



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 الاجراست:

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 الاجراست.

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 اجرا 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 اجراست 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 خوداری 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 سایر گرایشها 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



الف : دروس کارشناسی ارشد

۱-۲ کارشناسی ارشد مهندسی سازه

واحدهای درسی (۳۲ واحد)

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

جدول ۱-۲

دروس اجباری

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	دینامیک سازه CE4100	۳
۲	تئوری الاستیسیته CE4101	۳
۳	یکی از دروس : - تحلیل غیر ارتجاعی سازه CE4102 - ریاضیات عالی مهندسی CE4000	۳
۴	روش اجزاء محدود CE4002	۳



جدول ۲-۲

دروس اختیاری- مهندسی سازه

مجموعه ج		مجموعه ب		مجموعه الف		ردیف
تعداد واحد	دروس ریاضی و محاسباتی	تعداد واحد	مکانیک سازه و مواد	تعداد واحد	تحلیل و طراحی سازه	
۳	ریاضیات عالی مهندسی CE4000	۳	تکنولوژی عالی بتن CE4111	۳	سازه‌های بتن آرمه پیشرفته CE4105	۱
۳	اجزاء محدود پیشرفته (غیر خطی) CE5000	۳	تئوری ورق و پوسته CE4115	۳	سازه‌های فولادی پیشرفته CE4106	۲
۲	روش اجزاء مرزی CE5002	۳	مکانیک محیط پوسته CE4116	۳	طراحی پل CE4107	۳
۳	بهینه سازی CE5114	۳	مکانیک مواد مرکب CE5109	۲	بتن پیش تنیده CE5100	۴
۲	قابلیت اعتمادسازه CE5115	۳	تئوری پلاستیسیته CE4117	۳	طراحی ساختمانهای صنعتی CE4108	۵
۳	ارتعاشات تصادفی CE5001	۳	مکانیک شکست CE5006	۳	پایداری سازه CE4109	۶
۳	محاسبات نرم CE4001	۳	طراحی غشاء و پوسته CE5111	۲	ساختمانهای بلند CE4110	۷
				۳	تئوری انفجار و طراحی سازه ها در برابر آن CE5116	۸
				۳	دینامیک سازه های پیشرفته CE5102	۹
				۲	آزمایشگاه و تحلیل تجربی سازه CE5103	۱۰
				۳	تحلیل غیرارتجاعی سازه ها CE5104	۱۱
				۳	طراحی لرزه ای سازه ها CE4111	۱۲
				۳	بهسازی لرزه ای سازه های موجود CE4112	۱۳
				۳	اثر زلزله بر سازه های ویژه CE5105	۱۴



				۳	اندرکنش خاک و سازه CE5117	۱۵
				۳	کنترل سازه ها CE5106	۱۶
				۲	پایش سلامت سازه ها CE5107	۱۷
				۳	طراحی سازه ها بر اساس عملکرد CE5108	۱۸
				۲	روش تخریب ساختمان CE4119	۱۹



فصل سوم

سیلابس دروس



۱-۳ سازه



نام درس و تعداد واحد (نظری)	دینامیک سازه (CE4100) Dynamics of Structures	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	تفاوت تحلیل های استاتیکی و دینامیکی	
۲	انواع بارهای دینامیکی	
۳	درجات آزادی و نحوه مدل کردن سازه ها	
۴	معادلات حرکت در سیستم های یک درجه آزادی	
۵	ارتعاش آزاد سیستم های یک درجه آزادی	
۶	تحلیل دینامیکی سیستم های یک درجه آزادی در مقابل انواع بارها (هارمونیک، ضربه‌ای و ...)	
۷	انتگرال دیوهمال و تحلیل سیستم ها به روش فوق	
۸	تحلیل دینامیکی غیرخطی سیستم های یک درجه آزادی	
۹	روش های عددی در تحلیل دینامیکی خطی و غیرخطی سیستم های یک درجه آزادی	
۱۰	تعیین معادلات سیستم های چند درجه آزادی	
۱۱	ارتعاش آزاد سیستم های چند درجه آزادی و تعیین مقادیر ویژه و مدهای ارتعاشی	
۱۲	روش آنالیز مودال جهت تحلیل سیستم های چند درجه آزادی	
۱۳	روش انتگرالگیری مستقیم جهت تحلیل سیستم های یک و چند درجه آزادی	
۱۴	روش فرکانسبند جهت تحلیل دینامیکی سیستم های چند درجه آزادی	
۱۵	معادلات تعادل و تحلیل دینامیکی سیستم های چند درجه آزادی به روش ماتریسی	
۱۶	تحلیل دینامیکی سیستم های پیوسته ساده	
۱۷	آشنایی با برنامه های کامپیوتری تحلیل دینامیکی	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	تئوری الاستیسیته (CE4101) Theory of Elasticity	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه	
۲	تانسورهای تنش و کرنش و رابطه خطی آنها	
۳	روابط تنش در صفحه و کرنش در صفحه، تعادل، سازگاری، شرایط مرزی، اصل سن و نان	
۴	مسائل دو بعدی الاستیسیته در مختصات مستطیلی، تابع تنش، حل به کمک چند جمله‌ای‌ها و سری فوری، محاسبه تغییرشکلها	
۵	مسائل دوبعدی در مختصات قطبی، روابط حاکم در مختصات قطبی، مسایل با تقارن محوری، میله‌های خمیده، جابجایی لیمای، سوراخ‌های دایره‌ای، مرز مستقیم، گوه، نیروی متمرکز، حل سری، شکاف	
۶	فضایای کلی در حالات سه بعدی، تعادل سازگاری، جابجایی، انرژی کرنشی، کار مجازی، قضیه یگانگی، قضیه اثرات متقابل.	
۷	معادله حرکت بر حسب جابجایی، بنانسیل‌های اسکالر و برداری، معادله موج، تابع گرین، مسأله بوزینسک	
۸	مبانی تئوری پلاستیسیته، سطوح تسلیم، معیارهای فون میس، ترسکا، موهر کلمب و دراگر - پراگر.	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	تحلیل غیرارتجاعی سازه (CE4102) Inelastic Analysis of Structures	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	روابط تنش- کرنش؛ شکل‌پذیری بر اساس کرنش؛ تغییر شکل غیر الاستیک میله‌ها	
۲	روابط لنگر - انحناء برای تیر و ستون؛ محاسبه روابط لنگر - انحناء برای انواع مقاطع و مصالح (فولاد و بتن)، ضریب شکل، شکل‌پذیری انحناء، اثر نیروی محوری و اثر نیروی برش در مقاومت خمشی و ظرفیت شکل‌پذیری انحناء. رابطه ظرفیت انحناء با ظرفیت کرنش، اثر تنش‌های حرارتی و پس‌ماند.	
۳	رابطه لنگر - چرخش برای تیر و ستون؛ ناحیه غیر الاستیک در تیرها؛ مفصل پلاستیک، طول معادل مفصل پلاستیک، ظرفیت چرخش پلاستیک، اثر نیروی محوری و برش در رابطه لنگر - چرخش. رابطه ظرفیت چرخش با ظرفیت انحناء، اثر تنش‌های حرارتی و پس‌ماند.	
۴	تحلیل پلاستیک تیرها و قابها؛ بار فروریختگی، قضایای کرانه پایینی، کرانه بالایی و یگانگی، روش تعادل، روش مکانیزم، محدودیت‌های تحلیل پلاستیک، اثر نیروی محوری، اثر برش، محاسبه چرخش مفاصل، محاسبه تغییر شکلها، اثرات $P-\Delta$.	
۵	المان تیر ستون غیر الاستیک؛ تغییر شکل غیرالاستیک با طول گسترده، اثرات غیر خطی هندسی، ماتریس سختی هماسی، انواع المانهای ساده شده.	
۶	تحلیل غیرخطی قابها؛ قابهای با مفصلهای صلب پلاستیک، قابهای با رفتار غیرالاستیک، قابهای با اتصالات نیمه صلب، اثرات $P-\Delta$ ، ظرفیت گریز طبقه، روشهای استاتیکی کنترل نیرو و کنترل جابجایی	
۷	مدلهای کامپیوتری تحلیل غیرخطی؛ مدل‌های نواحی غیرالاستیک گسترده، اجزاء فیزیکی، اتصالات، بند و فنرهای غیرارتجاعی و غیر خطی، روشهای عددی حل مسائل غیرخطی، تحلیل دینامیکی قابهای غیرالاستیک، آشنایی با مبانی و کاربرد آیین نامه‌های مقررات ملی (مقررات ملی ساختمان و ۲۸۰۰) و بین المللی در تحلیل غرارنجاعی سازه‌ها.	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	سازه‌های بتن آرمه پیشرفته (CE4105) Advanced Reinforced Concrete	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	رفتار بتن تحت تنشهای چند محوری- نحوه انجام آزمایش، بررسی رفتار، مدلسازی، موارد کاربردی و اثر مقاومت بر رفتار	
۲	روابط تنش یا کرنش - اثر محصوریت، اثر نرخ بارگذاری و زمان	
۳	شکل‌پذیری سازه‌های بتن آرمه - رابطه لنگر و انحنا برای تیر و ستون، اثر محصوریت، رابطه لنگر با دوران، طول ناحیه پلاستیک، روشهای ساده معادل	
۴	دیوارهای برشی - شکل‌پذیری و مقاومت، دیوارهای کوتاه و بلند، طراحی دیوار	
۵	جمع شدگی و وارفتگی - مدل‌های مختلف محاسبه جمع شدگی و وارفتگی، محاسبه تغییرشکل زمانی تیر و دال	
۶	روش خطوط گسیختگی - مکانیزم گسیختگی، طراحی میلگرد دال	
۷	بتن مسلح به الیاف - فشار، کشش، خمش، ضربه، بتن مسلح به فروسیمان	
۸	آزمایش بارگذاری - ارزیابی مقاومت سازه‌های موجود	
۹	طراحی در مقابل حریق - رفتار بتن و میلگردها در دماهای زیاد، مقاومت در حریق	
۱۰	طراحی سازه‌های بتن آرمه برای ضربه و انفجار - مقاومت و روابط ساختاری در نرخ کرنش خیلی زیاد، نحوه لحاظ بار انفجار	
۱۱	روشهای ترمیم و بهینه سازی سازه‌های بتنی	
۱۲	مبانی طراحی سازه‌های خاص - سیلو، دودکش، منابع، سازه های دیوار باربر	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	سازه‌های فولادی پیشرفته (CE4106) Advanced Steel Design	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	اصول پایداری اجزای فشاری در حد ارتجاعی و غیر ارتجاعی، اثر تنشهای پسماند، طراح اعضای فشاری در خرابها و قاپها، ناپایداری قاپها، تعیین طول مؤثر اجزای فشاری، بررسی مبنای آیین‌نامه‌ها	
۲	تحلیل پایداری سازه‌ها و اثرات درجه دوم ($P - \delta, P - \Delta$) در تحلیل سازه‌ها و روش‌های انجام تحلیل‌های پایداری	
۳	بیجش تیرها، مقاطع مختلف، ترکیبات خمش و بیجش، کماتش بیجشی، تیرهای بدون تکیه گاه جانبی، بررسی خواص مقاطع مختلف، بررسی تکیه‌گاه‌های جانبی	
۴	طرح تیر ستونها: روشهای تحلیل پایداری تیر ستونها در شرایط مختلف بار محوری و بارهای جانبی و لنگرها، بررسی ضوابط آیین‌نامه‌ها و مبنای آنها	
۵	طرح تیر با مقطع متغیر، طرح تیر ستون با مقطع متغیر، تیر ورقهای دوگانه	
۶	طرح تیرهای مختلط از فولاد و بتن، روشهای ساخت، اتصالات برشی، بررسی مبنای ضوابط آیین‌نامه‌ها و کاربرد آن، روشهای بهینه‌سازی طراحی سقفها	
۷	طراحی سیستم‌های مرکب (Composite)	
۸	تحلیل و طراحی انواع اتصالات برشی و خمشی	
۹	طراحی اتصالات اعضای قوطی (BOX) و لوله (HSS)	
۱۰	طراحی بر اساس تحلیل غیرخطی	
۱۱	بررسی سیستمهای باربر جانبی در سازه‌های فولادی و روش آنالیز و طراحی آنها	
۱۲	سازه‌های بلند و آسمانخراشها	
۱۳	طراحی با توجه به خستگی، طرح اعضا و اتصالات	
۱۴	اثر جمع‌شدگی آب باران و بارهای متحرک در سقف	
۱۵	طراحی مهاربندی‌های تیرها و ستونها	
۱۶	ملاحظات سرویس‌پذیری سازه‌های فولادی	
۱۷	طراحی سازه در مقابل حریق	
۱۸	کنترل کیفیت سازه‌های فولادی	



	ارزیابی سازه‌های فولادی موجود و کنترل کیفیت	۱۹
	ملاحظات ویژه	۲۰
--		۲۱



۳ واحد ۴۸ ساعت	طراحی پل (CE4107) Bridge Design	نام درس و تعداد واحد (نظری) روش ارزشیابی
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه انواع پل ها، آیین نامه ها	
۲	بار های وارده بر پل های راه و راه آهن، مطالعات هیدرولیکی و آب نسنگی در پلها	
۳	تحلیل دال تخت بارمترکز، مقدار بارهای متحرک، حرکت طولی و توزیع عرضی بار، طراحی پل های طاقی	
۴	طراحی پل های بتن آرمه	
۵	طراحی پل های بتنی پیش تنیده	
۶	طراحی پل های فولادی و مرکب	
۷	پل با کابل باربر	
۸	انواع پایه ها، روش تحلیل و طراحی، روشهای تعمیر و نگهداری پلها	
۹	تغییر شکل زمانی	
۱۰	ارتعاش عرشه	
۱۱	تغییرات دما و درز انبساط	
۱۲	طراحی با توجه به خستگی	
۱۳	نگهداری	
۱۴	ارزیابی پل موجود	
۱۵	عمرت	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	بتن پیش تنیده (CE5100) Prestressed Concrete	۳ واحد ۴۸ ساعت
روشن ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه	
۲	مصالح - بتن معمولی و مقاومت بالا، جمع شدگی و وارفتگی، اثر تغییر دما، فولاد ترمه، نیمه سخت و سخت	
۳	پیش تنیدگی بتن، پیش تنیدگی الکتریکی و شیمیایی، پیش تنیدگی مکانیکی، روشهای پس کشیدگی، روش پیش کشیدگی، مهار فولاد پیش تنیده، انواع فولاد پیش تنیدگی	
۴	طراحی در حالت حدی (سرویس) - مراحل مختلف پیش تنیدگی و اعمار بار در تیرها، کابل با خروج از مرکزی بکنواخت، کابل با خروج از مرکزی متغیر، پروفیل کابل، روش توازن بار، مقاطع مستطیل، جمبه ای، T شکل، I شکل، محدودیت تنش در فولاد و بتن	
۵	کنترل مقاطع خمشی در حالت حدی نهایی، توزیع تنش در بتن و فولاد	
۶	بتن آرمه پیش تنیده - تحلیل مقطع با فولاد معمولی و فولاد پیش تنیدگی	
۷	انلاف پیش تنیدگی - پیش بینی کلی انلاف، لغزش در مهار، کوتاه شدن ارتجاعی بتن، انلاف بر اثر اصطکاک، انلاف بر اثر جمع شدگی و وارفتگی، انلاف بر اثر وادهی تنش در فولاد، روشهای دقیق تر تخمین مرحله ای انلاف	
۸	محاسبات برشی - کشش قطری، تسلیح جان، اثر انحنای کابل، انلاف انرژی ناشی از کشش همزمان کابلها	
۹	همکاری بتن و فولاد پیش تنیدگی - تنش بیوستگی، طول انتقال بار، طول مهاری، محافظت از کابل، روشهای ساده طراحی ناحیه مهار، تحلیل دقیق تر، تسلیح ناحیه مهار	
۱۰	تیرهای بیوسه و قله های بتن پیش تنیده، نیروهای ناشی از بیوستگی، پیش تنیدگی دایره ای، مخازن و سیلواها	
۱۱	کاربرد - تیرها، دالهای پیش تنیده، مخازن پیش تنیده، دیوار و ستونهای پیش تنیده	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	طراحی سازه‌های صنعتی (CE4108) Design of Industrial Structures	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مفاهیم و کلیات	
۲	دیدگاه سیستمی در طراحی سازه‌های صنعتی	
۳	مباحث معماری صنعتی	
۴	اصول طراحی سالن‌های صنعتی بدون جرثقیل	
۵	خستگی در سازه‌های صنعتی	
۶	اصول طراحی سالن‌های صنعتی دارای جرثقیل	
۷	خراب‌های فضایی	
۸	خوردگی و روش‌های برخورد با آن	
۹	پی‌سازی صنعتی و اصول تحلیل دینامیکی پی	
۱۰	طراحی سیلوها	
۱۱	طراحی مخازن فولادی	
۱۲	طراحی دودکش‌ها	
۱۳	نقشه‌کشی و مستندسازی	
۱۴	پروژه	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	پایداری سازه (CE4109) Stability of Structures	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سر فصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	بررسی پایداری ستون به روش استاتیکی - معادلات دیفرانسیل تیر ستون، شرایط حدی.	
۲	اثر برش و تغییر شکل محوری، رفتار غیر ارتجاعی.	
۳	ستون با نقص اولیه، تغییرشکلهای بزرگ	
۴	بار بحرانی دو مدولی، بار مدول نائزاتی، مبانی روابط آئین نامه، قوس کم عمق، مدل‌های میله صلب و فنر	
۵	بررسی پایداری سازه به روش استاتیکی - ماتریس‌های سختی و انعطاف، توابع پایداری، بار جانی،	
۶	قابهای مثلثی، قابهای چند طبقه	
۷	سازه‌های بار رفتار غیر ارتجاعی، مبانی ضوابط آئین نامه، ناپایداری برکهای شدن، مدل‌های میله صلب و فنر	
۸	روش دینامیکی - حل معادلات دینامیکی برای ارتعاش و بار بحرانی تیر ستون، مدل‌های جرم-میله صلب- فنر، بارهای غیر کسرواتیو، بار پیرو، فضای لیابانوف و تعریف پایداری	
۹	روشهای انرژی - انرژی پتانسیل، تغییرشکلهای کوچک و بزرگ، رفتار پس از گمانش، جهش دینامیکی، روشهای تقریبی کسرهای ریلی و تیموشنکو، تیر ستون بر بستر الاستیک	
۱۰	گمانش ورق و پوسته - معادلات دیفرانسیل ورق، گمانش ورقهای مستطیل شکل، روشهای تقریبی، گمانش غشاء و پوسته	
۱۱		



نام درس و تعداد واحد (نظری)	ساختمانهای بلند (CE4110) High Rise Structures	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سر فصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه‌ای بر ویژگیهای ساختمان‌های بلند ، ویژگی‌های زیبایی‌شناسی و نمادسازی - ویژگی‌های اقتصادی ساختمان‌های بلند - تأثیر ساختمان‌های بلند بر مناطق شهری و محیط زیست	
۲	سیستم‌های باربر نقلی : انواع سیستم‌های کف متداول - سیستم‌های کف پیش‌تنیده	
۳	سیستم‌های مقاوم جانبی متداول: سازه‌های بلند فولادی - سازه‌های بلند بتنی - سازه‌های بلند مرکب (کامپوزیت)	
۴	اثر باد بر ساختمان‌های بلند : ماهیت و ویژگی‌های نیروی باد - بارگذاری آیین‌نامه‌ای نیروی باد - کاربرد تونل باد	
۵	طرح لرزه‌ای ساختمان‌های بلند: - مفاهیم طرح لرزه‌ای - رفتار ساختمان‌های بلند تحت اثر زلزله و پارامترهای مونتر بر آن - تحلیل‌های دینامیکی	
۶	آشنایی با تکنولوژی کاهش خطر لرزه‌ای : جداسازی لرزه‌ای - جاذب‌های انرژی - کنترل سازه‌ها	
۷	مباحث ویژه: تفاوت در تغییر طول ستون‌ها - مسائل مرتبط با تسطیح کف‌ها - ارتعاشات کف‌ها - اثرات چشمه اتصال - انواع فونداسیون ساختمان‌های بلند - طرح لرزه‌ای دیافراگم‌ها - پوشش‌های نما	
۸	معرفی ۱۰ ساختمان بلند جهان با تأکید بر سیستم‌های سازه‌ای	



بسم الله الرحمن الرحيم

مشخصات کلی دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی عمران

مقدمه:

رشد سریع و روز افزون علوم مختلف در جهان به ویژه در چند دهه اخیر، لزوم برنامه ریزی مناسب و تلاش مضاعف جهت هماهنگی با پیشرفت های گسترده علمی و صنعتی را ضروری می سازد. بدون شک خودیابوری و استفاده مطلوب از خلاقیت های انسانی و ثروت های ملی از مهم ترین عواملی است که در این راستا می توانند مثرنمر واقع شوند و در حقیقت با برنامه ریزی مناسب و استفاده از ابزار و امکانات موجود می توان در مسیر ترقی و پیشرفت کشور گام نهاد.

در کشور ما خوشبختانه بعد از پیروزی انقلاب اسلامی و به ویژه در برنامه های پنج سال اول تا چهارم توسعه اقتصادی، سرمایه گذاری های قابل توجهی در بخش های مختلف صنعت صورت گرفته است که نتایج مثبت آن به تدریج نمایان شده و نظر به روح حاکم در برنامه سوم و چهارم، امید می رود که در سال های آینده بیشتر به ثمر برسد. بدیهی است سرمایه گذاریها باید صرف ایجاد بستر به منظور تولید فناوری و نه انتقال آن گردد. گرچه انتقال فناوری ممکن است در کوتاه مدت کارساز باشد ولی در دراز مدت مشکلات را حل نخواهد کرد.

بدون تردید پیشرفت صنعتی و حرکت به سوی استقلال و خود کفائی که از اهداف والای انقلاب اسلامی است، بدون توجه کافی به امر تحقیقات میسر نبوده و تحقق انجام آموزش در بالاترین سطح و پژوهش در مرزهای دانش و استفاده از فناوری پیشرفته را ایجاب می نماید. در این راستا، اجرای هر پروژه عمرانی در مراحل مختلف مطالعات اولیه، طرح، اجرا و کنترل های بعدی، نیازمند برنامه ریزی مناسب و استفاده مطلوب از آموزش در سطوح مختلف می باشد. آمارهای ارائه شده از جذب فارغ التحصیلان این مجموعه بوسیله وزارتخانه ها و ارگانهای دولتی و بخش خصوصی، اهمیت والای آموزش در مقاطع تحصیلات تکمیلی را نشان می دهد.

گروه فنی و مهندسی شورای عالی برنامه ریزی با اتکال به خداوند متعال و با امید به فراهم شدن زمینه های لازم برای ارتقاء در زمینه آموزش های فنی و مهندسی و با تجربیات پیشین در تهیه برنامه های درسی، اقدام به بازنگری کلی و اساسی مجموعه تحصیلات تکمیلی مهندسی عمران (مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری) نموده و شرط موفقیت را مشارکت و حمایت شایسته از جانب دانشگاهها در ارائه این دوره ها، تقویت و گسترش مراکز تحقیقاتی، تاسیس مراکز تحقیق و توسعه در صنعت و ارتباط منسجم آنها با دانشگاهها می داند. دستیابی به بالاترین سطح از علم و فناوری گرچه دشوار می باشد، لکن ضرورتی است که در سایه استعدادهای درخشان جوانان کشور، که تاریخ شاهد بروز شکوفایی آن در مقاطع مختلف بوده است، از



نام درس و تعداد واحد (نظری)	تئوری انفجار و طراحی سازه‌ها در برابر آن (CE5116) Blast Theory and Design of Structures	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	بررسی مکانیزم انفجار - مروری بر قوانین اساسی ترمودینامیک و روابط مشخص کننده حالت محیط و تحولات مختلف - معادلات اساسی جریان سیالات تراکم‌پذیر غیر لزج (معادلات حرکت- پیوستگی- انرژی) - اصل بقای جرم- اصل بقای حرکت- بقای انرژی - بررسی معادلات حرکت ماده منفجره	
۲	مروری بر انتشار امواج در محیط‌های مختلف - انتشار امواج در جامدات - نحوه انتشار امواج در هوا به صورت حرکت آزاد- بارگذاری سازه‌های سطحی در اثر انفجار هوا - انفجار امواج در راهروهای ورودی سازه‌های مقاوم- انتشار امواج انفجاری در آب	
۳	بررسی مکانیزم نفوذ - بررسی اثرات فیزیکی سلاح‌ها بر روی خاک، سازه‌های مدفون در خاک و سازه‌های روی سطح - بررسی مکانیک نفوذ موج‌ها در اهداف بتنی - بررسی پدیده نفوذ در حالت اصابت مستقیم و حل معادله نفوذ- انتشار امواج در محیط الاستوبلاستیک (بر اساس قانون بنیادی پیشنهادی) در اثر برخورد مستقیم سلاح - بررسی اثرات سطحی، عمقی و موضعی - بررسی اثرات حرارتی در هوا، سطح و داخل خاک، و مصالح	
۴	مصالح مصرفی در سازه‌های مقاوم در برابر انفجارات کلاسیک (بتن- فولاد- خاک) و رفتار آنها تحت اثر بارهای کوتاه مدت و سازه‌های کامپوزیتی	
۵	بررسی نحوه عملکرد عوامل کاهش دهنده یا خنثی کننده اثرات انفجارات	
۶	مشخصات هندسی سازه‌های مختلف مقاوم در انفجار، طراحی دال‌ها و دیوارها در برابر بارهای انفجاری	
۷	تحلیل سازه‌ها در مقابل بارهای انفجاری دینامیکی (رفتار الاستوبلاستیک) و روش معادل استاتیکی (با تأکید بر شکل‌پذیری مصالح)	
۸	بررسی اثرات انفجار در فروریزی عمدی سازه‌ها	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	دینامیک سازه های پیشرفته (CE5102) Advanced Structural Dynamics	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه و مبانی	
۲	سازه‌های با جرم و سختی گسترده	
۳	تحلیل سیستم در فضای فرکانس - توابع مختلط پاسخ فرکانس	
۴	انواع تبدیل فوریه، حل سیستم‌های درگیر	
۵	تبدیل‌های فوریه با بازه زمانی کوتاه و موجک	
۶	شناسایی سیستم، مدها، فضای حالت	
۷	میرایی غیر کلاسیک	
۸	کاهش درجات آزادی	
۹	بیان هامیلتون و معادلات لاگرانژ	
۱۰	روشهای عددی	
۱۱	مدلهای رفتاری غیر خطی	



۲ واحد ۳۲ ساعت	آزمایشگاه و تحلیل تجربی سازه‌ها (CE5103) Experimental Analysis of Structures and Laboratory	نام درس و تعداد واحد (نظری و عملی)
آزمون نوشتاری و عملی		روش ارزشیابی

سرفصل:

تعداد جلسات	مباحث	ردیف
	آشنایی با انواع بارگذاری‌های شبه دینامیکی و دینامیکی	۱
	بررسی روش‌های تحلیل لرزه‌ای سازه‌ها به وسیله مدل‌سازی عددی و تجربی، مایتورینگ و سلامت سازه‌ها	۲
	بررسی انواع مدل‌سازی تجربی سازه‌ها، مصالح مصرفی، ساخت مدل، اثرات مقیاس و آنالیز ابعادی مدل‌های-	۳
	آشنایی با انواع میز لرزان و کف فوی، انواع جک‌های هیدرولیکی، قاب‌ها و دیوارها بارگذاری	۴
	آشنایی با انواع وسایل بارگذاری در شرایط مختلف، ابزارهای اندازه‌گیری دقیق، دستگاه‌های ثبت اطلاعات،	۶
	آشنایی با روش‌های مختلف فیلترینگ، برداش داده‌ها و پس برداش.	۷



نام درس و تعداد واحد (نظری)	تحلیل غیرارتنجاعي سازه ها (CE5104) Nonlinear analysis of structures	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سر فصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	روابط تنش- کرنش: شکل پذیری بر اساس کرنش. تغییر شکل غیر الاستیک میله‌ها	
۲	روابط لنگر - انحناء برای تیر و ستون. محاسبه روابط لنگر - انحناء برای انواع مقاطع و مصالح (قوادم و بتن). ضریب شکل. شکل پذیری انحناء. اثر نیروی محوری و اثر نیروی برش در مقاومت خمشی و ظرفیت شکل پذیری انحناء. رابطه ظرفیت انحناء با ظرفیت کرنش. اثر تنش‌های حرارتی و پس ماند	
۳	رابطه لنگر - چرخش برای تیر و ستون. ناحیه غیر الاستیک در تیرها. مفصل پلاستیک. طول معادل مفصل پلاستیک. ظرفیت چرخش پلاستیک. اثر نیروی محوری و برش در رابطه لنگر - چرخش. رابطه ظرفیت چرخش با ظرفیت انحناء. اثر تنش‌های حرارتی و پس ماند	
۴	تحلیل پلاستیک تیرها و قابها. بار فزوریختگی. قضایای کرانه پایینی. کرانه بالایی و یگانگی. روش تعادل. روش مکانیزم. محدودیت‌های تحلیل پلاستیک. اثر نیروی محوری. اثر برش. محاسبه چرخش مفاصل. محاسبه تغییر شکلها. اثرات $p-\Delta$	
۵	المان تیر ستون غیر الاستیک. تغییر شکل غیرالاستیک با طول گسترده. اثرات غیر خطی هندسی. ماتریس سختی مماسی. انواع المانهای ساده شده	
۶	تحلیل غیرخطی قابها. قابهای با مفصلهای صلب پلاستیک. قابهای با رفتار غیرالاستیک. قابهای با اتصالات نیمه صلب. اثرات $p-\Delta$. ظرفیت گریز طبقه. روشهای استاتیکی کنترل نیرو و کنترل جابجایی	
۷	مدلهای کامپیوتری تحلیل غیرخطی. مدل‌های نواحی غیرالاستیک گسترده. اجراء فیبری. اتصالات. بند و فنرهای غیرارتنجاعي و غیر خطی. روشهای عددی حل مسائل غیرخطی. تحلیل دینامیکی قابهای غیرالاستیک. آشنایی با مبانی و کاربرد آیین نامه های مقررات ملی (مقررات ملی ساختمان و ۲۸۰۰) و بین المللی در تحلیل غیر ارتجاعي سازه ها.	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	طراحی لرزه ای سازه ها (CE4111) Seismic Design of Structures	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	ملاحظات و ضوابط کلی طراحی سازه ها در برابر زلزله	
۲	منظمی و نامنظمی، طبقه ضعیف و نرم	
۳	سازه های بتن آرمه مقاوم، انواع شکل پذیری، عملکرد بتن و فولاد در برابر بارهای استاتیکی و رفت و برگشتی	
۴	ملاحظات اجرایی شکل پذیری سازه های بتنی، ضوابط مقررات ملی ساختمان	
۵	رفتار سیستم قاب خمشی بتن آرمه، ملاحظات ویژه طراحی	
۶	رفتار سیستم دیوار برشی، دیوارهای کوتاه و بلند، تحلیل و طراحی دیوارهای برشی ممتد و دیوار با یک یا چند ردیف بازشو	
۷	عملکرد سازه دیوار باربر بتن آرمه	
۸	سازه های فولادی مقاوم، عملکرد مصالح فلزی در برابر بارهای استاتیکی و رفت و برگشتی	
۹	رفتار سیستم قاب خمشی فولادی، ملاحظات ویژه طراحی با سطوح مختلف شکل پذیری	
۱۰	رفتار لرزه ای مهاربندهای همگرا و واگرا، ملاحظات ویژه طراحی با سطوح مختلف شکل پذیری	
۱۱	رفتار لرزه ای مهاربندهای ویژه زانویی، اصطکاکی و ...	
۱۲	ارزیابی عملکرد و ضوابط طراحی دیوار برشی فلزی و کامپوزیت	
۱۳	ملاحظات ویژه در طراحی لرزه ای ساختمانهای با مصالح بتنی	
۱۴	کنترل سازه ها، انواع سیستم های مستهلک کننده انرژی	
۱۵	آسیب پذیری سازه های بتن آرمه و روشهای بهسازی آنها	
۱۶	آسیب پذیری سازه های فولادی و روشهای بهسازی آنها	



۳ واحد ۴۸ ساعت	بهسازی لرزه‌ای سازه‌های موجود (CE4112) Seismic Rehabilitation of Existing Structures	نام درس و تعداد واحد (نظری)
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

سرفصل:

تعداد جلسات	مباحث	ردیف
	معرفی تاریخچه، مبانی و تعاریف بهسازی لرزه‌ای (انواع تلاشها به لحاظ رفتاری، اعضای سازه‌ای اصلی و غیراصلی، سطوح خطر زلزله، سطوح عملکرد کل ساختمان، اهداف بهسازی، سطوح اطلاعات و ضریب آگاهی انواع مقاومت مصالح، نقطه کنترل، نحوه تعریف بارهای وارده و ترکیب بارها، آیین نامه‌های بین‌المللی و داخلی روشهای تحلیل سازه استاتیکی معادل و تحلیل طیفی و محدودیتهای استفاده از آن ها	۱
	روش تحلیل سازه با روش تحلیل استاتیکی غیرخطی (pushover) مزایا و معایب آن	۲
	نحوه تعریف مفاصل پلاستیک در سازه‌های فولادی و بتنی (برای اعضای باربر جانبی در سیستمهای مختلف سازه‌ای)، نحوه تحلیل غیرخطی دیوارهای برشی به روش ستون معادل، نحوه مدلسازی فونداسیون	۳
	نحوه استفاده از نتایج تحلیل استاتیکی غیرخطی Pushover و نحوه محاسبه نقطه عملکرد Performance Point	۴
	مدلسازی و ارزیابی سازه‌های بتنی با قاب خمشی با دیوار برشی	۵
	روشهای بهسازی سازه های بتنی، اضافه کردن هسته های مقاوم مانند دیوار برشی بتن آرمه، انواع مهاربندها، تراکتهای بتنی، فلزی و کامپوزیتی، بیش تنیدگی خارجی	۶
	نحوه مدلسازی و ارزیابی سازه های فولادی با قاب خمشی، مهاربندی هم مرکز و خارج از مرکز	۷
	بهسازی سازه های فولادی، اضافه کردن هسته های مقاوم مانند دیوار برشی بتن آرمه، فولادی و کامپوزیت، اضافه کردن انواع مهاربندها، تقویت اجزای فولادی با ورق، بهسازی اجزای خمشی فولادی با بیش تنیدگی	۸
	مدلسازی و ارزیابی عملکرد سازه‌های مصالح بتنی	۹
	روشهای بهسازی لرزه‌ای سازه‌های مصالح بتنی	۱۰
	معرفی اجمالی سیستم جداسازی لرزه‌ای و نحوه مدلسازی و ارزیابی سازه‌ها با این سیستم شامل (معرفی سیستم،	۱۱
		۱۲



	انواع جداسازهای لرزه‌ای، اصول طراحی جداسازها، روشهای تحلیل و مدلسازی)	
۱۳	تحلیل سازه با روش تاریخچه زمانی خطی و غیرخطی، نحوه کار با شتاب نگاشتها تهیه خروجی‌ها	
۱۴	معرفی روشهای تحلیل استاتیکی غیرخطی پیشرفته (Modal Pushover & Adaptive Pushover) و روش تحلیل Incremental Dynamic Analysis-IDA	
۱۵	ارائه یک پروژه جهت تحلیل غیرخطی و بهسازی لرزه‌ای اجزای آن	



۳ واحد ۴۸ ساعت	اثر زلزله بر سازه‌های ویژه (CE5105) Seismic effect on Special Structures	نام درس و تعداد واحد (نظری)
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مفاهیم پایه مهندسی زلزله و دینامیک سازه‌ها	
۲	اثر زلزله بر سازه‌های ساختمانی بلند	
۳	اثر زلزله بر سازه‌های جداسازی شده	
۴	اثر زلزله بر سازه‌های کنترل شده (کنترل فعال و غیرفعال)	
۵	اثر زلزله بر پل‌ها	
۶	اثر زلزله بر دودکش‌ها و برج‌های خنک‌کن بتنی	
۷	مقدمه‌ای بر اندرکنش خاک - سازه	
۸	اثر زلزله بر سازه‌های مدفون	
۹	مقدمه‌ای بر اندرکنش آب - سازه	
۱۰	اثر زلزله بر سدها	
۱۱	اثر زلزله بر سازه‌های دریایی	
۱۲	اثر زلزله بر مخازن آب هوایی	



نام درس و تعداد واحد	اندرکنش خاک و سازه (CE5117)	۳ واحد
(نظری)	Soil Structure Interaction	۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه ای بر اندرکنش خاک و سازه و تاثیر آن بر پاسخ های سازه و خاک	
۲	مقدمه ای بر دینامیک سازه ها	
۳	اشاره ای بر تئوری انتشار امواج در خاک در حالت یک و دوبعدی	
۴	انواع روش های تحلیل اندرکنش خاک و سازه	
۵	اندرکنش خاک و سازه برای مدل توام خاک و سازه با تکیه بر مدلسازی مرزهای بی نهایت	
۶	اندرکنش خاک و سازه با استفاده از مدل زیرسازه	
۷	اندرکنش خاک و سازه برای پی های صلب	
۸	اندرکنش سینماتیک و ارائه روش های برآورد آن	
۹	تعیین تابع امیدانس خاک	
۱۰	اندرکنش اینرسیال در مدل اندرکنشی خاک و سازه	
۱۱	نحوه تعیین زمان تناوب و میرایی معادل سیستم اندرکنش خاک و سازه	
۱۲	بررسی رویکرد آیین نامه های لرزه ای برای در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه	



نام درس و تعداد واحد	کنترل سازه‌ها (CE5106)	۳ واحد
(نظری)	Structural Control	۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مفهوم کلی کنترل سازه‌ها اعم از کنترل غیرفعال، کنترل نیمه فعال، کنترل فعال، و کنترل هیبرید	
۲	الف - کنترل غیرفعال: بررسی عملکرد میراگرهای غیرفعال مانند میراگرهای اصطکاکی، فلزی، ویسکوالاستیک، سیال	
۳	بررسی مکانیزمهای کنترل غیر فعال از نوع TMD, TLD, و انواع سیستم های Base-Isolation	
۴	ب - کنترل نیمه فعال: بررسی عملکرد میراگرهای MR و ER و مصالح هوشمند مانند مواد پیزوالکتریک و SMA	
۵	ج - کنترل فعال: یادآوری برخی مطالب مورد نیاز از ریاضیات چون تبدیل لابلاس و حساب تغییرات	
۶	تئوری کنترل کلاسیک	
۷	تئوری کنترل کلاسیک بهینه برای حالات مختلفی چون Open-Loop, Closed-Loop, Open-Loop, Closed-Loop, حل عددی معادلات مربوطه	
۸	تئوری کنترل بهینه لحظه ای Instantaneous Optimal Control برای حالات Open-Loop, Closed-Loop, حل عددی معادلات مربوطه	
۹	د- سایر مکانیزمهای کنترل: بررسی کلی سایر روشهای کنترل فعال چون پالس، کنترل فضای مدی مستقل، کنترل جودی و ... مکانیزم های اعمال نیرو شامل ATMD, Active Tendons, AVS, AVD ...	
۱۰	مقدماتی از کنترل بایدار - توابع لیابانوف	



۲ واحد	پایش سلامت سازه‌ها (CE5107)	نام درس و تعداد واحد
۴۸ ساعت	Health Monitoring of Structures	(نظری)
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

سرفصل :

تعداد جلسات	مباحث	ردیف
	عملکرد کوتاه مدت و درازمدت سازه‌ها	۱
	اهداف پایش سلامت	۲
	کمیت‌های مورد اندازه‌گیری در پایش	۳
	ابزاربندی و انواع سنسورها	۴
	تعداد و موقعیت نصب سنسورها	۵
	شناسایی سیستم سازه	۶
	دوره زمانی اندازه‌گیری هر کمیت و پایش مداوم سازه‌های خیلی مهم	۷
	آزمایشها و اندازه‌گیری‌های غیر مخرب	۸
	استفاده از GPS	۹
	ردیابی آسیب	۱۰
	تحلیل نتایج و تعیین آسیب و طول عمر مانده سازه	۱۱



نام درس و تعداد واحد (نظری)	طراحی سازه‌ها بر اساس عملکرد (CE5108) Performance Based Design of Structures	۳ واحد
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	۴۸ ساعت

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	آشنایی با طراحی بر اساس عملکرد و تفاوت‌های آن با طراحی بر اساس نیرو	
۲	آشنایی با سطوح عملکردی ساختمان و آشنایی با سطوح خطر زلزله	
۳	آشنایی با مبانی تئوری غیرخطی برای سازه‌ها شامل: غیرخطی هندسه و مصالح، رفتار غیرخطی بتن و فولاد، اثرات P-delta و تغییرشکلهای بزرگ، تسلیم شدگی و جذب انرژی، رفتار ترد و شکل‌پذیر، حد شکل‌پذیری و اکت مقاومت، انرژی الاستیک و پلاستیک، سختی سیکنیک و نزول مقاومت، طراحی بر اساس مقاومت و طراحی بر اساس تغییرشکل، طراحی ظرفیت، مکانیزم خرابی، بارهای دائمی و سیلنیک	
۳	مدلسازی غیرخطی شامل: مدل‌های مصالح، مفاصل خمشی، محوری و برشی، مفاصل در آیین نامه FEMA، اندرکنش لنگر و نیروی محوری، مدل‌های فیزیکی برای شکلهای بیجیده، رفتار چندخطی الاستیک و پلاستیک، میراگرهای ویسکوز، مدل‌های جذب انرژی جداگرهای لرزهای، انواع حلقه‌های هیستریزس (kinetic, isotropic, Takeda, Pivot)، مسائل خاص در سازه‌های بلند.	
۴	تکنیک‌های آنالیز غیرخطی شامل: روش آنالیز زمانی FNA و بردارهای ریز، آنالیز تاریخچه زمانی گم به گام، تغییرشکلهای بزرگ و اثرات P-Delta، میرایی مودال و رایلی، رخداد‌های غیرخطی و تعیین وضعیت المانها، نیازمندیهای آنالیز pushover در ASCE41 و محدودیت‌های آن، روش کنترل نیرو و کنترل با تغییرمکان، تغییرشکلهای نامطلوب (snap-back & snap-through) منحنی pushover طیف پاسخ شتاب تغییر مکان (ADRS) و تغییرشکل هدف و روشهای اصلاح تغییرمکان، ارزیابی کارایی و سطوح کارایی، نسبت نیرو به تقاضا و معیارهای پذیرش.	
۵	نحوه ارزیابی سازه‌ها پس از تحلیل	
۶	مبانی و روشهای تحلیل سازه‌ها (استاتیکی و دینامیکی، خطی و غیرخطی)	
۷	سیستمهای نوین طراحی بر اساس عملکرد شامل: مهارندهای کماتش تاب، سیستمهای مهاربندی خارج از مرکز، سیستمهای جداساز لرزهای، تیرهای با مقطع کاهش یافته، نحوه در نظرگیری پلاستیسیته بانل زون، uplift در فونداسیون، خرس و جمع‌شدگی، اثرات بارگذاری حین ساخت، میراگرهای غیرخطی و کنترل تغییرشکل	



	سیتمهای مهارتندی فقط کششی، سازه‌های کابلی	
	تعریف پروژه انفرادی یا تیمی جهت طراحی یک سازه یا روش طراحی براساس عملکرد و مقایسه یا روش طراحی براساس مقاومت	۸



۲ واحد ۳۲ ساعت	روش تخریب ساختمان (CE4119)	نام درس و تعداد واحد (نظری)
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مسائل ایمنی در تخریب ساختمانها	
۲	بررسی پایداری ساختمان مجاور در نتیجه تخریب ساختمان موردنظر	
۳	شناخت کیفی و کمی دیوارها و اعضا باربر مشترک	
۴	شناخت تاسیسات برقی و مکانیکی	
۵	طراحی ترتیب تخریب اعضا	
۶	روش های تخریب دستی، تخریب با مواد شیمیایی و منبسط شونده	
۷	روش های تخریب با ماشین آلات	
۸	بررسی استفاده از بیل مکانیکی بدون ورود ضربه به اعضا ضعیف	
۹	معاینه مستمر جابجایی سازه مجاور از طریق بررسی وجود ترک و پیشرفت آن در زمان	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	تکنولوژی عالی بتن (CE4114) Advanced Concrete Technology	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	هیدراتاسیون سیمان: شیمی ترکیبات سیمان، اثر ترکیبات سیمان در مقاومت و حرارت، خواص ترکیبات حاصل از هیدراتاسیون، زل و خواص آن، ساختمان میکروسکوپی ترکیبات حاصل از هیدراتاسیون، مدل‌های هیدراتاسیون، اثر مواد مختلف در هیدراتاسیون	
۲	مقاومت بتن: مقاومت در فشار و در کشش، تأثیر عوامل مختلف در مقاومت، معادلات مقاومت، روابط بین مقاومت‌های مختلف بتن، روابط بین تخلخل و مقاومت، خستگی، مقاومت ضربه‌ای	
۳	تغییر شکل‌های وابسته به زمان بتن: ضربه، الاستیسیته استاتیکی و دینامیکی، روابط بین مقاومت و مدول الاستیسیته، روابط بین مدول‌ها و عوامل موثر بر میزان مدول‌ها، ضربه بواسون، اندازه‌گیری مدول‌ها، بتن با توجه به مدول فازهای تشکیل دهنده، عوامل موثر بر انقباض بتن، محاسبات میزان انقباض از آیین نامه‌های مختلف، اندازه‌گیری میزان انقباض، خزش و عوامل موثر بر خزش بتن، انواع تغییر شکلها، محاسبات میزان خزش از آیین نامه‌های مختلف، اندازه‌گیری خزش، اثرات خزش در سازه	
۴	طرح بتن: عوامل اساسی در طرح بتن، روابط بین مقاومت‌های مشخصه و هدف، مراحل طرح بتن، روش‌های وزنی و حجمی طرح بتن، طرح بتن با حباب هوا، طرح بتن‌های ویژه، طراحی بر اساس دوام	
۵	بتن تازه: رئولوژی بتن، مقایسه شیوه‌های مختلف سنجش کارایی، روش دو نقطه‌ای سنجش کارایی	
۶	مواد افزودنی و بوزولان‌ها در بتن: انواع مواد افزودنی و بوزولان‌ها، تأثیر مواد افزودنی و بوزولانها بر خواص بتن تازه و سخت شده، مکانیزم عمل مواد افزودنی و بوزولان‌ها، کاربرد مواد افزودنی و بوزولانها در بتن، تأثیر مواد افزودنی و بوزولان‌ها در دوام بتن	
۷	دوام بتن: خرابیهای بتن، خرابیهای شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی، مکانیسم خرابیها، خوردگیهای سولفاتی، کلریدی، کربناتی، واکنش قلیایی سنگدانه‌ها، یخ زدن آب شدن، سایش و فرسایش و خلاءزایی، روشهای پیشگیری خرابیها، روشهای افزایش دوام	
۸	ارزیابی بتن در سازه: مقاومت تسریع شده آزمایشات غیرمخرب (چکش اشعیت، ماورای صوت، بیرون آوردن و ...) روش‌های حرارتی، دستگاه‌های با امواج مختلف، آزمایشات مغزه‌گیری، پذیرش بتن، روش‌های آماری بررسی	



	نتایج	
	بتن‌های جدید: بتن پلیمری، بتن‌های با الیاف فولادی و پلیمری، بتن گویگردی، بتن غلطکی، بتن فروسیمانی، بتن‌های سب با مقاومت زیاد، بتن‌های سنگین، با مقاومت بسیار زیاد، بتن یا عملکرد بالا، بتن پلاستیک، بتن خود تراز	۹
	بتن حجیم: مسائل حرارتی، سیستم‌های کاهش دما، روش‌های پیش و پس سرد کردن و محاسبات آنها	۱۰



۳ واحد	تئوری ورق و پوسته (CE4115) Theory of Plates and Shells	نام درس و تعداد واحد (نظری)
۴۸ ساعت	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	خمش یک جهته ورق	
۲	خمش خالص ورق	
۳	خمش متقارن ورقهای دایره‌ای	
۴	ورقهای تحت بار جانبی	
۵	ورقهای مستطیلی با تکیه‌گاه ساده و سایر شرایط حدی	
۶	ورقهای با هندسه‌های دیگر	
۷	ورق بر روی بستر الاستیک	
۸	روشهای انرژی و تقریبی در تحلیل ورق	
۹	ورقهای غیر ایزوتروپیک	
۱۰	تحلیل ورق تحت بار جانبی و بار در صفحه و ناپایداری ورق	
۱۱	تغییر شکل بزرگ در ورق	
۱۲	پوسته‌های بدون خمش	
۱۳	مبانی پوسته‌های تحت خمش	
۱۴	روشهای عددی و اجزاء محدود	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مکانیک مواد مرکب (CE5109) Mechanics of Composite Material	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	کلیات، تعاریف، جداول الیاف و ماتریس بخش، میانی پایه روابط تنش- کرنش تک لایه (ایزوتروپ و ارتوتروپ خاص)	
۲	روابط تنش- کرنش تک لایه در حالت کلی ارتوتروپ، محاسبه نوابت الاستیک در راستای بارگذاری، حل مثال، روابط استحکام تک لایه (ایزوتروپ و ارتوتروپ)	
۳	معیارهای استحکامی Tsai-Hill, Tsai-Wu, روابط ساختاری (سفتی) یک چند لایه	
۴	معادلات ساختاری لمینه ها، حل مثال، تحلیل گسیختگی لمینه ها، تئوری اولین گسیختگی	
۵	تحلیل گسیختگی لمینه ها تئوری آخرین گسیختگی، حل مثال، تحلیل میکرومکانیک مواد مرکب	
۶	محاسبه استحکام، تحلیل تنشهای حرارتی، حل مثال، کاربرد سازه ای معادلات تعادل صفحه مرکب	
۷	خمش، گمانش و ارتعاش صفحات مرکب، مکانیک مقاطع تیرهای جدار نازک مرکب تحت بارهای متعارف استاتیکی	
۸	بررسی تنشها در اطراف سوراخ در صفحات کامپوزیتی، تنش های بین لایه ای	
۹	معرفی نمونه های استاندارد پایه مواد مرکب	
۱۰	ترمیم و تقویت سازه های بتن مسلح با پوشش پلیمری مدلهای چسب اتصال، تقویت خمشی، تقویت برشی، ارزیابی لرزه ای، هماهنگی بازدید علمی	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	تئوری پلاستیسیته (CE4117) Theory of Plasticity	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه	
۲	مسائل یک بعدی و میله‌ها	
۳	مبانی مکانیک محیط بیروسته - نانسور تنش و کرنش، معادلات تعادل	
۴	معیارهای تسلیم - ترسکا، فون میسس، رانکین، موهر کلمب، دراکر - پراگر، دیگر معیارها	
۵	تحلیل تنش برای حالت پلاستیک کامل - معیار بارگذاری، پتانسیل پلاستیک و قانون جریان	
۶	روابط ساختاری بصورت تغییرات	
۷	مخازن جدارنازک و جدار ضخیم	
۸	تحلیل تنش در حالت سخت شوندگی - تئوری تغییرشکل، سطح بارگذاری	
۹	قوانین جریان پلاستیک و سخت شوندگی	
۱۰	تنش مؤثر و کرنش پلاستیک مؤثر	
۱۱	مواد پایدار و شروط تعامد و تحجب، مخازن جدار نازک و جدار ضخیم	
۱۲	مدلهای بیش رفته - مدلهای چند سطحی، تئوری زمان ذاتی، روابط در فضای کرنش، مدلهای مناسب برای فلزات و بتن، مکانیک پلاستیک - آسیب	
۱۳	روشهای عددی و محاسباتی	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	طراحی غشاء و پوسته (CE511) Design of Membranes and Shells	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه	
۲	غشاء - علائم و تعاریف، غشاهای با محور تقارن، غشاهای با ضخامت متغیر و تنش یکنواخت، تغییر شکل غشاهای با محور تقارن، بارگذاری نامتقارن، غشاهای استوانه‌ای، کاربرد تابع تنش، اجزاء محدود غشاء	
۳	پوسته‌های استوانه‌ای - بارگذاری متقارن نسبت به محور استوانه، مسایل خاص، مخازن تحت فشار، مخازن استوانه‌ای با ضخامت یکنواخت، مخازن استوانه‌ای با ضخامت متغیر، تنش‌های حرارتی، حل پوسته استوانه‌ای با تغییر شکل محوری ناچیز، حالت عمومی، روش‌های عددی و اجزاء محدود	
۴	پوسته‌های با محور و بارگذاری متقارن - معادلات تعادل، پوسته‌های کروی با ضخامت ثابت، روش‌های تقریبی در حل پوسته‌های کروی، پوسته‌های کروی با حلقه، خمش متقارن پوسته‌های کم عمق، پوسته‌های مخروطی، حالت عمومی، روش‌های عددی و اجزاء محدود	
۵	ناپایداری غشاء پوسته - ناپایداری غشاء، ناپایداری پوسته کم عمق، ناپایداری پوسته عمیق، روش اجزاء محدود	
۶	طراحی غشاء و پوسته بتنی - استفاده از نتایج تحلیل برای طراحی تسلیح در پوسته، طراحی غشاهای بتنی و تسلیح آنها برای نیروی در صفحه، تحلیل و طراحی سقف‌های پوسته‌ای و غشایی به کمک نرم‌افزار	
۷	طراحی غشاء و پوسته‌های فلزی - معیارهای طراحی مخازن و ظروف فولادی، طراحی مخازن تحت فشار، استفاده از نرم‌افزار برای تحلیل و طراحی	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	بهبهینه سازی (CE5114) Optimization	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مبانی بهینه‌سازی	
۲	تابع هدف، شرایط قبلی، ایمنی، ضرایب اطمینان، مسایل چند هدفی	
۳	بهبهینه‌سازی مشروط، قیدهای مساوی و نامساوی	
۴	ماتریس هسین، گرادیان، ضرایب لاگرانژ، حساسیت سنجی، عدم اطمینان	
۵	نرم افزارها و روشهای محاسباتی	
۶	کاربرد در طراحی سازه، بهینه‌سازی توپولوژی، شکل و اندازه	



۲ واحد	قابلیت اعتمادسازه (CE5115)	نام درس و تعداد واحد
۳۲ ساعت	Reliability of Structures	(نظری)
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه و پیش زمینه، عدم قطعیت‌ها - تئوری مجموعه‌ها - تئوری احتمالات	
۲	تحلیل تصمیم‌گیری، درخت تصمیم‌گیری - تئوری هزینه مورد انتظار - تئوری مطلوبیت مورد انتظار - مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی بر مبنای قابلیت اعتماد - تحلیل ترمینال - تحلیل پیشین - پسین	
۳	مدلسازی احتمالاتی، متغیرهای تصادفی گسسته - متغیرهای تصادفی پیوسته - مدل‌های توزیع چندمتغیری - مدل‌های توزیع مقادیر کرانی - مدل‌های رگرسیون خطی - مدل‌های شکنندگی - مدل‌های شبکه بی‌زین - مدل‌های وقوع - مقدمه‌ای بر فرآیندهای انفجاری و میدان‌های تصادفی - مدل‌های تخفیف	
۴	تحلیل قابلیت اعتماد، تحلیل توابع - تبدیل احتمال - مسأله قابلیت اعتماد پایه‌ای - روش لگر دوم درجه اول - مشکل تغییرناپذیری و راه‌حل آن - روش قابلیت اعتماد مرتبه اول - معیارهای حساسیت و اهمیت - روش قابلیت اعتماد مرتبه دوم - روش‌های نمونه‌گیری - مقدمه‌ای بر رویه‌های پاسخ و شبکه‌های عصبی - تحلیل قابلیت اعتماد اجزا محدود - تحلیل قابلیت اعتماد چندمدلی - تحلیل ریسک با روش‌های قابلیت اعتماد - تحلیل قابلیت سیستم - ترکیب بارها - کالیبره کردن کدها	



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-زینتز 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 گرهی (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 گرهی)، المان های هرمی شکل (Pyramid) (المان های ۴، ۱۰ و ... گرهی)، المان های گوه ای شکل (Wedge) (المان های ۶، ۱۵ و ... گرهی)	
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 (Systemic) 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 (Linear Elastic Fracture Mechanics (LEFM): 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 ازجای دو بعدی 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 ANN - Artificial Neural Network	
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، گسترده های ترکیبات و کاربرد آن ها 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 متغیبری 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 متغیبری	
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	

