



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

(بازنگری شده)

مقطع تحصیلات تکمیلی

(کارشناسی ارشد و دکتری)

مهندسی عمران



گروه فنی و مهندسی

کمیته مهندسی عمران

مصوبه هشتصد و سی و چهارمین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مورخ ۹۲/۳/۲۶

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه درسی بازنگری شده مقطع تحصیلات تکمیلی (ارشد و دکتری) مهندسی عمران

کمیته: تخصصی مهندسی عمران

گروه: فنی و مهندسی

گرایش: -

رشته: مهندسی عمران

کد رشته:-

مقطع: تحصیلات تکمیلی (ارشد و دکتری)

شورای برنامه ریزی آموزش عالی، در هشتصد و سی و چهارمین جلسه مورخ ۹۲/۳/۲۶، برنامه درسی بازنگری شده مقطع تحصیلات تکمیلی (ارشد و دکتری) رشته مهندسی عمران را به شرح زیر تصویب کرد:

ماده ۱: برنامه درسی بازنگری شده مقطع تحصیلات تکمیلی (ارشد و دکتری) رشته مهندسی عمران از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند لازم الاجرا است:

الف) دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری اداره می شوند.

ب) موسساتی که با اجازه رسمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و بر اساس قوانین تاسیس می شوند و تابع مصوبات شورای گسترش آموزش عالی هستند.

ماده ۲: این برنامه بازنگری شده از تاریخ ۹۲/۳/۲۶ جایگزین برنامه های درسی مقطع کارشناسی ارشد مهندسی عمران - محیط زیست مصوب دویست و پنجاه و ششمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی مورخ ۷۲/۲/۵ و سازه، سازه های هیدرولیکی، آب، مکانیک خاک و پی، برنامه ریزی حمل و نقل و مهندسی راه و ترابری مصوب سیصد و شصت و هفتمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی مورخ ۷۷/۱۰/۶ و زلزله مصوب مصوب سیصد و هشتاد و چهارمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی مورخ ۷۸/۸/۲۳، و مهندسی مدیریت ساخت مصوب سیصد و نودمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی مورخ ۷۸/۱۲/۱۵ و مهندسی سازه های دریایی مصوب سیصد و هشتاد و چهارمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی مورخ ۷۸/۸/۲۳ و مهندسی رودخانه مصوب چهارصدمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی مورخ ۷۹/۷/۱۰ و مهندسی عمران - آب وفاضلاب مصوب سیصد و چهل سومین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی مورخ ۷۶/۴/۸ و دکتری مهندسی عمران مصوب پانصد و هشتاد و نهمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی مورخ ۸۵/۴/۳۱ به غیر از گرایش نقشه برداری شده است و برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می شوند، لازم الاجرا است.

ماده ۳: برنامه درسی بازنگری شده مقطع تحصیلات تکمیلی (ارشد و دکتری) رشته مهندسی عمران در سه فصل: مشخصات کلی، جداول دروس و سرفصل دروس برای اجراء به دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی ابلاغ می شود.

رأی صادره هشتصد و سی و چهارمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی مورخ ۹۲/۳/۲۶ درخصوص برنامه درسی بازنگری شده

مقطع تحصیلات تکمیلی (ارشد و دکتری) رشته مهندسی عمران:

۱. برنامه درسی بازنگری شده مقطع تحصیلات تکمیلی (ارشد و دکتری) رشته مهندسی عمران که از سوی گروه فنی و مهندسی شورای برنامه ریزی آموزش عالی پیشنهاد شده بود، با اکثریت آراء به تصویب رسید.
۲. این برنامه از تاریخ تصویب به مدت پنج سال قابل اجراء است و پس از آن نیازمند بازنگری است.

حسین نادری منشی

نایب رئیس شورای برنامه ریزی آموزش عالی



سعید قدیمی

دبیر شورای برنامه ریزی آموزش عالی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



فصل اول

مشخصات کلی



یکطرف و اعتقاد عمیق مراکز صنعتی به نیاز به ارتقاء کیفیت تولیدات خود از طرف دیگر به سادگی میسر می نماید. به امید آنکه در آینده ای نزدیک مجدداً شاهد زعامت مسلمین در علوم و فناوری باشیم.

با توجه به اینکه از آخرین دوره بازنگری دوره کارشناسی ارشد و همچنین دکتری مهندسی عمران مدت زمان طولانی گذشته است و از طرف دیگر رشد روز افزون علوم مهندسی در دنیا، بازنگری این دوره ها ضروری به نظر رسید. برای انجام این امر ضمن آنکه آموزش در دانشگاههای معتبر دنیا مورد بررسی دقیق قرار گرفت یا نظرخواهی از متخصصین که در این صنعت در کشور مشغول به فعالیت می باشند سعی شده است تا نقطه ضعف های قبلی برطرف و پاسخگوی نیاز عمرانی کشور باشد و در عین حال در مقایسه با دوره های مشابه سایر دانشگاههای معتبر دنیا نقطه قوت بیشتری داشته باشد. دوره های کارشناسی ارشد و دکتری حاضر در مقایسه با دوره های قبلی خود دارای انعطاف پذیری بیشتر می باشد تا بتواند با پیشرفتهای آینده و همچنین ارضاء دامنه گسترده ای از سلیقه های مخاطبین هم راستا گردد. از دیگر مزایای این دوره با دوره های قبلی تعریف و تعیین دروس در مقطع تحصیلات تکمیلی بدون تفکیک دکتری و کارشناسی ارشد می باشد که حق انتخاب بیشتری را در راستای شکوفایی توانمندی دانشجویان فراهم می آورد.

نظر بر اینکه برنامه تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی عمران شامل دوره های کارشناسی ارشد و دکتری با در نظر گرفتن آئین نامه دوره های مصوب شورای عالی برنامه ریزی تدوین و بازنگری شده است، از ذکر مواد و تبصره های مندرج در آن آئین نامه خودداری شده است.

الف- دوره کارشناسی ارشد

۱- تعریف و هدف

دوره کارشناسی ارشد یکی از دوره های آموزشی و پژوهشی آموزش عالی است. این دوره، شامل تعدادی دروس نظری، کاربردی، آزمایشگاهی و برنامه تحقیقاتی جهت افزایش اطلاعات متخصصان مهندسی عمران می باشد که زمینه کافی جهت درک و توسعه آنچه در مرزهای فن و اجرا در این رشته در زمان حال می گذرد را فراهم می آورد. هدف آن تربیت افرادی است که توانایی لازم جهت طراحی و نظارت بر اجرای پروژه های تخصصی در زمینه گرایش مربوطه را داشته باشند. ضمناً دانش آموختگان این دوره توان تحقیقاتی کافی جهت حل مسائلی را که در زمینه حرفه خود با آن مواجه می شوند را دارا هستند.

دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران متشکل از گرایش های مهندسی زیر می باشد:

۱. سازه



۲. ژئوتکنیک
۳. زلزله
۴. مهندسی و مدیریت ساخت
۵. راه و ترابری
۶. حمل و نقل
۷. مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی
۸. مهندسی و مدیریت منابع آب
۹. مهندسی سواحل، بنادر و سازه های دریایی
۱۰. مهندسی محیط زیست

ده مجموعه فوق دارای برنامه کاملا مستقل از یکدیگر می باشند و انتقال از یک گرایش به گرایش دیگر تابع قوانین انتقال از یک رشته به رشته دیگر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می باشد.

۲- نقش و توانایی

از فارغ التحصیلان دوره کارشناسی ارشد عمران انتظار می رود در طرح های عمرانی مهم کشور نقش بسیار موثر داشته و ضمن اشراف بر کلیه روش های علمی و فنی طرح و اجرای پروژه ها، بتوانند بهترین گزینه موجود طراحی و اجرا را انتخاب و پروژه های عمرانی را در بهترین کیفیت طراحی و اجرا نمایند.

۳- طول دوره و شکل نظام

طول دوره و شکل نظام، مطابق آیین نامه کارشناسی ارشد و دکتری می باشد.

۴- تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد واحدهای درسی و پژوهشی این دوره ۳۲ واحد به شرح زیر می باشد:

- دروس تخصصی اجباری: ۱۲ واحد
- دروس اختیاری: ۱۲ واحد
- سمینار و روش تحقیق: ۲ واحد
- پایان نامه: ۶ واحد



۵- نحوه اخذ واحدهای درسی در دوره کارشناسی ارشد

اخذ واحدهای درسی برای دوره کارشناسی ارشد باید طبق جدول دروس ارائه شده برای گرایشهای مختلف در بخش دروس اجباری و اختیاری و همچنین مطابق بندهای زیر باشد.

۱. در دوره کارشناسی ارشد، در صورت تایید استاد راهنما و گروه مربوطه، دانشجو می‌تواند حداکثر یک درس اختیاری خود را از سایر گرایش‌های عمران یا سایر رشته‌های مرتبط اخذ نماید.
۲. در حالتی که درس اجباری از بین دو یا چند درس تعیین شده باشد، پس از انتخاب واحد اجباری از لیست فوق، مابقی دروس به عنوان درس اختیاری در همان گرایش در نظر گرفته می‌شود.
۳. در دوره‌های کارشناسی ارشد آموزش محور، دانشجو موظف است درس سمینار و روش تحقیق را گذرانده و معادل واحد پایان نامه (۶ واحد)، درس اختیاری از گرایش مربوط به خود اخذ نماید.
۴. درس سمینار و روش تحقیق (۲ واحد) همانند سایر دروس دارای سیلابس بوده و اصول روش انجام تحقیق توسط استاد مربوطه تدریس خواهد شد. هدف از این درس ایجاد توانمندی در دانشجو برای ارائه شفاهی نتایج یک تحقیق و آشنایی با روش تحقیق می‌باشد.
۵. اگر دانشکده‌ای مایل به ارائه یک یا چند درس اختیاری باشد که در لیست دروس ارائه شده توسط وزارت نباشد، می‌باید سیلابس درس پیشنهادی را پس از بررسی مراجع ذیصلاح دانشگاه به دفتر برنامه ریزی درسی وزارت ارسال نماید.
۶. دانشجو می‌تواند از تمامی بسته‌های دروس اختیاری مربوط به گرایش تحصیلی خود درس اخذ نماید و هیچ‌گونه محدودیتی از بابت تعداد انتخاب از هر بسته وجود ندارد. بسته‌های موجود بیشتر جنبه راهنمایی تخصصی برای دانشجو دارد.

ب: دوره دکتری

۱- تعریف و هدف

دوره دکتری مهندسی عمران بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی در این زمینه است که به اعطای مدرک می‌انجامد و رسالت آن تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه‌های مختلف علوم و فناوری در گسترش مرزهای دانش و رفع نیازهای کشور موثر باشند. این دوره مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی با گرایش‌های مهندسی زیر می‌باشد.



۱. سازه
۲. ژئوتکنیک
۳. زلزله
۴. مهندسی و مدیریت ساخت
۵. راه و ترابری
۶. حمل و نقل
۷. مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی
۸. مهندسی و مدیریت منابع آب
۹. مهندسی سواحل، بنادر و سازه های دریایی
۱۰. مهندسی محیط زیست

ده مجموعه فوق دارای برنامه کاملا مستقل از یکدیگر می باشند و انتقال از یک گرایش به گرایش دیگر تابع قوانین انتقال از یک رشته به رشته دیگر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می باشد. محور اصلی فعالیت های علمی دوره دکتری به تناسب موضوع، تحقیق نظری، تحقیق تجربی و یا تلفیقی از این دو است و آموزش وسیله برطرف ساختن کاستی های اطلاعاتی داوطلب و هموار ساختن راه حصول به اهداف تحقیق می باشد.

هدف از دوره دکتری مهندسی عمران. ضمن احاطه یافتن بر آثار علمی مهم در یک زمینه خاص از مهندسی عمران، رسیدن به یک یا چند مورد از موارد زیر است:

- آشنا شدن با روش های پیشرفته تحقیق و کوشش برای نوآوری در این زمینه
- دستیابی به جدیدترین مبانی علمی، تحقیقاتی و فناوری
- نوآوری در زمینه های علمی، تحقیقی و کمک به پیشرفت و گسترش مرزهای دانش
- تسلط یافتن بر یک یا چند امر. همچون ۱- تعلیم، تحقیق و برنامه ریزی؛ ۲- طراحی، اجرا، هدایت، نظارت و ارزیابی،
- ۳- تجزیه و تحلیل و حل مسائل علمی در مرزهای دانش و ۴- حل مشکلات عملی جامعه در یکی از زمینه های مهندسی عمران

۲- نقش و توانایی

از فارغ التحصیلان دوره دکتری انتظار می رود که ضمن اشراف به آخرین یافته های علمی و اجرایی تخصص مربوط به خود، در مواردی که در حین طرح و اجرای یک پروژه عمرانی راه حل مشخص و مدونی وجود ندارد قادر باشند با استفاده



از آموزه های دوران تحصیل خود (بخش آموزشی و پژوهشی)، راه حل مناسب، بهینه و قابل قبول در سطح جامعه حرفه ای ارائه نمایند. بخش دیگری از فعالیت فارغ التحصیلان این دوره تدریس در دانشگاه ها و تربیت مهندسين عمران توانمند در دوره های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی می باشد که بالطبع انتظار می رود در تولید علم و تبدیل علم به ایده و ثروت نقش موثری داشته باشند.

۳- طول دوره و شکل نظام

دوره دکتری مهندسی عمران دارای دو مرحله آموزشی و پژوهشی (تدوین رساله) می باشد. نحوه ورود و خاتمه هر مرحله، و حداقل و حداکثر طول دوره مطابق آیین نامه دوره دکتری است.

۴- مرحله آموزشی

در مرحله آموزشی دوره دکتری مهندسی عمران، گذراندن ۱۲ تا ۱۸ واحد درسی از دروس دوره های تحصیلات تکمیلی (علاوه بر واحدهای قبلی گذرانده شده در مقطع کارشناسی ارشد) اجباری است و دانشجوی می باید در پایان مرحله آموزشی، علاوه بر واحدهایی که طبق مقررات به عنوان دروس اجباری و اختیاری در دوره کارشناسی ارشد گذرانده است از گرایش مربوطه یا سایرگرایشها طبق ضوابط واحد درسی اخذ نماید. ضمناً تعداد واحد رساله دکتری ۱۸ می باشد که بعد از گذراندن امتحان جامع قابل اخذ می باشد.

تبصره: دانشجوی موظف است در بدو ورود به دوره، استاد راهنمای خود را انتخاب نماید. در همین زمان کلیات زمینه تحقیقاتی دانشجوی و ریز دروس مربوطه باید توسط دانشجو وزیر نظر استاد راهنما تهیه و به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده برسد.

۵- امتحان جامع

دانشجویانی که حداقل ۱۲ واحد دروس مرحله آموزشی خود را با موفقیت گذرانده باشند لازم است در آزمون جامع که براساس آیین نامه موسسه برگزار می گردد شرکت نمایند. این آزمون بصورت کتبی یا شفاهی برگزار شده و دانشجوی حداکثر دوبار می تواند در آن شرکت نماید.

۶- دروس مرحله آموزشی دوره دکتری



دروس تخصصی تحصیلات تکمیلی قابل ارائه در دوره دکتری همان عناوین دروس ارائه شده برای دوره کارشناسی ارشد می باشد که می تواند در تعیین دروس زمینه اصلی و فرعی مورد استفاده قرار گیرد. ضمناً دانشجویان در مقطع دکتری نباید دروسی را اخذ نمایند که در دوره کارشناسی ارشد آن دروس را اخذ نموده اند.

※ نحوه کدگذاری دروس دوره های مختلف عمران:

کد اختصاص یافته به دروس رشته مهندسی عمران در دوره های مختلف به صورت یک کد ۶ حرفی و عددی می باشد. رقم سوم پس از دو حرف اول CE از سمت چپ نشانگر مقطع تحصیلی در این رشته می باشد. این رقم برای دوره کارشناسی ارشد عدد ۴ و دوره دکتری عدد ۵ می باشد. رقم چهارم از سمت چپ، گرایش مربوطه را مشخص می نماید. دو رقم پنجم و ششم نیز شماره درس در گرایش مربوطه می باشد که ظرفیت ۱۰۰ درس برای هر گرایش را فراهم می سازد. در جدول بالا کد در نظر گرفته شده برای دروس دوره های مختلف رشته مهندسی عمران ارائه شده است.



جدول شماره گذاری دروس دوره های مختلف رشته مهندسی عمران

کد تخصیص یافته		گرایش	مقطع تحصیلی
تا	از		
CE4099	CE4000	دروس مشترک	کارشناسی ارشد
CE4199	CE4100	سازه	
CE4299	CE4200	ژئوتکنیک	
CE4399	CE4300	زلزله	
CE4499	CE4400	مدیریت ساخت	
CE4549	CE4500	حمل و نقل	
CE4599	CE4550	راه و ترابری	
CE4699	CE4600	مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی	
CE4799	CE4700	مهندسی و مدیریت منابع آب	
CE4899	CE4800	مهندسی سواحل، بنادر و سازه های دریایی	
CE4999	CE4900	مهندسی محیط زیست	
CE5099	CE5000	دروس مشترک	دکتری
CE5199	CE5100	سازه	
CE5299	CE5200	ژئوتکنیک	
CE5399	CE5300	زلزله	
CE5499	CE5400	مدیریت ساخت	
CE5549	CE5500	حمل و نقل	
CE5599	CE5550	راه و ترابری	
CE5699	CE5600	مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی	
CE5799	CE5700	مهندسی و مدیریت منابع آب	
CE5899	CE5800	مهندسی سواحل، بنادر و سازه های دریایی	
CE5999	CE5900	مهندسی محیط زیست	



فصل دوم

برنامه و عناوین دروس



۷-۲ مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی

واحدهای درسی (۳۲ واحد)

ردیف	نوع واحد	تعداد واحد	ملاحظات
۱	دروس اجباری	۱۲	بر اساس جدول ۲-۱۳ لیست دروس اجباری اختیار شود.
۲	دروس اختیاری	۱۲	بر اساس جدول ۲-۱۴ لیست دروس اختیاری اخذ شود.
۳	سمینار و روش تحقیق	۲	
۴	پایان نامه	۶	

جدول ۲-۱۳

دروس اجباری - مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	هیدرولیک پیشرفته CE4601	۳
۲	طراحی هیدرولیکی سازه ها CE4602	۳
۳	یکی از دروس: * سدهای خاکی CE4207 * سدهای بتنی CE4604	۳
۴	یکی از دروس: * هیدرولیک محاسباتی CE4605 * روش اجزاء محدود CE4002 * هیدرودینامیک CE4606	۳



جدول ۲-۱۴

دروس اختیاری- مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی

مجموعه ج		مجموعه ب		مجموعه الف		ردیف
تعداد واحد	سد و سازه های هیدرولیکی	تعداد واحد	مهندسی رودخانه	تعداد واحد	مبانی و هیدرولیک	
۳	طراحی اجزاء سازه های هیدرولیکی CE4631	۳	مهندسی رودخانه CE4621	۳	مدلهای آشفتهگی CE4611	۱
۳	اجرای سد و سازه های هیدرولیکی CE4632	۳	مهندسی رسوب و فرسایش CE4622	۳	مدلهای فیزیکی و اندازه گیریهای میدانی CE4612	۲
۳	مکانیک خاک پیشرفته CE4202	۳	مهندسی و مدیریت سیلاب و شکست سد CE4623	۳	سامانه های برق آبی CE4613	۳
۳	مکانیک محیط پیوسته CE4116	۳	مهندسی بل CE4625	۳	محاسبات نرم CE401	۴
۳	تئوری الاستیسیته CE4320	۳	هیدرولوژی مهندسی پیشرفته CE4701	۳	ریاضیات عالی مهندسی CE4000	۵
۳	دینامیک سازه CE4100	۳	تحلیل و مدیریت سیستم های منابع آب یک CE4702			۶
۲	طراحی و اجرا تونل و فضاهای زیرزمینی CE4211	۳	ارزبایی اثرات زیست محیطی طرحهای عمرانی CE4942			۷
۲	مکانیک سنگ CE4210	۳	کاربرد در مهندسی GIS و RS و عمران و آزمایشگاه CE4010			۸
۳	اندركنش خاک و سازه CE5117	۲	زمین شناسی مهندسی پیشرفته CE4206			۹
۲	اندركنش آب و سازه CE4309	۲	اکتشافات ژئوفیزیک CE5208			۱۰
۳	تکنولوژی عالی بتن CE4111					۱۱
۳	اجزاء محدود پیشرفته (غیرخطی) CE5000					۱۲
۳	تئوری پلاستیسیته CE4117					۱۳

ت اخذ یکی از دو درس مکانیک محیط پیوسته یا تئوری الاستیسیته و پلاستیسیته مجاز است.



۷-۳ مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی



۲ واحد ۴۸ ساعت	هیدرولیک پیشرفته (CE4601) Advanced Hydraulics	نام درس و تعداد واحد (نظری)
	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل:

تعداد جلسات	مباحث	ردیف
	مروری بر هیدرولیک	۱
	جریان های دائمی متغیر (متغیر تدریجی، متغیر مکانی)	۲
	جریان های غیردائمی سریع (باز و بسته شدن دریچه)	۳
	جریان غیردائمی در سد (روندیابی سیل در مخزن، سیلاب شکست سد)	۴
	جریان غیردائمی در رودخانه (روندیابی سیل در رودخانه، روش مشخصات)	۵
	جریان غیر دائمی در لوله (ضربه قوچ، جریان در لوله آبگیر و مخزن ضربه)	۶
	تغییرات سرعت در مقطع (سرعت برشی، تنش برشی، پروفیل سرعت در امتداد قائم)	۷
	اثرات تغییرات هندسی بر جریان (جریان در تبدیل کانالها، جریان در خم رودخانه و چرخش ثانویه، گردابه های باز شدگی و تنگ شدگی، جریان در محل تلاقی شاخه ها)	۸
	رسوبگذاری و فرسایش (بار سسته و معلق و بستر، رسوبگذاری در سدها و سازه های آبی، میانی آبستگن، تنش برشی بحرانی، فرسایش عمومی در رودخانه)	۹
	جریان و فرسایش اطراف آبستن و کوله پل (تغییرات رژیم جریان، پدیده های موضعی، گردابه ها، فرسایش تنگ شدگی، رسوبگذاری اطراف کوله)	۱۰
	جریان و فرسایش اطراف پایه پلها (پدیده های موضعی، گردابه ها، آبکنی موضعی)	۱۱



نام درس و تعداد واحد (نظری)	طراحی هیدرولیکی سازه ها (CE4602) Hydraulic Design of Structures	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مروری بر انواع سازه های هیدرولیکی (وابسته به بندها و سدها و بلها و مولفه های آنها و چگونگی هماهنگی اجزاء آنها)	
۲	بررسی عوامل مختلف محیطی موثر در انتخاب محل و مشخصات سدها (هیدرولوژیکی، دینامیکی، هیدرولیکی، زمین شناسی، ژئوتکنیکی، سازه ای)	
۳	آشنایی با انواع بارها و بارگذاری ها (آب، زبر فشار، خاک، سازه ای، استاتیکی، دینامیکی، زمین لرزه نوسانات، رانش، بارهای حین ساخت، بارهای بهره برداری، کنترل پایداری لغزش وازگونی)	
۴	تعیین ارتفاع و جانمایی اجزاء سدها	
۵	طرح هیدرولیکی انواع درجه ها (سطحی، تحت فشار، نوسانات فشار)	
۶	طرح هیدرولیکی سرریزهای رو باز (لبه آبریز، شوت، بلکانی)	
۷	طرح هیدرولیکی سرریزهای بسته (نیلوفری، سیفونی، جانبی)	
۸	خلأ زایی (نوسانات فشار در سرعت زیاد، خلأ زایی، هوادهی)	
۹	طرح هیدرولیکی بندها و سدهای کوچک (بنده و سرریز)	
۱۰	طرح هیدرولیکی سازه های انرژی گاه (حوضچه آرامش، برتایه آب)	
۱۱	آشنایی با روشهای کاهش تراوش (آب بندی بدنه و پی و تکیه گاه سد، دیواره آب بند)	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	سدهای بتنی (CE4604) Concrete Dams	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	آشنایی و معرفی انواع سدهای بتنی	
۲	معیارهای انتخاب ساختگاه سد شامل عوامل منابع آب، اقتصاد، هندسه و مهندسی ژئوتکتیک	
۳	سدهای بتنی قوسی مصالح، مکانیزمهای باربری، خصوصیات ساخت، انواع سرریزهای ممکن معیارهای شکل قوس، شکل طره، شکل سد، روش بهینه سازی شکل، تعریف ریاضی شکل بدنه کنترل کلان پایداری نکیه گاهها، معیارهای توزیع تنش	
۴	بتن حجیم سدها مسائل حرارتی، طرح اختلاط، روشهای پیش و پس سرد کردن مصالح و بتن و محاسبات آنها بتن غلطکی در سدها خرابی بتن در سدهای بتنی	
۵	بارگذاری سدهای بتنی شامل بارگذاری فرعی و اصلی (آب، خاک (رانش و مقاوم)، وزن بدنه، حرارت (بارگذاری حرارتی شامل حرارت درونی و نحوه کنترل آن، حرارت محیطی و نحوه تعیین و اعمال آن)، زلزله، برکش (س)	
۶	زلزله و اثرات آن بر سد (تعیین سطوح مختلف بار زلزله شامل میزان خطرپذیری، شتاب منبأ، طیف و شتاب نگاشت، زلزله طرح- بارهای هیدرودینامیکی ناشی از زلزله، آسیب پذیری سدهای بتنی در مقابل زلزله و نحوه اصلاح شکل آنها برای کاهش آسیب پذیری)	
۷	رفتار دینامیکی سدهای بتنی قوسی و سدهای وزنی	
۸	مقدمه ای بر روش تحلیل آزمون بار	
۹	مدل ریاضی و روشهای تحلیل سدهای بتنی شامل سازد، پی و دریاچه - روش اجزاء محدود	
۱۰	تعیین ضرابب اطمینان تنش و طراحی بتن - آئین نامه های طراحی	
۱۱	نکات تحلیل و طرح سدهای بتنی قوسی شامل روشهای ۲ و ۳ بعدی	
۱۲	نکات تحلیل و طرح سدهای بتنی وزنی	
۱۳	نکات تحلیل و طرح سدهای بتنی پشت بند دار	
۱۴	نکات تحلیل و طرح سدهای چند قوسی و قوسی وزن	
۱۵	روشهای اجرا و تجهیزات رفتار سنجی سدهای بتنی	
۱۶	ارائه فیلم، اسلاید و بازدید از ساختگاه سدهای واقعی	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	هیدرولیک محاسباتی (CE4605) Computational Hydraulics	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
	بخش اول: مبانی تئوریک روشهای عددی	
۱	لرزم و موارد کاربرد روش های عددی و مدل سازی ریاضی در مهندسی هیدرولیک و سازه های آبی	
۲	تیین مراحل مختلف مدل سازی عددی (درک فیزیک مسئله، معادله حاکم، منقطع کردن محیط فیزیکی، منقطع کردن معادلات حاکم، مراحل حل عددی، اعمال شرایط اولیه و مرزی، ارزیابی، واسنجی)	
۳	انواع معادلات دیفرانسیل پاره ای و طبقه بندی آنها (بیضوی، سهموی، هذلولوی)	
۴	معرفی و مقایسه مبانی روش های مختلف عددی (تفاضل محدود، حجم کنترل، حجم محدود، جزء محدود، جزء مرزی، روش مشخصات، روش های طیفی)	
۵	حل عددی معادلات بیضوی (معادله لاپلاس و بواسون) شیوه های منقطع سازی و حل مشتق مکانی مرتبه دو (زاکوبی - گوس سایدل - چاروی خطی - حل یکپارچه) - شرایط مرزی	
۶	حل عددی معادلات سهموی (معادله انتشار) شیوه های منقطع سازی و حل تغییرات زمانی (صریح-ضمنی) - کرانک نیکولسون - نیمه ضمنی عمومی - ADI) - شرایط مرزی	
۷	حل عددی معادلات هذلولوی (معادله انتقال و معادله موج) - شیوه های منقطع سازی و حل مشتق مکانی مرتبه یک (شیوه های عمومی - شیوه های با دقت بیشتر مانند مک کورمک) - شرایط مرزی	
۸	تیین دقت، سازگاری، پایداری و همگرایی روش عددی	
	بخش دوم: کاربرد روشهای عددی در هیدرولیک محاسباتی	
۹	انواع منقطع سازی محیط رودخانه و مخزن سد (یک بعدی و دو بعدی، مش بندی معمولی و جابجا شده، مختصات کارتزین و مختصات انحطادار)	
۱۰	حل عددی جریان یک بعدی در رودخانه ها و کانالها (معادلات حاکم سنت ونانت، جریان دائمی و جریان سیلاب در رودخانه، شیوه های حل)	
۱۱	حل عددی جریان در مجاری تحت فشار و ضربه قوچ یا چکش آبی (معادلات حاکم، جریان دائمی و غیردائمی، شرایط کاربری، شیوه های حل)	
۱۲	حل عددی معادلات انتقال- انتشار در حالت یک بعدی (تیین معادلات برای حرکت ذرات و مواد محلول و مواد نامحلول روغنی و حرارت، مدل سازی رسوب و فرسایش، مدل سازی مواد آلاینده)	

ملاحظات کلی: ارائه درس همراه با پروژه شامل برنامه نویسی و توسعه مدلهای ساده عددی و نیز کار با نرم افزارهای موجود کامپیوتری موکدا توصیه میشود. اخذ درس "روش های عددی در مهندسی آب" به جای این درس بلامانع است.



۳ واحد ۴۸ ساعت	هیدرودینامیک (CE4606) Hydrodynamics	نام درس و تعداد واحد (نظری)
	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	یادآوری سیالات و سینماتیک (لزجت، تراکم پذیری، جریان دائمی و غیر دائمی، حجم کنترل، روابط انتگرالی جریان، میدان سرعت و شتاب، تغییر شکل المان،)	
۲	معادلات دیفرانسیلی حاکم بر جریان (رابطه پیوستگی، رابطه اندازه حرکت و ناویر-استوکس)	
۳	روشهای بررسی جریان سیالات (دیدگاه اولری، دیدگاه لاگرانژی، مشتق توابع، میدان سرعت و شتاب)	
۴	معادلات جریان سیال ایده آل (استخراج معادله پیوستگی و حرکت، شکلهای مختلف معادلات در دستگاههای مختصات متفاوت)	
۵	جریان سیال ایده آل (رابطه اولری، تابع جریان، تابع پتانسیل، رابطه برنولی، کاربرد توابع تحلیلی، جریانهای پتانسیل دو بعدی، شبکه جریان)	
۶	کاربردهای جریان سیال ایده آل (جریان موازی، چشمه، چاه، ورتکس و ورتکس آزاد، توام کردن چند جریان ساده، جریان در محیط متخلخل، جریان سرریز)	
۷	تبدیل های همسان (تبدیل جریان موازی به جریان در صفحه فیزیکی، جریان در زوایای مختلف، جریان در شکاف، جریان حول سیلندر، انتقال دایره، جریان حول بیضی، جریان حول جسم دوکی شکل، جریان حول ایروفویل، نیروی برآ در ایروفویل دو بعدی)	
۸	جریان سیال لزج (خواص فیزیکی معادله ناویراستوکس، چرخش)	
۹	جریان آرام (جریان کوئت، جریان در مجرای مستطیلی، جریان در لوله، جریان در اطراف نقطه ایستایی، مسأله‌ی اول استوکس)	
۱۰	لایه مرزی (مفهوم لایه مرزی، رابطه‌ی برتندله، روش بلازیوس، رابطه‌ی ون کامن، تأثیر گرادیان فشار)	
۱۱	جریان آشفتنه (بایداری، جریان انتقالی، رابطه پیوستگی، رابطه رینولدز، جریان آشفتنه در لوله، جریان آشفتنه در مجرای مستطیلی)	
۱۲	اشاره به مباحث آشفتگی (تخمین تنش برشی، تخمین لزجت آشفتگی، ASM، تنشهای رینولدز مرتبه صفر و یک و دو، LES)	



۳ واحد ۴۸ ساعت	مدلهای آشفتگی (CE4611) Turbulence Models	نام درس و تعداد واحد (نظری)
	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	یادآوری مکانیک و دینامیک سیالات - انواع جریان تحت فشار و سطح آزاد - اعداد بدون بعد	
۲	استنتاج معادلات دینامیک سیالات و متوسط گیری زمانی و مکانی آنها	
۳	مفاهیم اساسی آشفتگی - جریان لایه ای و انتقالی و آشفته - پدیده رسوخ یا پخش (diffusion) در توربولانس - مقیاسهای طول در جریان معشوش	
۴	مدلهای آشفتگی از نوع متوسط زمانی: مدل های صفر، یک و دو معادله ای	
۵	مدلهای آشفتگی از نوع متوسط زمانی: مدل های تنش رینولدزو جبری	
۶	نظریه ساختارهای جریان دو بعدی - روش تابع دیوار - قانون کسر سرعت - انواع شدت آشفتگی - اثرات زیری	
۷	مدلهای توربولانس از نوع متوسط مکانی و چرخشهای بزرگ	
۸	مقایسه و کاربرد مدل های توربولانس در جریان های مختلف	
۹	روش های اصلی در اندازه گیری جریان معشوش: روش اندازه گیری سرعت، دما و فشار	
۱۰	بررسی حالت های خاص (بررسی ویک wake و جت آزاد در جریان آزاد موازی و اختلاط	
۱۱	مدلهای توربولانس از نوع متوسط زمانی مرتبه سوم و غیر ایزوتربیک	
۱۲	بررسی نمونه های کاربرد مدل های آشفتگی و ارزیابی مزایای هر یک	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مدلهای فیزیکی و اندازه‌گیری‌های میدانی (CE4612) Physical Models and Field Measurement	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سر فصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
	مدلهای فیزیکی	
۱	لزوم بررسی مدل هیدرولیکی انواع سازه‌های هیدرولیکی و دریایی	
۲	روش‌های تحقیق در مدل‌های فیزیکی و مغایر صحت نتایج	
۳	تحلیل ابعادی در طراحی مدل‌های هیدرولیکی	
۴	بررسی مدل‌های فیزیکی با مقیاس‌های مختلف ابعادی	
۵	مدل‌های فیزیکی جریان با سطح آزاد (رودخانه، مخزن، دریا، بندر...)	
۶	مدل‌های فیزیکی امواج کوتاه و بلند (مخزن، ساحل، بندر...)	
۷	مدل‌های فیزیکی انواع سازه‌های دریایی (موج‌شکن، اسکله، سکو، دیوار ساحلی، ...)	
۸	بررسی و اصلاح طرح جانمایی کلی بنادر با کاربرد نتایج مدل‌های فیزیکی	
۹	مدل‌های فیزیکی سازه‌های هیدرولیکی (دریچه، آبیگر، سرریز، حوضچه آرامش...)	
۱۰	بررسی و اصلاح طرح جانمایی تاسیسات در سازه‌های هیدرولیکی با کاربرد نتایج مدل‌های فیزیکی	
	اندازه‌گیری‌های میدانی	
۱۱	تجهیزات اندازه‌گیری میدانی پارامترهای هیدرولیکی (سرعت و فشار و تراز آب)	
۱۲	تجهیزات اندازه‌گیری میدانی پارامترهای کیفی آب	
۱۳	نکات اندازه‌گیری میدانی و نگهداری و حمل نمونه‌ها	
۱۴	ارزیابی دقت و خطای اندازه‌گیری‌ها	
۱۵	ارزیابی صحت نتایج سنجش و اعتماد پذیری داده‌ها	
۱۶	تحلیل و بررسی داده‌های اندازه‌گیری	

توصیه میشود این درس یا بازدید از آزمایشگاههای فیزیکی مجهز و نیز پروژه اندازه‌گیری میدانی همراه باشد.



نام درس و تعداد واحد (نظری)	سامانه های برق آبی (CE4613) Hydro-Electric Systems	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	نیازهای انرژی، منابع مختلف تامین انرژی و مقایسه آنها با یکدیگر، نمایش عمومی تاسیسات یک نیروگاه آبی، واحد های سنجش در اقتصاد برق آبی	
۲	سیمای عمومی انرژی برقی (وضعیت برقی در ایران و جهان - عملکرد سیستم نیرو - انواع پروژههای برقی - اجزای پروژه برقی، اجزای نیروگاه و انواع توربین)	
۳	داده های انرژی برقی (تحلیل منابع بار و دادههای هیدرولوژیکی - منابع داده ها و دسترسی به آنها - روشهای پیش بینی بار - دادههای جریان، نخیر، بارش و رسوب - منحنی دبی- انشل پایاب نیروگاه - خصوصیات هندسی مخزن - خصوصیات کیفی جریان - نیازهای پایین دست)	
۴	محاسبه انرژی برقی (روابط مومنتم در جریانهای ماندگار و غیر ماندگار - انتقال انرژی آب به پرده های متحرک- معادله توان آب - انواع انرژیهای برقی)	
۵	تامین انرژی برقی (روش منحنی تداوم جریان - روش شبیه سازی بهره برداری از مخزن - مشخصه های توربین و انتخاب آن - شبیه سازی سدهای چندمنظوره - استراتژیهای تولید نیرو)	
۶	تقسیم بندی نیروگاهها (نیروگاه یا کار دائم، یا مخزن کوتاه یا مخزن بلند مدت، نیروگاه برق آبی با فشار کم، متوسط و زیاد)	
۷	تاسیسات برق آبی (تاسیسات بر روی رودخانه های جلگه ای، کوهستانی اعم از کانال آب ور، سد انحرافی، نیروگاه و کانال خروج آب، تاسیسات برق آبی با انحراف مستقیم از دره های وحشی)	
۸	توربینها (تقسیم بندی، تجزیه و تحلیل ضریب بهره توربین آبی، شرح توربین فرانسس و کاپلان، پلتن، مشخصات توربینهای آبی، انتخاب توربین)	
۹	مخزن موج (تشریح بدیده نوسان مایع در مخزن موج در اثریاز و بسته شدن شیرهای تغذیه کننده توربین، محاسبه هیدرولیکی مخزن موج انواع مختلف مخزن موج، تعادل مخزن موج و شرط)	
۱۰	طراحی نیروگاه - نیازمندیهای سیستم نیرو - محدودیتهای فیزیکی و زیست محیطی - انتخاب گزینه ها (جریانی، مخزنی، تلمبه-ذخیره ای) - تعیین نوع توربین و تعداد واحدها - محاسبه انرژیهای بیک و ثانویه و تعیین ظرفیت نصب نیروگاه - تعیین مشخصات سایر اجزای نیروگاه (ژنراتور، محفظه جلزونی، پستتاک، خروجی و ...)	
۱۱	نیروگاههای تلمبه-ذخیره ای (ارزیابی نیروگاههای تلمبه-ذخیره ای - مفاهیم پایه تلمبه-ذخیره ای - انواع نیروگاههای تلمبه-ذخیره ای - مشخصه های عمومی نیروگاههای تلمبه-ذخیره ای خارج از بستر و داخل بستر - روند کلی مطالعات و محاسبه انرژیهای تولید شده و مصرف شده - تحلیل اقتصادی نیروگاههای تلمبه-ذخیره ای)	
۱۲	ارزیابی اقتصادی پروژههای برقی (انواع روشهای برآورد هزینه - هزینه های ساختمانی، هزینه های جایگزینی، بهره برداری و نگهداری - هزینه های سرمایه گذاری - منافع نیروگاه برقی (نیروگاه جایگزین حرارتی) - منافع زیست محیطی - تحلیل مالی)	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مهندسی رودخانه (CE4621) River Engineering	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	آشنایی با معادلات جریان های سطح آزاد یا مرزهای صلب	
۲	تئوری جریان در مجراهای آبرفتی	
۳	پهنه بندی سیلاب و هدایت رودخانه	
۴	فرآیند حمل مواد رسوبی در رودخانه و مروری بر مورفولوژی رودخانه	
	تأثیرات متقابل سازه های رودخانه ای (سد - بند - پل) با رودخانه	
۵	رسوبگذاری و فرسایش در اطراف بندها و سدها و سازه های رودخانه ای	
۶	طرح و محاسبه بناهای حفاظتی در مقابل سیل و فرسایش	
۷	رودخانه های شهری و تمهیدات ساخت و ساز و توسعه عمرانی اطراف رودخانه	
۸	روش های انحراف رودخانه جهت اجرای ساختمان	
۹	بهره برداری از آب رودخانه ها	
۱۰	هیدرولیک جزر و مد در رودخانه ها و مصب ها	
۱۱	رودخانه های ساحلی و اثرات کارهای مهندسی بر مصب های جزر و مدی	
۱۲	گشتیرانی و ترابری در رودخانه ها	
۱۳	طراحی هیدرولیکی راه های آبی میان زمینی و آبپه وابسته	
۱۴	استفاده از مدل ها در کارهای رودخانه ای	
۱۵	بهره برداری از آب و تخلیه بسبب در رودخانه	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مهندسی رسوب و فرسایش (CE4622) Sediment and Erosion Engineering	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

هدف: آشنایی با مفاهیم انتقال رسوبات غیرچسبیده و چسبیده در رودخانه‌ها

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مروری بر فرآیندهای رودخانه ای	
۲	خصوصیات کلی رسوبات و تقسیم‌بندی رسوبات به چسبیده و غیرچسبیده	
۳	معادلات حاکم بر سیال حاوی رسوب، و حرکت ذرات در سیال	
۴	پروفیل سرعت در شرایط آشفته و غیرآشفته	
۵	حرکت آغازین ذرات رسوب غیرچسبیده، تنش‌های وارد بر ذرات رسوب	
۶	ارتباط دبی رودخانه و رسوبات آن در فصول مختلف	
۷	میانی و فرمول‌های نرخ انتقال رسوب به شکل بار بستر، بار معلق و بار کل تحت جریان	
۸	مدل‌های انتقال رسوب نظیر مدل پایکر، بون-گنولد-بیلارد	
۹	رسوبات چسبیده، به هم پیوستن ذرات، جدا شدن ذرات، نشست ذرات، تغییر چگالی، تحکیم گل و لای	
۱۰	آب‌شنسنگی پایه‌ی بل‌ها و شمع‌ها، گروه شمع، و سایر سازه‌های رودخانه‌ای	
۱۱	رسوبگذاری در بالادست بندهای انحرافی و مخازن سدها	
۱۲	فرسایش در باین دست سدها	
۱۳	رسوبگذاری و فرسایش در اطراف آبگیرها و سازه های رودخانه ای	



۳ واحد ۴۸ ساعت	مهندسی و مدیریت سیلاب و شکست سد (CE4623) Engineering and Management of Flood and Dam Break	نام درس و تعداد واحد (نظری)
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مبانی و تاریخچه مدیریت سیلاب	
۲	هیدرولوژی حوزه آبریز و سیلابدشت	
۳	روند بانی سیلاب در رودخانه و دشت	
۴	مدلسازی و مدیریت سیلاب در مخزن سد	
۵	مدلسازی و مدیریت سیلاب ناشی از شکست سد	
۶	پهنه بندی سیلاب و هدایت رودخانه	
۷	برآورد فرسایش و رسوب ناشی از سیلاب و تاثیر سیلاب بر مورفولوژی رودخانه	
۸	ارزیابی خسارت سیلاب	
۹	مدیریت ریسک و مدیریت بحران در مدیریت جامع سیلاب	
۱۰	عبانی سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار سیلاب	
۱۱	تمهیدات سازه ای کاهش اثرات سیلاب	
۱۲	تمهیدات غیر سازه ای کاهش اثرات سیلاب	
۱۳	تمهیدات رودخانه های سیلابی در مناطق مختلف (شهری - ساحلی - کوهستانی - دشت)	
۱۴	مطالعه های موردی	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مهندسی پل (CE4625) Bridge Engineering	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

هدف: آشنایی با عوامل موثر در انتخاب موقعیت و ابهتاد و مشخصات و نوع پل (طرح جزئیات سازه ای پل در درس طراحی پل ارائه میگردد)
سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	پیشینه و مراجع علمی پل سازی (تاریخچه پل در ایران، تاریخچه پل در جهان، آشنایی با مشخصات و معماری پلهای قدیمی، آئین نامه های طرح هندسی راه و پل، آئین نامه های بارگذاری و طرح سازه ای پل، دستورالعملهای مطالعات هیدرولیکی و آبشنکی)	
۲	طبقه بندی پلها (از نظر: ابعاد و بزرگی دهانه، نوع مصالح، نوع ساخت و اجرا، نوع معماری، سیستم سازه ای)	
۳	انتخاب موقعیت و مشخصات پل (تعیین مسیر راه و راه آهن، مشخصات زمین و خاک، مستحذات و موانع طبیعی، مبانی تعیین اولیه ابعاد دهانه ها و مشخصات پایه ها و عرشه و نوع اجرا)	
۴	هیدرولوژی پل و آبرو (تعیین حوزه آبریز، تعیین جنس زمین و پوشش و میزان بارش، انتخاب روش برآورد، تخمین دبی طرح)	
۵	هیدرولیک آبرو (تعیین مشخصات و ابعاد آبرو، طرح ابعاد آبرو، انتخاب نیب آبرو)	
۶	هیدرولیک پل (تعیین ابعاد بازشدگی مجموع دهانه ها با توجه به اقتصاد طرح، روند یابی جریان متغیر ندریجی، بهینه سازی دهانه ها و ابعاد)	
۷	فرسایش و آبکنی (فرسایش عمومی، فرسایش تنگ شدگی، آبکنی موضعی اطراف پایه و کوله، اصلاح مشخصات پل با توجه به فرسایش)	
۸	اجزاء پل (پی و شمع و سرشمع، پایه و ستون، کوله باز و بسته، عرشه ساده و مرکب، دیواره های هدایت جریان، روسازی پل، حفاظها و جزئیات ...)	
۹	معماری و سازه پل (پلهای ساده عرشه و پایه، پلهای مرکب عرشه و پایه، پلهای قوسی، پلهای کابلی معلق، پلهای کابلی ترکه ای، پلهای کابلی مرکب ...)	
۱۰	زمین شناسی و زئوتکنیک پل (نکات مهم زمین شناسی، انتخاب مشخصات پی با توجه به پارامترهای زئوتکنیکی، انواع پی، اثر فرسایش در انتخاب مشخصات پی)	
۱۱	آشنایی با نیروهای وارده (نیروهای محرک و مقاوم خاک، نیروهای مرده عرشه، نیروهای زنده و بار ترافیک، نیروهای آب و جریان، نیروهای دینامیکی و زلزله ...)	
۱۲	مبانی روشهای تحلیل و طراحی پل (تحلیل استاتیکی، تحلیل دینامیکی، روشهای طراحی بنی بنی خطی و غیر خطی و LRFID، روشهای طراحی فلزی ...)	
۱۳	نکات خاص (تعمیر و نگهداری پل، توسعه آینده پل، طرح راه جایگزین پل، بداند غیر عامل ...)	
۱۴	توجه پذیری پل (انتخاب ابعاد با توجه به بودجه، انتخاب نوع پل، جایگزینی پل یا آبرو بزرگ، جایگزینی موقت پل با آبنما، توسعه پل، توجه فنی و اقتصادی)	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	طراحی اجزاء سازه‌های هیدرولیکی (CE4631) Hydraulic Structures Detail Design	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	انواع بارهای وارده (آب، خاک، زلزله، سازه)	
۲	برآورد بارهای آب (استاتیکی، دینامیکی ناشی از زلزله، بالابر، فرسایشی و سرعت)	
۳	برآورد بارهای خاک (محرک، مقاوم، دینامیکی، رانش زمین)	
۴	برآورد بارهای سازه‌ای (مردم، زنده، دینامیکی، خستگی، زمان اجرا، واژگونی و لغزش)	
۵	طرح سازه‌ای دریچه‌های سطحی (بارهای وارده، دریچه قائم، دریچه قطاعی، دریچه استوانه‌ای، تکیه‌گاه دریچه‌ها، آشغالگیری دریچه‌ها، سیستم حرکت دریچه‌ها)	
۶	طرح سازه‌ای دریچه‌های تخلیه تحتانی (بارهای وارده، انواع دریچه‌ها، آشغالگیری، سیستم حرکت، بازسازی)	
۷	طرح حوضچه آرامش (بارهای وارده، انواع حوضچه آرامش، بهینه‌سازی ابعاد، نکات طراحی سازه‌ای)	
۸	طرح سرریز برتابی (بارهای وارده به سطح سدریز، میزان استهلاک انرژی، نکات طراحی سازه‌ای)	
۹	طراحی سرریز نیلوفری (بارهای وارده، نکات طرح بدنه، کتاب طرح تاج سدریز)	
۱۰	طرح دیواره‌های حفاظتی (بارهای وارده، بتانسِل حرکت خاک، طرح تثبیت شیب خاکی، طرح دیواره‌های نگهدارنده، طرح تثبیت درزه و گسل)	
۱۱	طرح تونل (بارهای وارده، روشهای اجرا، طرح بدنه تونل، طراح پوشش تونل طرح مغار و فضاهای زیرزمینی، موادمی جریان در تونل، طرح تونل با زوایای مختلف نسبت به افق)	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	اجرای سد و سازه های هیدرولیکی (CE4632) Construction of Dam and Hydraulic Structures	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	بازبینی میدانی (بررسی منابع قرضه و دیو مصالح، شناسایی نهایی جزئیات محل اجرا)	
۲	نردد و اقامت (راههای دسترسی و جایگزین، پلها و تونلهای دسترسی و جایگزین، موقعیت های استقرار و اقامت)	
۳	انحراف آب (تخمین مدت اجرا، تعیین دبی انحراف آب، طراحی و اجرای سیستم انحراف آب در بالادست و پائین دست)	
۴	اجرای بتن (نکات قالب بندی و حمل و نگهداری مصالح، تأمین آب، شساخت بتن، بتن ریزی و عمل آوری، نگهداری بتن)	
۵	اجرای بتن حجیم (قالبهای لغزان، بتن ریزی حجیم، کنترل دمای بتن، عمل آوری و نگهداری، کاربرد مواد افزودنی بتن حجیم)	
۶	عملیات خاکبرداری (منابع دیو، تثبیت مثبت و شیروانی، مهارهای خاک و سنگ، لایه های هوازده، انفجار در خاک و سنگ، احداث تراشه، ماشین آلات خاکبرداری و حفاری)	
۷	عملیات خاکریزی (منابع قرضه، تراکم و تحکیم خاک، کنترل رطوبت خاک، نشست لایه های خاکریزی، خاکریزی در کنار سازه ها)	
۸	اجرای تونل (روشهای اجرا، ماشین آلات تونلسازی، تونلسازی در سنگ، تونلسازی در خاک، اجرای پوشش و لاینینگ تونل)	
۹	اجرای درجه ها (جابجایی و حمل درجه ها، نصب درجه ها، کنترل عملکرد درجه ها، نصب درجه (در زیر آب)	
۱۰	اجرای دیواره آب بند (روشهای اجرا، حفاری قائم، تزریق بتن در خاک، تزریق بتن در سنگ)	
۱۱	کنترل فنی اجرا (آزمایشگاه مصالح و خاک و بتن، ابزار دقیق و ابزار گذاری، پایش و کنترل تغییر مکانها در بدنه و دیواره ها، پایش و کنترل تراوش)	
۱۲	برنامه و مدیریت اجرا (تهیه برنامه زمانی اجرا، رفع تداخل عملیات پیمانکاری، تهیه برنامه هزینه، تهیه برنامه نیروهای انسانی، بهینه سازی اجرا)	



۳-۱۱ دروس مشترک



نام درس و تعداد واحد (نظری)	سمینار و روش تحقیق Seminar and Research Methods	۲ واحد ۳۲ ساعت
دروس پیش نیاز		
کلیات و هدف	هدف این درس آشنایی با اصول و مبانی تحقیق، روش تحقیق و همچنین نحوه ارائه مکتوب و شفاهی یافته‌های علمی می باشد. در این درس دانشجویان با حضور در کلاس با اهداف و روشهای تحقیق و همچنین روشهای جمع آوری اطلاعات آشنا می شوند. در ضمن اطلاعات گردآوری شده در یک زمینه خاص را در کلاس ارائه می کنند.	
نحوه ارائه درس	۱. دانشجویان موظف به جمع آوری اطلاعات و مرور ادبیات فنی در یک زمینه خاص و تمرین عملی بکارگیری روشهای جمع آوری اطلاعات و ارائه آنها بصورت مکتوب می باشند. ۲. ارائه یک سخنرانی علمی کوتاه توسط هر دانشجو و ارزیابی آن توسط استاد و سایر دانشجویان در برنامه کلاس گنجانده شود. ۳. تشکیل کلیه جلسات کلاس بصورت منظم مثل سایر دروس دو واحدی (۳۲ ساعته) ضروری است.	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	اصول و مبانی تحقیق - خصوصیات تحقیق (نظام یافتگی، ساده کننده، قابل بازسازی) - اهداف تحقیق (شرح، پیش بینی و بهبود پدیده ها) - انواع تحقیق و تقسیم بندی های متداول (تجربی و تحلیلی، اکتشافی و تصدیقی،...) - مراحل تحقیق (انتخاب ایده، انتخاب روش، انجام و ارائه)	



	<p>تحقیق در محیط های دانشگاهی و ارائه آن</p> <ul style="list-style-type: none"> - مقایسه تحقیق در کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری - نحوه ارائه پیشنهاد تحقیق (Proposal) - نحوه تهیه و انتشار مقالات تحقیقاتی و رده بندی مقالات - نحوه ارائه سخنرانی علمی - فصل بندی و نحوه نگارش پایان نامه - برنامه ریزی شخصی و سازمانی تحقیقات دراز مدت 	۲
	<p>یافتن اطلاعات تحقیقاتی</p> <ul style="list-style-type: none"> - نحوه استفاده سریع از کتاب و دایره المعارف - آشنایی با بانک های اطلاعاتی مقالات و پایان نامه ها - اینترنت و جستجوی اطلاعات پژوهشی در آن - سازماندهی اطلاعات جمع آوری شده - روزآمد بودن در طول دوره تحقیق 	۳
	<p>کلیات روشهای عمومی پژوهش در مهندسی عمران</p> <p>مبانی، انواع، مثال ها، اعتبار و کاربرد مقایسه ای روشهای ذیل برای حل مسائل مهندسی عمران:</p> <ul style="list-style-type: none"> - رفتارسنجی اینتیه واقعی و اندازه گیری ها (یا آمار برداری) میدانی - مدل های فیزیکی - حل های ریاضی و شبیه سازی های تحلیلی مانند مدل های عددی و آماری - مطالعه المانی (نمونه) مصالح عمرانی در آزمایشگاه 	۴



نام درس و تعداد واحد (نظری)	ریاضیات عالی مهندسی (CE4000) Advanced Engineering Mathematics	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	یادآوری از معادلات دیفرانسیل معمولی، حل معادلات به کمک بسط توانی و مروری بر مفاهیم بسط برحسب توابع متعامد و کاربرد در حل معادلات	
۲	کاربرد روش مجزاسازی متغیر جهت حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات پاره‌ای در سیستم مختصات مختلف منحنی‌الخط	
۳	آشنایی با مفاهیم تبدیل‌های انتگرال و کاربرد آن در حل مسائل معادله دیفرانسیل با مشتقات پاره‌ای و استفاده از قضیه مانده در برآورد تبدیل‌های معکوس انتگرالی	
۴	کاربرد تبدیل Z در حل معادلات هارمونیک و بی‌هارمونیک با استفاده از کاربرد نگاشت همدیس	
۵	آنالیز تانسورها و کاربرد آن در مسائل هندسی.	
۶	آشنایی با حساب تغییرات شامل مفهوم تابع، معادله اولر- لاگرانژ، کاربرد قضیه مانده‌های وزنی و روش رابلی-زیتز در حل معادلات دیفرانسیل به صورت تبدیل به معادلات جبری در حوزه یا مرز	



نام درس و تعداد واحد	روش اجزاء محدود (CE4002)	۳ واحد
(نظری)	Finite Element Method	۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	معرفی کلی روش اجزاء محدود و تقسیم بندی اولیه بر اساس نوع المان شامل: المان های مورد بحث تحلیل ماتریسی (محوری، تیر پیوسته، خرابا، شبکه، قاب)، المان های مورد استفاده در مسائل الاستیسته، خمش صفحه	
۲	معرفی روش باقیمانده وزندار و گالرکین و کاربرد آن در اجزا محدود برای حل مسائل یک بعدی	
۳	معرفی روش کارمجازی و انرژی و فرمولاسیون مسائل الاستیسته دو و سه بعدی به کمک روش های مذکور	
۴	ماتریس سختی المان های مثلثی سه گرهي (CST) برای حالات تنش و کرنش صفحه ای	
۵	ماتریس سختی المان های مثلثی منظم درجه بالاتر (LST, QST, ...)	
۶	بردار نیروهای گره ای سازگار و معادل با اثر بارهای گسترده و ترکش ها برای مسائل دوبعدی	
۷	بحث در ارتباط یا برنامه نویسی برای المان های اجزاء محدود و توضیح در ارتباط با نحوه بهینه حل معادلات (تکنیک خط آسمان، Skyline solver or Active column solver)	
۸	ماتریس سختی المان های چهاروجهی ایزوپارامتریک دوبعدی شامل: المان هایی که گره های آن یک شبکه تشکیل می دهند (۹، ۱۶ و ۲۵ گره ای)، المان های سرندیپیتی (Serndipity) مانند المان ۸ گره ای و ...	
۹	ماتریس سختی المان مثلثی ایزوپارامتریک (LST و QST نامنظم)	
۱۰	توضیح درباره انتگرالگیری عددی و کاربرد آن در المان های چهار وجهی یا مثلثی شکل	
۱۱	ماتریس سختی المان های چهاروجهی ایزوپارامتریک با تعداد گره های متغیر (المانی با تعداد گره های متغیر مابین ۴-۹ برای استفاده در شبکه بندیهای نامنظم)	
۱۲	ماتریس سختی المان های جامد سه بعدی شامل: المان های آجری شکل (Brick) (المان های ۸، ۲۰، ۲۷ گرهي)، المان های هرمی شکل (Pyramid) (المان های ۴، ۱۰ و ... گرهي)، المان های گوه ای شکل (Wedge) (المان های ۶، ۱۵ و ... گرهي)	
۱۳	اثرات حرارت و نحوه اعمال آن در مسائل مرتبط با الاستیسته (بردار نیروهای سازگار گره ای معادل با حرارت در مسائل ۲ و ۳ بعدی)	
۱۴	کاربرد اجزاء محدود در مسائل میدان (Field Problems) بطور مثال: استفاده از اجزاء محدود برای حل معادلات دیفرانسیل مرتبط با معادله لاپلاس، هلمهولتز و غیره، توضیح درباره مسائل عملی مرتبط با معادلات فوق الذکر مانند محاسبه فشارهای هیدرودینامیک (Hydrodynamic)، فشار منفذی (Seepage Problems) یا مسائل انتقال حرارت (Heat Equation)	
۱۵	ماتریس سختی المان های با تقارن محوری (Axi-symmetric Problems) در حالت استفاده از مثلثی یا چهاروجهی	
۱۶	مقدمه ای بر خمش صفحات و المان های محدود مربوط به آن	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مکانیک محیط پیوسته (CE4116) Continuum Mechanics	۳ واحد
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	۴۸ ساعت

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	تانسور تبدیل بردارهای پایه تانسور، حساب تانسور، مقادیر اصلی و جهات اصلی، قضیه Cayley-Hamilton	
۲	سینماتیک محیط پیوسته بیان مادی، بیان فضایی، بیان نسبی، نرخ زمانی مادی، نرخ تغییر شکل، نرخ چرخش	
۳	کرنش و تغییر شکل محدود، گرادینان جابجایی، بیان لاگرانژی، بیان اویلری، کشیدگی، تغییر زاویه، تغییر جهت، تغییر حجم، تغییر سطح، تانسورهای تغییر شکل راست و چپ، تانسورهای کشیدگی و چرخش، نرخ تغییرات تانسورهای کشیدگی و چرخش، سازگاری کرنشها.	
۴	بقای جرم و معادلات پیوستگی، معادلات پیوستگی، بیان مادی شرایط پیوستگی، مشتق مادی انتگرالهای حجمی	
۵	تنش و اصول ممتوم: تنش Cauchy، تنش کوبلی، تنش‌های اول و دوم Piola-Kirchhoff، انواع تنش‌ها و کرنش‌های مزدوج و ارتباط آنها، معادلات حرکت و تعادل	
۶	قوانین انرژی برای محیط پیوسته، قانون اول ترمودینامیک برای محیط پیوسته، توان تنش، انرژی داخلی، انرژی و قانون دوم ترمودینامیک، فرایندهای بازگشت‌پذیر و بازگشت‌ناپذیر، متغیرها و توابع حالت، انرژی آزاد Helmholtz، انتالپی، تابع Gibbs، تابع زوال	
۷	قوانین اساسی متشکله مواد، تانسورهای ایزوتروپیک، تغییر دستگاه مرجع و تبدیل حادثه، بردار و تانسور، عینیت، مشتقات عینی Jaumann و سایرین، تفکیک تغییرشکلهای الاستیک و غیر الاستیک.	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مکانیک شکست (CE5006) Fracture Mechanics	۳ واحد
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	۴۸ ساعت

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه و آشنایی	
۲	ترک ریاضی در حوزه محیط الاستیک خطی: الف- ضریب شدت تنش (Stress Intensity Factor) در هندسه‌ی دوبعدی- تغییر شکل در صفحه (In-Plane Deformation) - Mode I - متقارن (Systemtric)، ترک بازشونده - Mode II - پاد متقارن (Antisymmetric)، ترک لغزنده- تغییر شکل خارج از صفحه (Anti-Plane Strain) - Mode III - ترک پاره شونده- جابه‌جایی لبه‌های ترک و محاسبه تغییر شکل‌ها- حل مسائل ترک با استفاده از روش متغیر مختلط (Complex variables)	
۳	مکانیک شکست الاستیک خطی (LEFM) Linear Elastic Fracture Mechanics: طاقث شکست (Fracture Toughness)، نرخ رهایی انرژی، انرژی شکست (Fracture Energy) مد مرکب، معیار گسترش ترک، معیار مسیریابی گسترش ترک، رقابت ترک‌ها، انشقاق (Bifurcation)	
۴	مکانیک شکست الاستیک- J-integral و روشهای انرژی	
۵	رفتار پلاستیک در حول نوک ترک (مواد شکل‌پذیر)، هندسه و اندازه ناحیه پلاستیک- مدل Dugdale، کاربرد J-integral و معیار شکست، مدل‌های براساس تئوری پلاستیسیته	
۶	مکانیک شکست مواد نیمه ترد، ناحیه فرایند شکست (Fracture Process Zone) نرم شدن تنش، مدل‌های پیوسته معادل، مدل‌های الاستیک معادل، معیار بازشدگی بحرانی، روش منحنی مقاومت (R-curve)	
۷	مکانیک شکست محاسباتی، المانهای محدود ویژه برای اطراف نوک ترک، روشهای محاسبه ضرایب شدت تنش، نرخ رهایی انرژی، انتگرال J و مسیر ترک، روش المانهای مرزی، و روش گالرکین	
۸	خستگی ترک- قانون پاریس و بار با دامنه متغیر	
۹	دینامیک گسترش ترک- شدت ترک دینامیکی، بازداشت ترک	
۱۰	موارد کاربرد- فلزات، سرامیکها، پلیمرها، سنگ، استخراج معادن، سازه‌های بتنی، سد، مخازن، سازه‌ها و اتصالات فولادی، شکست گسلها، شکست استخوان، مقیاس نانو	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	اجزا محدود پیشرفته (غیر خطی) (CE5000) Advanced Finite Element	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	تقسیم بندی انواع غیرخطی سازه به صورت هندسی و مصالح	
۲	مقدمه‌ای بر روابط تنش و کرنش مصالح در ناحیه خطی	
۳	فرمول بندی روابط تنش و کرنش مصالح در ناحیه غیرخطی	
۴	فرمول بندی اجزای محدود در آنالیز غیرخطی هندسی	
۵	فرمول بندی ماتریس سختی سخت‌شوندگی در اثر تنش تیروی محوری	
۶	فرمول بندی اجزای محدود در ناحیه غیرخطی مصالح	
۷	فرمول بندی حل متواتر در المان محدود و معیارهای همگرایی حل عددی	



۲ واحد ۳۲ ساعت	روش اجزا مرزی (CE5002) Boundary Element Method	نام درس و تعداد واحد (نظری)
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مفهوم تابع گرین و استفاده از آن در روش باقیمانده‌های وزنی و مقایسه مفهوم / اجزاء مرزی و اجزاء محدود	
۲	مفهوم فرمول‌سازی مستقیم و غیرمستقیم انتگرال مرزی	
۳	تابع گرین مسائل ارنجاعی دوبعدی و سه بعدی و حل آن براساس فرمول‌سازی مستقیم و غیرمستقیم	
۴	حل مسائل دارای گوشه‌های تیز به کمک اجزاء مرزی	
۵	حل مسائل الاستودینامیک در حوزه تواتری و زمانی به کمک اجزاء مرزی	
۶	حل مسائل خمش صفحات و تعیین مقادیر ویژه آنها	
۷	حل مسائل ژئوتکنیکی به روش اجزاء مرزی	
۸	کاربرد روش اجزاء مرزی در حل مسائل الاستو- پلاستیک	
۹	ترکیب روش اجزاء مرزی و اجزاء محدود و فرمول‌بندی آنها	
۱۰	کاربرد نرم افزارهای مناسب	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	ارتعاشات تصادفی (CE5001) Random Vibrations	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	<ul style="list-style-type: none"> مقدمه‌ای بر بارگذاری سازه‌ها با ماهیت تصادفی ○ ضرورت مطالعه ارتعاش تصادفی ○ ساختار مدل‌های احتمالاتی ○ فرآیندهای تصادفی، تئوری احتمالاتی و آماری 	
۲	<ul style="list-style-type: none"> تحلیل فرآیندهای تصادفی ○ متغیرهای تصادفی و توابع توزیع احتمالاتی ○ تخمین میانگین و واریانس پارامترهای تصادفی ○ تعاریف: مانایی، تکسائی، حد، مشتق و انتگرال فرآیندهای تصادفی 	
۳	<ul style="list-style-type: none"> مدلهای تصادفی از پدیده‌های فیزیکی ○ شتاب زمین ناشی از ارتعاش زلزله ○ اثرات دینامیکی بر روی سازه‌ها ○ اثر نیروهای امواج دریا بر روی سازه‌های فراساحلی 	
۴	<ul style="list-style-type: none"> تحلیل دینامیک تصادفی در حوزه زمان ○ ارزیابی توابع پاسخ دینامیکی ○ ارتعاشات دینامیک ضربه‌ای(آنی) ○ پاسخ سیستم تک‌درجه خطی به دینامیک تصادفی 	
۵	<ul style="list-style-type: none"> تحلیل دینامیک تصادفی در حوزه فرکانس ○ توابع چگالی طیفی برای فرآیندهای تصادفی ○ فرآیندهای با ماهیت باند باریک تا باند پهن و نوفه سفید ○ دینامیک تصادفی سیستم‌های خطی و توابع تبدیل آنها ○ پاسخ سیستم یک درجه خطی در حوزه فرکانس 	
۶	<ul style="list-style-type: none"> تحلیل ماتریسی دینامیک تصادفی، ورودی و خروجی چندگانه ○ تحلیل سیستم چند درجه آزادی در حوزه زمان ○ تحلیل سیستم چند درجه آزادی در حوزه فرکانس ○ فرمول‌بندی فضای حالت در معادله دینامیکی حاکم با نگرش تصادفی 	
۷	<ul style="list-style-type: none"> مقدمه‌ای بر پردازش سیگنال ○ اصلاح خط مبنا و جداسازی و جداسازی سیگنال از اغتشاشات در شتابنگاشتها ○ بکارگیری لیوویو و متلب در جداسازی دیجیتال سیگنالها 	
۸	<ul style="list-style-type: none"> تخمین دقت اندازه‌گیری ○ تحلیل طیفی و واریانس اندازه‌گیرها ○ مزوری بر خطاهای اندازه‌گیری 	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	محاسبات نرم (CE4001) Soft Computation	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

توضیح: هدف این درس آشنایی با مبانی روشهای بهینه سازی تکاملی و مشخصاً الگوریتم ژنتیک، تئوری مجموعه های فازی و شبکه های عصبی مصنوعی و کاربردهای این روشها در مهندسی عمران است.
سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه‌ای بر مفهوم محاسبه دقیق، مفهوم الگوریتم، تفکیک محاسبات نرم از محاسبات دقیق	
۲	مقدمه‌ای بر مفهوم یادگیری و ارتباط آن با طبقه‌بندی داده‌ها، روش‌های مختلف طبقه‌بندی داده‌ها	
۳	مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی کلاسیک و الگوریتم جستجو، مقدمه‌ای بر نظریه زنجیرهای مارکوف مستقل از وابسته به زمان	
	الگوریتم ژنتیک Genetic Algorithm-GA	
۴	معرفی کلی از روشهای بهینه سازی تکاملی (الگوریتم تبرید شبیه‌سازی شده SA، الگوریتم PSO، الگوریتم ژنتیک، GA، تحلیل نظریه آن‌ها)	
۵	الگوریتم ژنتیک (مفاهیم پایه در الگوریتم ژنتیک، کدگذاری متغیرهای تصمیم، تابع ارزیابی و مشخصات آن، عملگرهای الگوریتم ژنتیک)	
۶	مدلسازی ژنتیک (عملگرهای الگوریتم ژنتیک، مدلسازی ژنتیک، روشهای بهینه سازی چند هدفه در الگوریتم ژنتیک)	
	تئوری مجموعه های فازی و منطق فازی Fuzzy Logic	
۷	مفاهیم پایه در تئوری منطق فازی (مقایسه مجموعه های فازی و کلاسیک، عملگرهای فازی، روابط فازی، روشهای غیرفازی ساز)	
۸	سیستم های استنتاج فازی (FIS)	
۹	خوشه بندی فازی، رگرسیون فازی، تصمیم گیری فازی	
	شبکه های عصبی مصنوعی Artificial Neural Network - ANN	
۱۰	مبانی شبکه‌های عصبی مصنوعی (مفاهیم اولیه، نرون ها و ارتباطات آنها، انواع توابع محرک، معماری شبکه و ارتباط بین نرونها، مراحل آموزش و آزمایش و آزمون شبکه، بهینه سازی شبکه)	
۱۱	مباحث شبکه های عصبی (نورون خطی، تحقق توابع خطی با شبکه های عصبی خطی، مدلسازی خطی فرایندها با تاکید بر تاخیر در ورودیها و خروجی ها)	
۱۲	قضیه تقریب عمومی، تقریب توابع غیر خطی یا شبکه های عصبی، مقدمه ای بر مدلسازی فرایندهای غیر خطی با شبکه عصبی	
۱۳	شبکه‌های عصبی مصنوعی توسعه یافته (معماری شبکه های ساده، معرفی انواع ساختارهای کنترل کننده های عصبی مانند کنترل پیشخور و کنترل پس‌خور، شبکه پس انتشار خطا، شبکه پرسپترون چند لایه MLP، شبکه های زمانی)	



	شبکه های آماری (GRNN ...)	
	سیستمهای تلفیقی <i>Hybrid Systems</i>	
	الگوریتم های تکاملی (انواع مختلف ، الگوریتم های تکامل ترکیبی، گستردهای ترکیبات و کاربرد آنها در تحلیل الگوریتم های تکاملی و جستجوی هوشمند)	۱۴
	سیستمهای عصبی فازی (ANFIS) و طراحی کنترل کننده فازی به کمک شبکه عصبی	۱۵

ملاحظات کلی: ارائه درس همراه با مروری بر نمونه های کاربرد تئوری های الگوریتم زنتیک و مجموعه های فازی و شبکه های عصبی مصنوعی و سیستمهای تلفیقی در زمینه های مختلف مهندسی عمران و انجام پروژه در این خصوص توصیه میشود



۲ واحد	روش اجزای مجزا (CE5004) Discrete Element Method	نام درس و تعداد واحد (نظری)
۳۲ ساعت	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	کلیات - کلیاتی از روش‌های عددی در تحلیل محیط‌های پیوسته - روش تفاوت‌های محدود و ...	
۲	مطالعه رفتار تماسی دو جسم - آشنایی با ماهیت و مدل‌های ویسکوالاستیک محیط‌های پیوسته - بررسی تماس دو جسم مجزا - مدل‌سازی رفتار ارتجاعی بین المان‌ها - مدل‌سازی ویسکوزیته بین المان‌ها	
۳	اصول و مبانی روش تحلیل اجزاء مجزا - خلاصه‌ای از روش دینامیک مولکول در فیزیک - روش اجزاء مجزا و انواع آن - انواع المان‌ها و مدل‌سازی رفتار آنها - مدل‌های تکیه‌گاهها - مدل‌های بارگذاری - تعیین گام زمانی تحلیل - الگوریتم محاسباتی	
۴	مطالعه پارامتریک - اثر شکل المان‌ها - اثر اندازه المان‌ها - اثر گام زمانی - اثر سرعت بارگذاری	
۵	کاربرد: - کاربرد روش اجزای مجزا در مکانیک سنگ - کاربرد روش اجزای مجزا در مکانیک خاک - کاربرد روش اجزای مجزا در سازه‌های آجری - کاربرد روش اجزای مجزا در سازه‌های بتنی - کاربرد روش اجزای مجزا در سازه‌های فولادی	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	پردازش سیگنال (CE5005) Signal processing	۲ واحد ۳۲ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	آشنایی با دستگاه‌های شنابنگاری و لرزه‌نگاری- آشنایی با شبکه‌های شنابنگاری و لرزه‌نگاری کشور و جهان- آشنایی با بانکهای شنابنگاری	
۲	سیگنالهای در فضای زمانی- آشنایی با سیگنالهای آنالوگ، زمان گسسته و دیجیتال- خصوصیات سیگنالها در فضای زمانی (علیت، حافظه و ...) - آشنایی با سیستم‌های خطی و خصوصیات آنها- مفهوم کانولوشن و کاربردهای آن	
۳	تبدیل فوریه (سیگنالهای با زمان پیوسته- سیگنالهای با زمان گسسته)- سیستم‌های خطی در فضای فوریه- کانولوشن در فضای فوریه	
۴	نمونه‌برداری- قضیه نمونه‌برداری- پدیده تداخل فرکانسی- نقش نمونه‌برداری در کاربردهای مهندسی (زلزله- پایش سلامت سازه - انفجار) - نمونه‌برداری در فضای فوریه	
۵	آشنایی با فیلترهای دیجیتال- فیلترهای با فاز خطی و غیرخطی و اثر آن در کاربردهای مهندسی زلزله	
۶	روشهای تجزیه و تحلیل رکوردهای جنبش نیرومند زمین- تصحیح دستگاهی- تصحیح خط پایه (شنابنگاشتهای میدان دور- شنابنگاشتهای میدان نزدیک)- حذف توفه	
۷	روشهای تهیه شنابنگاشت منطبق بر طیف (فضای زمانی- فضای فرکانسی)	



نام درس به فارسی	آمار و احتمالات پیشرفته (CE5008)	۳ واحد
روش ارزشیابی	Advanced Statistics	۴۸ ساعت
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		

سر فصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مروری بر نظریه احتمال - متغیرهای تصادفی، تابع چگالی، توزیع یک بعد و چند بعدی جدا و بیوسته	
۲	توزیعهای مهم جدا و بیوسته نظیر دو جمله ای، پواسن، هندسی، فوق هندسی دوجمله ای منفی، نمایی، نرمال، گاما، بتا، وایبل و سایر توزیعهای جدا و بیوسته مهم	
۳	سیستمهای صف و انواع آن: ویژگیها، ورود، حجم سیستم فرآیند ورود، رفتار و دیسپلین زمان سرویس و مکانیسم آن، حالت پایداری.	
۴	رفتار سیستمهای صف در طولانی مدت، زمان انتظار، سرویس، مطلوبیت و هزینه، رفتار در حالات پایداری با ورودیهای نامحدود، مدل‌های مارکوف، صفهای تک سرویسی، چند سرویسی و سایر حالات	
۵	مدلهای ریاضی و آماری و شبیه سازی سیستمهای ترافیک: جمع آوری و اطلاعات توزیع تجربی، فرض برای توزیع نظری و برآورد پارامترها، آزمون نکویی برازش برای هماهنگی توزیع نظری و تجربی، گای اسکور، کولموگروف و اسمیرنوف.	
۶	سیستمهای پیچیده ترافیکی و رگرسیون خطی - چند متغیری و شبیه سازی آنها (تولید متغیرهای تصادفی با روش های مختلف از توزیع های مختلف نظیر یکنواخت، نمایی، نرمال، گاما و ... در حالت های یک بعدی و دو بعدی و انطباق و کاربرد آنها برای شبیه سازی سیستمهای ترافیک و)	
۷	معرفی و کاربرد نرم افزارهای شبیه سازی سیستمهای ترافیکی و رگرسیون خطی - چند متغیری	
۸	کنترل کیفیت در سیستمهای ترافیک: سیستمهای سری و موازی و مختلط، مدل‌های خرابی سیستم، زمان خرابی سیستم، فرض های آماری برای کنترل کیفیت سیستم و تامین نیاز و موجودی برای نجات سیستم در حالات مختلف	
۹	روش های بهینه سازی در سیستمهای ترافیک: شهری، بین شهری، هوایی، دریایی، تلفن و ...	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	کاربرد RS و GIS در مهندسی عمران و آزمایشگاه (CE4010) RS and GIS Application in Civil Engineering (Water Resources) & Laboratory	۳ واحد ۴۸ ساعت
روشن ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
	سنجش از دور (RS)	
۱	کلیات سنجش از دور (مقدمه، تاریخچه سنجش از دور، اجزای مدل دور سنجی، مفاهیم بنیادی سنجش از دور)	
۲	فیزیک سنجش از دور (ویژگی های طیف الکترو مغناطیس، تعامل انرژی خورشیدی با اتمسفر و زمین)	
۳	ماهواره ها و سنجنده ها (انواع ماهواره ها و سنجنده ها، ویژگی های سنجنده های زمینی)	
۴	ویژگی های تصاویر ماهواره ای (ساختار تصاویر ماهواره ای، انواع تفکیک در تصاویر ماهواره ای)	
۵	فرایندهای اصلی پردازش رقومی تصاویر ماهواره ای (بیش پردازش، بازسازی، طبقه بندی و پس پردازش)	
۶	روش های تصحیح خطاها (رادومتریک و هندسی تصاویر ماهواره ای) و روش های بازسازی تصاویر ماهواره ای (بسط کتراست، فیلترینگ، نسبت گیری طیفی، تجزیه به مولفه های اصلی)	
۷	روش های کلاسیک طبقه بندی تصاویر ماهواره ای (طبقه بندی نظارت نشده و نظارت شده، نمونه گیری، ارزیابی صحت طبقه بندی، بر آورد ماتریس خطا، محاسبه ضریب کاپا)	
۸	کاربرد سنجش از دور در شناسایی سطوح و پوشش آنها (جنس زمین، سطوح آب، همواری سطوح، مشخصات پوشش گیاهی، سطح برف و یخ)	
۹	اجرای پروژه	
	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)	
۹	کلیات سیستم اطلاعات جغرافیایی (تعاریف، اجزاء، آشنائی با ساختار داده های مکانی، داده های برداری، شبکه ای)	
۱۰	آشنائی با داده های توصیفی و کاربرد آن ها در سامانه اطلاعات جغرافیایی (انواع جداول توصیفی، نحوه تولید و ویرایش آن ها، انواع ارتباط جداول، نحوه اتصال آن ها به یکدیگر و به داده های مکانی)	
۱۱	رقومی سازی داده های برداری (زمین مرجع نمودن نقشه ها، رقومی سازی و ویرایش انواع داده ها ...)	
۱۲	تجزیه و تحلیل داده های مکانی برداری (یکپارچه سازی، جداسازی، ادغام، اتصال، یکسان سازی موضوعی، جریم یابی، تولید چند ضلعی های تپسن)	
۱۳	مدل رقومی زمین (ساختار مدل رقومی زمین، کاربرد مدل در تهیه نقشه های شیب، وجه شیب، هیپسومتری، نقشه های سایه و روشن، مدل های هیدرولوژیکی، تهیه نقشه حوضه آبریز، استخراج شبکه آبراه های حوضه، ترسیم میدان دید، تعیین حجم و سطح خاکبرداری و خاکریزی)	
۱۴	تجزیه و تحلیل داده های شبکه ای (مفاهیم اولیه، آشنائی با کار برخی از عملگرها و توابع محاسباتی)	
۱۵	آماده سازی نقشه ها به منظور تهیه خروجی (نماد سازی کارتوگرافیک، عوارض مکانی، استفاده از رنگ، تولید و ...)	



	تنظیم عناصر نقشه نظیر شبکه مختصاتی، راهنما، مقیاس و ...)	
۱۶	تعریف داده های عمرانی (داده های مسیر رودخانه و جاده، داده های سطوح طبیعی بیابان و کوه و جنگل، داده های سطوح آب دریاچه و دریا، داده های شهری)	
*	اجرای پروژه	

