و فضایی	
۹	فرمول‌بندی اصل بقا جرم و قانون جریان	
۱۰	فرمول بندی اصول بقا اندازه حرکت و معادلات تعادل	
۱۲	مفاهیم متفاوت تانسور تنش	
۱۳	فرمول بندی اصل کار مجازی حاکم بر محیط	
۱۴	فرمول بندی اصل اول ترمودینامیک	
۱۶	فرمول بندی اصل دوم ترمودینامیک	
۱۹	استخراج معادله‌ی حاکم بر فشار آب جفرای	
۲۱	جمع‌بندی معادلات حاکم بر تعادل دینامیکی محیط متخلخل اشیاع	
۲۲	انتشار امواج در محیط متخلخل اشیاع	
۲۴	بحث و بررسی اصل تنش مؤثر ترزاقی	



	فرمول‌بندی‌های تقریبی حاکم بر محیط متخلخل اشباع	۲۵
	مقدمه‌ای بر تحلیل عددی محیط متخلخل اشباع	۲۶



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مبانی مدلسازی فیزیکی (CE5221) Physical Modelling	۲ واحد ۳۲ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	معرفی و مفاهیم پایه مدلسازی	
۲	بررسی تحلیل ابعادی و قوانین مدلسازی	
۳	بررسی انواع روشهای مدلسازی فیزیکی و مقایسه آنها	
۴	اصول مدلسازی فیزیکی در سانتریفیوز (ابزارگذاری) - نحوه مدلسازی و آماده سازی مدل -	
۵	اصول مدلسازی فیزیکی 1-g	
۶	اصول مدلسازی فیزیکی در میز لرزه	
۷	بررسی اندرکنش خاک و سازه در مدل‌های فیزیکی	
۸	نحوه مدلسازی تئوریک و مقایسه آن با مدل‌های فیزیکی	
پروژه:		
<p>در دانشکده هایی که دارای تجهیزات کارگاهی می باشند، بعضی موارد سرفصل به صورت عملی توسط دانشجویان باید انجام شود. در غیر اینصورت دانشجویان باید با روش ساخت یک مدل فیزیکی تا مرحله اجرا آشنا شوند و گزارش بررسی خود را ارائه دهند.</p>		



نام درس و تعداد واحد (نظری)	روش‌های حدی در مکانیک خاک (CE5222) Limit Analysis in Soil Mechanics	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	<p>معرفی و ارائه مبانی روش آنالیز حدی طرح و بحث در مبانی پلاستیسیته در خاک (یا نگرش کاربرد در روش‌های حدی):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- سطح تسلیم - معیار تسلیم</li> <li>- رفتار خمیری (کامل - سخت‌شونده - نرم‌شونده)</li> <li>- اصل دراکر - اصل عمل</li> <li>- تحذب سطح تسلیم - اصل نرمالیت</li> <li>- سطح بتانسیل - قانون جریان (وابسته و غیروابسته)</li> <li>- میدان تنش قابل قبول - میدان سرعت قابل</li> </ul>	
۲	<p>روش خطوط مشخصه</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- مفهوم ریاضی روش خطوط مشخصه و حل دستگاه‌های معادلات دیفرانسیل با استفاده از آن‌ها</li> <li>- حل معادلات تعادل در خاک با استفاده از روش خطوط مشخصه تنش و ارائه مفهوم فیزیکی این خطوط</li> <li>- تحلیل یک یا چند مسئله پایداری و ارائه نحوه حل دستگاه معادلات خطوط مشخصه در نواحی مختلف و تحت شرایط مرزی متفاوت</li> <li>- معرفی روش خطوط مشخصه کرنش و راه‌حل‌های موجود مبتنی بر آن</li> <li>- حل ترسیمی معادلات به روش خطوط مشخصه</li> </ul>	
۳	<p>معرفی کاربردهای توین روش‌های حدی در مکانیک خاک</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- تحلیل عددی روش‌های مرز بالا و مرز پایین به روش اجزاء محدود</li> <li>- تحلیل مسائل پایداری در مصالح با قانون جریان غیر وابسته</li> <li>- در نظر گرفتن معیارهای تسلیم غیرخطی (نظیر هوک براون)</li> <li>- تحلیل مسائل پایداری در مکانیک سنگ و نونسازی</li> <li>- کاربرد روش‌های حدی در خاک‌های ناهمگن</li> <li>- تحلیل سه بعدی مسائل پایداری</li> <li>- کاربرد مسائل پایداری در تحلیل‌های آماری جهت تعیین احتمال گسیختگی و قابلیت اطمینان و طراحی بر اساس عملکرد</li> <li>- تحلیل مسائل لرزه‌ای به روش استاتیکی</li> <li>- معرفی زوش سازواری (Shakedown) و کاربرد آن در مسائل لرزه‌ای</li> </ul>	

