



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 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



## ۸-۲ کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت منابع آب

واحد‌های درسی (۳۲ واحد)

ردیف	نوع واحد	تعداد واحد	ملاحظات
۱	دروس اجباری	۱۲	بر اساس جدول ۲-۱۵ لیست دروس اجباری اختیار شود.
۲	دروس اختیاری	۱۲	بر اساس جدول ۲-۱۶ لیست دروس اختیاری اخذ شود.
۳	سمینار و روش تحقیق	۲	
۴	پایان نامه	۶	

### جدول ۲-۱۵

دروس اجباری- مهندسی و مدیریت منابع آب

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	هیدرولوژی مهندسی پیشرفته CE4701	۳
۲	تحلیل و مدیریت سیستم های منابع آب (یک) CE4702	۳
۳	آب های زیرزمینی پیشرفته CE4703	۳
۴	یکی از دروس: * هیدروانفورماتیک CE4704 * کاربرد RS و GIS در مهندسی عمران و آزمایشگاه CE4010	۳



جدول ۲-۱۶

دروس اختیاری- مهندسی و مدیریت منابع آب

ردیف	مجموعه الف		مجموعه ب		مجموعه ج	
	تعداد واحد	مبانی ریاضی و هیدرولیک	تعداد واحد	مهندسی منابع آب	تعداد واحد	برنامه ریزی و مدیریت منابع آب
۱	۳	هیدرولیک پیشرفته CE4601	۳	مدلهای هیدرولوژیکی CE4721	۳	تحلیل و مدیریت سیستم های منابع آب (دو) CE4731
۲	۳	روش های عددی در مهندسی آب CE4711	۳	هواشناسی و تغییر اقلیم CE4938	۳	مدیریت آب شهری CE4732
۳	۳	هیدرولیک محاسباتی CE4605	۳	اکتشاف و استخراج منابع آب CE4722	۳	اقتصاد پروژه های منابع آب CE4733
۴	۳	محاسبات نرم CE4001	۳	مدلسازی جریان و کیفیت آبهای سطحی CE4723	۳	سامانه های برق آبی CE4613
۵	۳	آمار و احتمالات پیشرفته CE5008	۳	مدل سازی جریان و کیفیت آبهای زیرزمینی CE4724	۳	ارزیابی اثرات زیست محیطی طرحهای عمرانی CE4942
۶	۳	تحلیل خطر، عدم قطعیت و اعتماد پذیری CE4712	۳	فرسایش و آبخیزداری CE4725	۳	مدیریت بهره برداری و حفاظت آب زیرزمینی و آبخوان CE4734
۷	۳	هیدرولوژی آماری CE5713	۳	هیدروکلیمانولوژی CE4726	۳	مدیریت سیلاب و خشکسالی CE4735
۸	۳	فرایندهای احتمالاتی در هیدرولوژی CE5714	۳	هیدروژئولوژی (پیشرفته) CE4727	۳	مدیریت کیفیت منابع آب CE4915
۹	۳	ریاضیات عالی مهندسی CE4000	۳	تغییر اقلیم و گرمایش جهانی CE4728		
۱۰						

\* اخذ یکی از دو درس روش های عددی در مهندسی آب یا هیدرولیک محاسباتی مجاز است.



# ۸-۳ مهندسی و مدیریت منابع آب



نام درس و تعداد واحد (نظری)	هیدرولوژی مهندسی پیشرفته (CE4701) Advanced Hydrology	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	کلیات و مفاهیم پایه (سیکل هیدرولوژی، مفهوم سیستم هیدرولوژیکی، حوضه های آبریز، بیلان حوضه آبریز	
۲	فرایندهای هیدرولوژیکی (معادلات پیوستگی و مومنتم؛ تئوری انتقال رینولدز، جریان در مجاری روباز، جریان در محیط متخلخل، بالانس انرژی و فرایندهای انتقال)	
۳	تخمین بارش باران و تلفات (جرخش های اتمسفری و بخار آب، بارش باران، تبخیر، تعریق، جریان غیراشباع، نفوذ، معادلات گرین-امپت، فریلین-هورتون)، و تلفات بارش (SCS و NRCS). بارش مازاد، روشهای سنجش و پایش پدیده های بارش)	
۴	تحلیل بارش- رواناب (رواناب مستقیم، جریان سطحی، هیدروگراف جریان، شبکه آبراهه‌ای و قوانین هورتون، سیستم های خطی، توابع پاسخ و انتگرال بیچشی)	
۵	هیدروگراف جریان (هیدروگراف واحد، مشاهداتی و ساختگی (SCS, Snyder, Clark)، جریان پایه، محاسبه هیدروگراف سیلاب با استفاده از هیدروگراف واحد)	
۶	روندبایی سیل (روندبایی سیل در مخزن، روش پالس و رانج کوتاه، روندبایی سیل در رودخانه، روش ماسکینگام و کار، معرفی مدل‌های کامپیوتری)	
۷	مبانی هیدرولوژی آماری (مبانی آمار و احتمال در هیدرولوژی، تکمیل نواقص داده ها، رگرسیون و تست های آماری، توابع توزیع احتمالاتی، تخمین پارامترهای توزیع و تست های تکوین برازش)	
۸	تحلیل فراوانی (تحلیل فراوانی با استفاده از توابع توزیع احتمالاتی؛ روش فاکتور فراوانی و ترسیم های احتمالاتی، معرفی نرم افزارهای کاربردی تحلیل فراوانی مانند: HEC-SSP, HYFA, HYFRAN. تحلیل فراوانی سیلاب منطقه ای)	
۹	تخمین بارش برف و تلفات (خصوصیات آب و یخ و برف، شناخت مراحل وقوع و انباشت برف، تعیین میزان آب معادل برف، مدل‌سازی گیرش برف، اندازه گیری برف در زمان ریزش، ادوات برف سنجی، اندازه گیری عمق برف، اندازه گیری برف روی زمین و تله متری برف-هسته)	
۱۰	تحلیل هیدرولوژی برف (بالانس آبی برف-هسته، ذخیره برف-هسته و تاخیر زمانی، مسیرهای جریان ذوب برف، هیدروگراف ذوب برف، سیلاب های ناشی از ذوب برف و باران روی برف)	
۱۱	طراحی هیدرولوژیکی (رگبارهای طراحی (Design Storms). روش های محاسبه مشخصه های هیتوگراف رگبار طرح، بارش حداکثر محتمل (PMP)، رگبار حداکثر محتمل (PMS)، روش های محاسبه مشخصات رگبار حداکثر محتمل (عمق، توزیع زمانی و مکانی)، سیلاب حداکثر محتمل (PMF)، سیلاب های طراحی (Design Floods)، تحلیل اطمینان (تحلیل عدم قطعیت، تعیین حدود اطمینان)	





نام درس و تعداد واحد (نظری)	تحلیل و مدیریت سیستم های منابع آب (یک) (CE4702) Water Resources System Analysis - I	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	کلیات (مفاهیم پایه برنامه ریزی منابع آب، مفهوم سیستم و اجزای آن، نگرش سیستمی، مدیریت جامع منابع آب IWRM و پایداری Sustainability)	
۲	مدلسازی سیستمها (چالش ها و پیشرفت ها در مدل سازی سیستم های منابع آب، روش های مدل سازی، شبیه سازی و بهینه سازی، گام های مدل سازی)	
۳	بهینه سازی کلاسیک (مبانی بهینه سازی و شرایط بهینگی: کان-تاکر، روش برنامه ریزی خطی، مدل های بهینه سازی خطی، روش سیمپلکس، تحلیل حساسیت)	
۴	بهینه سازی غیرخطی و برنامه ریزی (روش مضارب لاگرانژ، مدل های بهینه سازی غیرخطی، برنامه ریزی عددصحیح و پائیری، برنامه ریزی بویا، معرفی نرم افزارهای حل مسائل بهینه سازی (LINGO, GAMS) و کاربرد آنها)	
۵	برنامه ریزی شبکه (مدل های بهینه سازی شبکه، مسیر بحرانی و مدیریت پروژه)	
۶	مدل سازی سیستم های منابع آب (آشنایی با انواع مدل های منابع آب، مدل های تک هدفه و چندهدفه، مدل های تک منظوره و چندمنظوره)	
۷	مدل سازی مخازن سطحی آب (طراحی سیستم تک مخزنی به روش های شبیه سازی و بهینه سازی، بهینه سازی بهره برداری از سیستم تک مخزنی: سیاست بهره برداری - منحنی فرمان)	
۸	مدل سازی منابع آب رودخانه ای (مقدمه ای بر بهینه سازی منابع آب رودخانه، مدیریت کیفی رودخانه)	
۹	مدل سازی منابع آب زیرزمینی (مقدمه ای بر بهینه سازی منابع آب زیرزمینی، مدیریت آبهای زیرزمینی، مدیریت آبخوانها)	
۱۰	معرفی نرم افزارهای شبیه سازی حوضه آبریز (HEC- , MIKE-BASIN , WEAP , MODSIM ResPRM)	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	آب های زیرزمینی پیشرفته (CE4703) Advanced Groundwater	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	کلیات و مفاهیم پایه (تاریخچه، آشنایی با انواع محیط متخلخل (تحکیم نیافته، درز و شکافدار، کارستی)، انواع آبخوان (آزاد، تحت فشار، نشئی، موضعی) و خصوصیات آنها، تاریخچه بهره برداری از آبهای زیرزمینی با تاکید بر سیستم ایرانی کاریز یا قنات)	
۲	مقدمه مدلسازی (رویکرد پیوسته Continuum در محیط متخلخل، سیکل هیدرولوژی و معادله بیلان آب زیرزمینی، اطلاعات و داده های آبهای زیرزمینی و چگونگی ثبت و ضبط آنها)	
۳	مفاهیم جریان آبهای زیرزمینی (مفاهیم تخلخل و هدایت هیدرولیکی و ذخیره و گذردهی آبخوان، ناهمگنی و ناهمسانی در آبخوان ها)	
۴	معادله عمومی جریان آبهای زیرزمینی (قانون داری و کاربرد آن در حل مسائل جریان یک بعدی آب زیرزمینی، فرضیات دوپویی- فورکهایمر و کاربرد آن در جریان در آبخوان های آزاد)	
۵	تحلیل جریان آب زیر زمینی ( معادله عمومی جریان در آبخوان های تحت فشار و آزاد، کاربرد معادله جریان در حل مسائل جریان ماندگار یک بعدی، کاربرد معادله جریان در حل مسائل جریان غیرماندگار یک بعدی، تئوری بتانسیل و شبکه های جریان: جریان دوبعدی ماندگار)	
۶	هیدرولیک چاه آبخوان آزاد (هیدرولیک چاه در جریان ماندگار، هیدرولیک چاه در جریان غیرماندگار، آزمایش های بمیاز و تعیین خصوصیات هیدرولیکی آبخوان، جریان چاه در نزدیکی مرزها- روش تصاویر)	
۷	هیدرولیک چاه آبخوان تحت فشار (هیدرولیک چاه در جریان ماندگار، هیدرولیک چاه در جریان غیرماندگار (معادله تاپس، روش کوپر-جاکوب، روش جاو، روش برگشت، هیدرولیک چاه در جریان غیرماندگار آبخوان نشئی، سیستم های چندچاهی و چاه های ناقص)	
۸	آلودگی آب های زیرزمینی (کیفیت طبیعی آب زیرزمینی، شوری آب زیرزمینی و منابع آن، مشخصه های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی آب زیرزمینی، منابع آلاینده آب زیرزمینی: شهری و صنعتی و کشاورزی، آلاینده های محلول و غیر محلول آب زیرزمینی: LNAPL ها و DNAPL ها، روش های کاهش و کنترل آلودگی آب زیرزمینی)	
۹	تحلیل آلودگی آب های زیرزمینی (معادله انتقال-انتشار Advection- Dispersion آلاینده ها در آب زیرزمینی، حل تحلیلی معادله انتقال-انتشار)	
۱۰	بیمسازی آبهای زیر زمینی (بایش Monitoring کمی- کیفی آب زیرزمینی، روش های احیای آبخوان Aquifer Remediation با تاکید بر روش pump and treat)	
۱۱	تهاجم آب شور (انواع مسائل شوری در آبخوان ها و آبخوان های ساحلی و جزیره ای، معادلات گیبین-هرزبرگ و گلوور در تخمین فصل مشترک (Interface) آب شور و شیرین، تاثیر چاه در شکل فصل مشترک (معادله استرک)، بالا آمدگی فصل مشترک در اثر بمیاز، معادله فصل مشترک در آبخوان های جزیره ای، روش های کنترل تهاجم آب شور)	
۱۲	اشاره به مدل سازی عددی آب زیرزمینی (انواع مدل های عددی جهت حل معادلات جریان و انتقال آلاینده، روش تفاضل محدود در حل معادله جریان در شرایط ماندگار و غیر ماندگار، روش تفاضل محدود در حل معادله انتقال آلاینده، آشنایی با نرم افزارهای MODFLOW و MT3DMS و بسته های نرم افزاری مربوطه و کاربرد آنها)	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	هیدروانفورماتیک (اطلاع گری آب) (CE4704) Hydro-informatics	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل:

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه (مبانی هیدروانفورماتیک، داده کاوی، داده برداری)	
۲	ابزارهای اطلاع گری (بانکهای اطلاعاتی (متنی، دودویی، گرافیکی)، مدل های عددی، مدل های آماری و هوشمند، نرم افزارهای گرافیکی تصویری و نقطه ای، نرم افزارهای گرافیکی نقشه برداری و برداری)	
۳	آشنایی با مدل های هیدرولوژیک و هواشناسی (داده ها، پردازش ها و نتایج)	
۴	آشنایی با مدل های هیدرولیکی (داده ها، پردازش ها و نتایج)	
۵	آشنایی با محاسبات نرم و مدل های هوشمند (داده ها، پردازشها و نتایج)	
۶	کاربرد فناوری های نو در اطلاع گری (شبکه های کامپیوتری - اینترنت - ماهواره - ذخیره و انتقال برخط داده ها)	
۷	آشنایی با کاربردهای صفحات، گسترده (پردازش داده ها، برنامه نویسی و ماکرو، کارهای آماری، ترسیمات)	
۸	آشنایی با کاربردهای MATLAB (پردازش داده ها، برنامه نویسی، کارهای آماری، مدلسازی هوشمند، گرافیک)	
۹	فرمت های استاندارد انتقال داده بین نرم افزارها (داده های متنی - داده های برداری و گرافیک)	
۱۰	آشنایی با توانایی بانک های اطلاعاتی و داده کاوی (ACCESS, ORACLE, SQL)	
۱۱	آشنایی با برنامه های مرتبط با نقشه (داده ها، نتایج و script)	
۱۲	آشنایی با کاربردهای GIS و RS (arcMAP, arcGIS) برنامه نویسی، انتقال داده ها)	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	روش های عددی در مهندسی آب (CE4711) Numerical Methods in Water Engineering	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
	بخش اول: مبانی تئوریک مدلسازی عددی	
۱	لزوم و موارد کاربرد روش های عددی و مدلسازی ریاضی در مهندسی آب	
۲	تیین مراحل مختلف مدلسازی 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 مدلسازی عددی در مهندسی آب و منابع آب	
۹	مدلسازی های بارش-رواناب	
۱۰	مدلسازی آب سطحی رودخانه (معادلات حاکم- جریان عادی و سیلاب در رودخانه)	
۱۱	مدلسازی جریان در محیط متخلخل اشباع و غیراشباع (معادلات حاکم دائمی و غیردائمی، تراوش، آب زیر زمینی)	
۱۲	مدلسازی منابع آب زیر زمینی (معادله حاکم - جریان در سفره آب زیر زمینی- چشمه و چاه)	
۱۳	اشاره به مدلسازی آلودگی و رسوب منابع آب (معادله انتقال انتشار - آلودگی آبهای سطحی و مخازن سد - آلودگی آبهای زیر زمینی - رسوب رودخانه و مخازن)	

اخذ درس "هیدرولیک محاسباتی" به جای این درس بلامانع است. 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.



نام درس و تعداد واحد (نظری)	تحلیل خطر، عدم قطعیت و اعتماد پذیری (CE4712) <b>Risk Analysis, Uncertainties and Reliability</b>	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سر فصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	آشنایی با مفاهیم پایه تحلیل عدم قطعیت <sup>۱</sup> در مهندسی عمران (تعریف عدم قطعیت - منابع اصلی تولید عدم قطعیت - اهداف اصلی تحلیل عدم قطعیت - مروری بر روشهای کاربردی تحلیل عدم قطعیت)	
۲	آشنایی با مفاهیم پایه تحلیل ریسک <sup>۲</sup> و اعتماد پذیری <sup>۳</sup> در مهندسی عمران (تعاریف پایه ریسک و قابلیت اطمینان - روش های شناسایی مخاطرات و ریسک مربوط به آنها - روش های کاربردی تحلیل ریسک و انواع آن - عدم قطعیت در تحلیل ریسک و آسیب پذیری <sup>۴</sup> )	
۳	مفاهیم اساسی آمار و احتمالات در تحلیل عدم قطعیت و ریسک (متغیرهای تصادفی و محاسبات آماری مربوط به آن - توابع توزیع احتمالاتی گسسته و پیوسته تک متغیره - توابع توزیع احتمالاتی چند متغیره متداول - تحلیل رگرسیون)	
۴	روش های تحلیلی برآورد عدم قطعیت (روش توزیع استخراجی - روش تبدیلات فوریه و لاپلاس)	
۵	روش های تخمینی برآورد عدم قطعیت (دسته روش های FOVE <sup>۵</sup> - دسته روش های PPE <sup>۶</sup> - تئوری مجموعه های فازی <sup>۷</sup> )	
۶	روش شبیه سازی مونت کارلو <sup>۸</sup> برای برآورد عدم قطعیت (روش های تولید اعداد تصادفی تک متغیره و چند متغیره - روش های کاهش واریانس و انتخاب مجدد - تحلیل حساسیت و عدم قطعیت یا روش مونت کارلو)	
۷	روش های تحلیل ریسک و اعتماد پذیری (روش ماتریس احتمال شدت - روش SEM <sup>۹</sup> - روش PEM <sup>۱۰</sup> - روش تئوری بارگذاری - ظرفیت <sup>۱۱</sup> - روش تحلیل درخت خطا <sup>۱۲</sup> (FTA))	
۸	روش های تکمیلی تحلیل ریسک و اعتماد پذیری (توابع کارایی و اندیس های اعتماد پذیری - روش انترال گیری مستقیم - روش MFOSM و AFOSM - روش اعتماد پذیری مرتبه دوم - مدل های اعتماد پذیری زمان-وابسته)	
۹	تحلیل زمان-تا-شکست (مشخصه های شکست و سیستم های بازیاب شونده - محاسبات موجودیت Availability)	

<sup>1</sup> Uncertainty Analysis

<sup>2</sup> Risk Assessment

<sup>3</sup> Reliability

<sup>4</sup> Vulnerability

<sup>5</sup> First Order Variance Estimation Method

<sup>6</sup> Probabilistic Point Estimation Method

<sup>7</sup> Fuzzy Set Theory

<sup>8</sup> Monte Carlo Simulation

<sup>9</sup> State Enumeration Method

<sup>10</sup> Path Enumeration Method

<sup>11</sup> Loading-Capacity

<sup>12</sup> Fault Tree Analysis



	و عدم موجودیت)	
۱۰	اعتمادپذیری سیستم ها (مفاهیم پایه اعتمادپذیری سیستم - اعتمادپذیری سیستم‌های ساده - اعتمادپذیری سیستم‌های مرکب)	
۱۱	طرح بهینه هیدروسیستم ها با لحاظ اعتمادپذیری (مبانی بهینه سازی، برنامه ریزی خطی- بهینه سازی اعتمادپذیری سیستم - طراحی بهینه هیدروسیستم ها به روش آنالیز ریسک - طراحی بهینه هیدروسیستم ها به روش شانس محدود)	
۱۲	معرفی نرم افزارهای مرسوم تحلیل عدم قطعیت و ریسک	
۱۳	زمینه های کاربردی روشهای معرفی شده در مهندسی عمران	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	هیدرولوژی آماری (CE5713) Stochastic Hydrology	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	داده‌های هیدرولوژیکی ( مشخصه‌های داده‌های هیدرولوژیکی (بارش، جریان، دما، رسوب، کیفیت، ... ) نمایش گرافیکی داده ها )	
۲	تحلیلهای مقدماتی داده‌های هیدرولوژیکی ( آماره‌های پایه (تقابل مرکزی، پراکندگی، تقارن، کشیدگی) - داده‌های زوج و چندتایی - همبستگی و وابستگی)	
۳	احتمالات و متغیرهای تصادفی ( متغیرهای تصادفی و معیارهای احتمال - متغیرهای تصادفی و توزیع‌های احتمالاتی - متغیرهای تصادفی چندگانه و وابسته )	
۴	توزیع‌های احتمالاتی ( توزیع‌های احتمالاتی گسسته (برنولی، دو جمله ای، پواسون، ...) - توزیع‌های احتمالاتی پیوسته (نرمال، گاما، گامبل، ...) - توزیع‌های احتمالاتی چندمتغیره)	
۵	روش‌های تخمین و تست مدل - خواص تخمین گرها (روش‌های گشتاورها، حداکثر درست‌نمایی، گشتاورهای خطی) - تخمین حدود اطمینان - آزمون‌های فرض، تست t، تست F - روش‌های پارامتری - تست‌های نکویی برازش (کای-اسکوور، کلموگروف-اسمیرنوف، ...) - آنالیز واریانس - ترسیم‌های احتمالاتی - تست و تشخیص داده‌های خارج از رده (Outliers)	
۶	رگرسیون و تحلیل چندمتغیره ( رگرسیون خطی ساده و رگرسیون خطی چندمتغیره - رگرسیون غیرخطی - تست‌های معنی داری و طول موثر داده ها - حدود اطمینان معادلات رگرسیون - همبستگی زمانی و مکانی و روش‌های تکمیل نواقص آماری هیدرولوژیکی)	
۷	توزیع فراوانی ها ( توزیع‌های مقادیر حدی - سایر توزیع‌های فراوانی (لاگ پیرسون تیب ۳، لاگ نرمال سه پارامتری)	
۸	تحلیل فراوانی مقادیر حدی ( تحلیل شدت-مدت-فراوانی رگبارها - تحلیل فراوانی سیلاب و تحلیل منطقه ای - تحلیل فراوانی خشکسالی Drought و کم آبی Low Flows)	
۹	آشنایی با نرم افزارهای عمومی تحلیل آماری (Excel و R و Minitab و SPSS و Matematica و Matlab)	
۱۰	آشنایی با نرم افزارهای تخصصی تحلیل آماری هیدرولوژیکی ( HYFA و HYFRAN و HEC_SSP)	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	فرایندهای احتمالاتی در هیدرولوژی (CE5714) Stochastic Processes in Hydrology	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مفاهیم پایه و کلاسه بندی فرایندهای هیدرولوژیک (سریها و متغیرهای تصادفی هیدرولوژیکی - مفهوم و تعریف فرایندهای استوکستیک	
۲	سری های زمانی هیدرولوژیک (انواع سری های زمانی هیدرولوژیک و خواص آنها - مشخصه های سری های زمانی هیدرولوژیک سالانه، فصلی، و چند متغیره - مدل های سری های زمانی و مدل سازی سری های زمانی هیدرولوژیک - انواع سری های زمانی هیدرولوژیک و خواص آنها - مشخصه های سری های زمانی هیدرولوژیک سالانه، فصلی، و چند متغیره	
۳	تحلیل طیفی Spectral سریها (کاربرد بریودوگرام در تحلیل طیفی - کاربرد طیف پیوسته - تحلیل طیفی متقابل	
۴	تحلیل رنج Range سریها (تخمین و توزیع کمبود، مازاد و رنج - پارامترهای توزیع های کمبود، مازاد و رنج	
۵	تحلیل دوام Runs سریها (رنج فرایندهای نرمال وابسته خطی - مشخصه های آماری و توزیع دوام ها - محاسبه احتمال طول دوام سریهای هیدرولوژیک ایستا	
۶	مولفه های گذرا و فرایندهای متناوب در سری ها (تعریف و خواص مولفه های گذرا Transient - روش های تشخیص، توصیف و حذف مولفه های گذرا - اثر افزودن مولفه های گذرا بر خواص سری های همگن - پارامترهای اصلی فرایندهای متناوب Intermittent - توزیع فرایندهای متناوب	
۷	تکنیک های آماری در مدل سازی (روش های تخمین پارامترها - تابع خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی - نرمال سازی سری زمانی - تخمین پارامترهای فصلی از طریق سری فوریه - تست های تکویی برآزش - اصل امساک و آماره آکایک	
۸	مدل های اتورگرسیو AR و اتورگرسیو-میانگین متحرک ARMA (خواص مدل و فرمول بندی ریاضی - مدل سازی اتورگرسیو سری های سالانه - مدل سازی اتورگرسیو سری های فصلی - تولید آمار مصنوعی و پیش بینی با مدل های ARMA	
۹	مدل های اتورگرسیو-میانگین متحرک تجمعی ARIMA (خواص مدل و فرمول بندی ریاضی مدل های ARIMA - مدل سازی ARIMA ساده (غیرفصلی) - مدل سازی ARIMA مرکب (فصلی) - پیش بینی با مدل های ARIMA	
۱۰	مدل سازی سری های زمانی چندمتغیره (توصیف سری های زمانی چندمتغیره و خواص آنها - مدل های AR و ARMA چندمتغیره - مدل سازی سری های چندمتغیره سالانه - مدل سازی سری های چندمتغیره فصلی	
۱۱	مدل های جدا شونده Desegregation (توصیف مدل های جدا شونده و خواص آنها - تخمین پارامترهای مدل - تکویی برآزش مدل - تولید آمار مصنوعی و پیش بینی با مدل های جداکننده	





نام درس و تعداد واحد (نظری)	مدل‌های هیدرولوژیکی (CE4721) Hydrologic Modeling	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	کلیات و مفاهیم پایه (تشریح مدل، فرایند مدل سازی - تاریخچه مدل سازی هیدرولوژیکی - کلاس بندی مدل‌های هیدرولوژیکی)	
۲	انواع مدل‌های حوزه آبریز (مدل‌های فیزیکی : جعبه سفید- مدل‌های مفهومی : جعبه خاکستری - مدل‌های داده محور، جعبه سیاه)	
۳	مدلسازی فرایند بارش-رواناب (مدل سازی بارش و تلفات آن - خصوصیات حوزه آبریز - مدل سازی جریان سطحی - مدل سازی جریان پایه)	
۴	ارزیابی داده‌های هیدرولوژیکی (انتخاب و دسته بندی داده ها - معیارهای ارزیابی برازش مدل (RMSE و R2 و SE) - تطابق خروجی مدل با مشاهدات - معیار نش-ساوتکلیف)	
۵	ارزیابی مدل‌های هیدرولوژیکی (واسنجی ساده - واسنجی خودکار مدل به کمک بهینه سازی - صحت سنجی مدل - تحلیل حساسیت پارامترهای مدل)	
۶	تحلیل عدم قطعیت (منابع عدم قطعیت هیدرولوژیکی - انواع عدم قطعیت هیدرولوژیکی (ذاتی، مدل، پارامتر) - تحلیل عدم قطعیت به روشهای تحلیلی و تقریبی و روش مونت کارلو)	
۷	اشاره به شبکه‌های عصبی مصنوعی و کاربرد آن در مدلسازی (آشنایی با شبکه‌های پیشخور و روش پس انتشار خطا - آموزش و تست در شبکه‌های عصبی)	
۸	توسعه شبکه عصبی برای مدلسازی فرایند بارش-رواناب ، کاربرد MATLAB در تهیه مدل شبکه عصبی	
۹	نکات تهیه و توسعه مدل‌های حوزه آبریز	
۱۰	معرفی مدل‌های موجود حوزه آبریز مانند HEC-HMS و SWMM و TR-20 و TANK و HBV	
۱۱	مدلسازی موردی یک حوزه آبریز و کار با یکی از مدل‌های معرفی شده	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	اکتشاف و استخراج منابع آب (CE4722) Water Reservoirs Recognition and Production	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	آشنایی با منابع قابل توسعه آب سطحی شامل رودخانه ها ، مسیلا و دریاچه های آب شیرین	
۲	آشنایی با منابع قابل توسعه آب زیرزمینی شامل انواع سفره های آب در سازندهای آبرفتی، سازندهای سخت و فسیلی	
۳	روشهای اکتشاف آبهای زیرزمینی شامل روشهای ژئوفیزیکی، ژئوتکنیکی، شناخت عوارض سطحی، روشهای سنتی	
۴	چگونگی برآورد ظرفیت بالقوه(پتانسیل) قابل توسعه منابع آب سطحی	
۵	روشهای توسعه بهره برداری از منابع آب سطحی شامل: روشهای مستقیم آبیگری بدون سدسازی، روشهای انحراف آب، با سدسازی بدون تنظیم جریان رودخانه، روشهای انحراف آب یا سدسازی ولی با تنظیم جریان رودخانه، انتقال بین حوزه ای	
۶	آشنایی با پناهای انحراف و انتقال آب از منابع سطحی	
۷	روشهای بهره برداری از منابع آب زیرزمینی شامل بهره برداری تظلی تلمبه زنی	
۸	جزئیات ساختمان چاههای بهره برداری از انواع سفره های آب زیرزمینی	
۹	روشهای تلفیقی بهره برداری از منابع سطحی و زیرزمینی آب با تاکید بر تغذیه مصنوعی، بخش سیل و ذخیره سازی زیرزمینی	
۱۰	معرفی مدل‌های ریاضی و نرم افزارهای متداول برای بهینه سازی بهره برداری تلفیقی از منابع سطحی و زیرزمینی	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مدلسازی جریان و کیفیت آبهای سطحی (CE4723) Surface Water Flow and Quality Modeling	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	کلیات، مفاهیم پایه - تعاریف، منابع و مصارف آب - انواع منابع آلاینده آبهای سطحی - قوانین مرتبط با کیفیت آب و استانداردهای کیفی مصارف مختلف	
۲	کیفیت فیزیکی-شیمیایی و بیولوژیکی آب - کلاسه بندی آلاینده ها، نشانگرها و اندیس های کیفی آب - کیفیت آب طبیعی و پاسخ اکوسیستم به فشارهای کیفی - مواد سمی	
۳	مروری بر معادلات حاکم بر جریان - مروری بر معادلات انتقال انتشار - مروری بر مبانی مدلسازی و حل عددی معادلات	
۴	مبانی مدلسازی جریان آب سطحی - مدل جریان یک بعدی در رودخانه - مدل جریان دو بعدی در قائم (مخزن سد) - مدل جریان دو بعدی در پلان (آب کم عمق) - مدل جریان سه بعدی	
۵	مبانی مدلسازی کیفی آب سطحی - مفاهیم پایه مدلسازی ریاضی - توازن جرمی و مدل جریان ماندگار - معادله انتشار-پخش (Advection-Dispersion) - حل عددی معادله انتقال-پخش (به روش تفاضل های محدود یا روش های دیگر) - مدلسازی رسوبات چسبنده	
۶	مدلسازی کیفی رودخانه ها و خورها - معادلات جریان در رودخانه ها - اکسیژن محلول و مدل پایه و معادله استریتر-فلیس در رودخانه ها - حل معادله انتقال-پخش در رودخانه ها - کاربرد مدل های بهینه سازی در مدیریت کیفی رودخانه ها (تخصیص بار آلاینده) - مبانی هیدرولوژی و هیدرولیک خورها - مدل سازی کیفی خورها	
۷	مدلسازی کیفی دریاچه ها و مخازن - مشخصه های مخازن و دریاچه ها - دینامیک مخزن و بیلان انرژی - توزیع قائم جریان و اثر لایه بندی جریان بر کیفیت - مدل سازی کیفی مخازن و دریاچه ها	
۸	تغذیه گرایی (Eutrophication) و آلودگی حرارتی - تعاریف، حالت و اندکس تروفیک - عوامل موثر بر تغذیه گرایی - مدل سازی تغذیه گرایی - احیای مجدد (Rehabilitation) دریاچه ها و مخازن - اثرات حرارت بر محیط های آبی و حیات آبزیان - بالانس حرارتی و ورودی ها و خروجی های حرارتی - مدل سازی حرارتی محیط های آبی	
۹	نرم افزارهای مدل سازی کیفی آبهای سطحی - معرفی و کار عملی با یکی از نرم افزارهای شناخته شده کیفی (مثلا CE-Qual)، مدلسازی کیفی رودخانه و مخزن یا نرم افزار مربوطه	
۱۰	ارائه متالها و مطالعات موردی مدلسازی جریان و کیفیت آب سطحی	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مدل سازی جریان و کیفیت آبهای زیرزمینی (CE4724) <b>Groundwater Flow and Pollution Modeling</b>	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سر فصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
	<b>جریان آب زیرزمینی</b>	
۱	معادله جریان آب زیرزمینی و حل تحلیلی (قانون داری و تعمیم آن، معادله جریان در آبخوان های آزاد و تحت فشار، جریان یک بعدی، دوبعدی و سه بعدی، جریان شعاعی، توری پتانسیل و جریان های ترکیبی، اشاره به اعداد مختلط و نگاشت همذی در حل جریان دوبعدی ماندگار)	
۲	اشاره به حل عددی معادله جریان آب زیرزمینی (انواع روش های عددی حل معادله دیفرانسیل جزئی آب زیرزمینی، حل عددی جریان ماندگار در آبخوان های تحت فشار و آزاد به روش تفاضل محدود، حل عددی جریان غیرماندگار در آبخوان های تحت فشار و آزاد به روش تفاضل محدود، روش اجزای محدود و کاربرد آن در حل معادلات جریان ماندگار و غیرماندگار، شیوه منقطع سازی مکانی و منقطع سازی زمانی، تعیین شرایط اولیه و شرایط مرزی سیستم)	
۳	مدل سازی کامپیوتری جریان آب زیرزمینی (آشنایی با نرم افزارهای شناخته شده جریان آب زیرزمینی (از جمله MODFLOW)، اطلاعات مورد نیاز مدل سازی و منابع آنها، ساخت مدل کالیبراسیون مدل و حل معکوس (آشنایی با نرم افزارهای MODOPTIM و PEST)، صحت سنجی مدل، کاربرد مدل در پیش بینی اثرات سناریوهای آبی، کاربرد مدل در بهینه سازی بهره برداری آب زیرزمینی، نقش مدل سازی کمی در مدل سازی کیفی آب زیرزمینی)	
۴	شبیه سازی جریان و انتقال در ناحیه غیر اشباع (مفاهیم اولیه محیط ناحیه غیر اشباع، معادله جریان در حالت نیمه اشباع، انتقال محلول تحت جریان نیمه اشباع، گداهای عمومی مدل سازی حالت اشباع متغیر)	
	<b>کیفیت آب زیرزمینی</b>	
۵	کیفیت آب زیرزمینی (کیفیت آب زیرزمینی طبیعی، معیارهای کیفیتی آب، نمونه برداری کیفی آب زیرزمینی، واکنش های شیمیایی، تعادل و واکنش کینتیک، اجزای اولیه (کلسیم، منگنز، سدیم، آهن، کربنات و بیکربنات، سولفات، کلرید، نیترات، سیلیکات)، اجزای ثانویه (فسفات، فلوراید، آرسنیک، کروم، مواد آلی)، مواد رادیواکتیو (رادیم، اورانیوم، رادون)، ایزوتوپ های زیست محیطی و تعیین سن آبهای زیرزمینی، آنالیزهای فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و اجزای فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، نمایش های گرافیکی، گازهای محلول، دما، توزیع و انتقال آن در آب زیرزمینی، منابع شوری و آبهای زیرزمینی شور)	
۶	آلودگی آب زیرزمینی (معیارها و استانداردهای کیفی آب (شرب، صنعت، کشاورزی)، آلودگی های مرتبط با استفاده های آب (شرب، صنعت و کشاورزی)، سایر عوامل آلاینده آب زیرزمینی، DNAPLها و LNAPLها، تریقی آلودگی و مکانیسم های مرتبط)	
۷	معادله انتقال و انتشار آلاینده ها در آب زیر زمینی (قانون داری و انتقال انتشاری (Advective)، انتقال پخش (Dipersive)، و انتقال جرم، انتقال با واکنش های شیمیایی، مدل های ریاضی و راه حل های تحلیلی)	
۸	اشاره به حل عددی معادله انتقال و انتشار (شبیه سازی انتقال Advective (روش ردیابی ذرات (Partiele Tracking)، تعیین ناحیه گیرش (Capture Zone))، شبیه سازی انتقال Advective-Dipersive (روش های اویلری، لاگرانژی، و ترکیبی)، شبیه سازی فرایندهای غیر تعادلی و انتقال واکنشی (Reactive)، شیوه منقطع سازی مکانی و منقطع سازی	



	زمانی، تعیین شرایط اولیه و شرایط مرزی)	
	مدل سازی کامپیوتری انتقال و انتشار آلاینده (مدل سازی عددی و کامپیوتری، تعریف اهداف، جمع اوری اطلاعات و توسعه مدل مفهومی، ورودی ها و خروجی ها (Sinks and Sources)، پارامترهای جریان، پارامترهای انتقال، پارامترهای شیمیایی، کالیبراسیون مدل و تحلیل حساسیت، تحلیل عدم قطعیت، معرفی و کار با نرم افزار MT3DMS)	۹
	شبیه سازی جریان و انتقال چگالی وابسته (معادله جریان در شرایط چگالی متغیر، معادله انتقال محلول، مراحل عمومی حل مدل، کدهای عمومی چگالی متغیر، مدل سازی نفوذ آب دریا، معرفی و کار با نرم افزار SEAWAT)	۱۰



نام درس و تعداد واحد (نظری)	فرسایش و آبخیزداری (CE4725) Erosion and Watershed Management	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	اهمیت فرسایش، رسوب و آبخیزداری در منابع آب	
۲	فرسایش خاک و حوضه آبریز (بافت و ساختمان خاک، تشکیلات فرسایش‌پذیر - عوامل موثر در فرسایش - خسارات ناشی از فرسایش)	
۳	انواع فرسایش (ورقه ای، تدریجی، شیاری، توده‌ای، جویباری گودالی، خندقی و بادی) - خاکزدایی، حمل خاک، و رسوبگذاری	
۴	حفاظت خاک و کنترل فرسایش (نشانه‌های به روشهای تثبیت رودخانه‌ها و تراسهای کوهستانی، روشهای حفاظت خاک در اراضی مریعی و جنگلی)	
۵	برآورد رسوب ( روشهای محاسبه بار رسوبی کف یا بستر - روشهای محاسبه بار رسوبی معلق - روشهای محاسبه بار رسوبی کل )	
۶	محاسبه رسوبدهی حوضه آبریز به روش‌های معادله جهانی و بسپاک -	
۷	رسوبگذاری در مخازن سدها و توزیع آنها - تغییرات وزن مخصوص رسوبات در طول بهره برداری مخازن سدها - روشهای محاسبه حجم رسوبات ورودی و باقیمانده در مخزن و ضریب تله‌اندازی	
۸	سازه‌ها و تأسیسات رسوبگیری و کنترل رسوبات - مدیریت رسوب در مخازن سدها (روشهای کنترل رسوب ورودی به مخزن، و تخلیه رسوبات از مخزن)	
۹	آبخیزداری (تعریف آبخیزداری - اهمیت آبخیزداری و اثرات اجتماعی و اقتصادی آن - نقش آبخیزداری در پروژه‌های آبی بخصوص سدها)	
۱۰	آبخیزداری و کنترل فرسایش (ارتباط آبخیزداری با حفاظت خاک - جایگاه سیکل هیدرولوژی در آبخیزداری، تعادل آب در آبخیز - مشخصات فیزیکی آبخیز)	
۱۱	طرح آبخیزداری (تغییرات آبدی حوضه - طرح و اجرای عملیات آبخیزداری - بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های آبخیزداری)	
۱۲	کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و دورکاوی (RS) در مدیریت حوضه آبریز	
۱۳	مدیریت حوضه‌های آبریز در شرایط خشکسالی و سیلاب	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	هیدروکلیماتولوژی (CE4726) Hydro-Climatology	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	قلمرو هیدروکلیماتولوژی (آب اقلیم شناسی) (سیکل هیدرولوژی - داده‌های هیدروکلیماتولوژی و کیفیت داده ها)	
۲	سیستم‌های اقلیمی و سیکل هیدرولوژی (اهمیت مقیاس در هیدروکلیماتولوژی - دینامیک اقلیم و سیستم اقلیم - زیرسیستم اتمسفری - سیکل هیدرولوژی - تابش خورشیدی و بالانس تابش (Radiation) - بالانس آبی)	
۳	اجزای هیدروکلیماتولوژی (اجزای اتمسفری : تابش و تشعشع، دما، فشار هوا، رطوبت، اندازه گیری‌های جو بالا - اجزای زمینی : باران، برف، باد، رطوبت خاک، تبخیر و تعریق، جریان)	
۴	اندازه گیری اجزای هیدروکلیماتولوژی (انواع ایستگاههای هواشناسی (سینوپتیک، تبخیرسنجی، ... و تجهیزات آنها) - سیستم‌های دیتاگری (اندازه گیری، ذخیره و انتقال خودکار) )	
۵	سنجش از دور و داده‌های هیدروکلیماتولوژی (داده‌های سنجش از دور - ماهواره ها و اندازه گیری اجزای اتمسفری و زمینی از طریق ماهواره)	
۶	تغییرات زمانی و مکانی هیدروکلیماتولوژی (مقیاس مکانی - تغییرات مکانی اجزای هیدروکلیما - روش‌های میانگین گیری مکانی - مقیاس زمانی - بازسازی داده ها از روی حلقه‌های درخت)	
۷	تأثیرات بزرگ مقیاس جوی (تأثیرات اقیانوس و اتمسفر بر روی هیدروکلیما - ال نینو، لانینا و نوسان جنوبی - نوسان مادن- جولین - نوسان اطلس شمالی)	
۸	روندهای اخیر دما، بارش، و جریان سطحی	
۹	سیلاب (رویدادهای حادی هیدروکلیماتولوژی - سیلاب هیدروکلیماتولوژی - تندسیلاب ها Flash Floods - خصوصیات سیلاب‌های مهم ایران و جهان)	
۱۰	خشکسالی ( آتومالی منق رطوبت و خشکسالی هیدروکلیماتولوژی - اندکس‌های خشکسالی - دلایل خشکسالی - خشکسالی‌های مهم در ایران و جهان)	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	هیدروژئولوژی (پیشرفته) (CE4727) (Advanced) Hydrogeology	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	قلمرو هیدروژئولوژی (آب زمین شناسی) - بیان آب زیر زمینی - معادله بیان، عوامل موثر بر بیان، آمار و اطلاعات - محاسبه اجزا معادله بیان، روشهای محاسبه بیان	
۲	زمین شناسی آبخوان ها (زمین شناسی آبخوانهای تحکیم نیافته ماسه ای و شنی - زمین شناسی آبخوانهای نیمه تحکیم یافته - زمین شناسی آبخوانهای ماسه سنگی - زمین شناسی آبخوانهای سنگی کریاته، آبخوانهای ماسه سنگی کریاته - زمین شناسی آبخوانهای بازالتی و سایر آبخوانهای سنگی آتشفشانی)	
۳	اثرات متقابل آب زیرزمینی و عوامل محیطی (اندرکنش آب سطحی و زیرزمینی، ذخیره کرانه ای (Bank Storage)، دبی پایه رودخانه - تأثیر تبخیر و تیخیر و تعریق بر آب زیرزمینی)	
۴	تأثیر مولفه‌های محیطی بر آب زیرزمینی (تأثیرات سیکل هیدرولوژی بارش و فشار جو و باد - تأثیرات جزروندی، تأثیرات شهرسازی، تأثیرات زلزله - نشست زمین (Land Subsidence) و اثرات آن - تغییر اقلیم و اثرات آن)	
۵	بررسی‌های سطحی آب زیرزمینی - روش‌های زمین شناسی سطحی - سنجش از دور - روش‌های ژئوفیزیکی (روش نقل سنجی، روش مغناطیسی، روش لرزه نگاری، روش ژئوالکتریک)	
۶	هیدروژئولوژی محیط‌های درز و شکاف دار (ساختار زمین شناسی صخره‌های درز و شکافدار - تکنیک‌های میدانی و روش‌های شناسایی - میانی جریان آب زیرزمینی و انتقال آلاینده در محیط‌های درز و شکافدار)	
۷	مدل سازی آب زیر زمینی (مدل‌های مفهومی محیط‌های درز و شکافدار - مدل سازی جریان و انتقال آلاینده در محیط‌های درز و شکافدار)	
۸	هیدروژئولوژی کارست (ساختار مفهومی آبخوان‌های کارستی - روش‌های مطالعه و شناسایی آبخوان‌های کارستی - نفوذپذیری و دینامیک جریان در آبخوان‌های کارستی - شیمی سنگ‌های کریاته محلول -	
۹	آبخوان‌های کارستی (تکامل آبخوان‌های کارستی - هیدرولوژی کمی کارست - بهره برداری و جنبه‌های منابع آبی در آبخوان‌های کارستی - ناپایداری اراضی و توسعه sinkhole - مدل سازی آبخوان‌های کارستی)	
۱۰	هیدروژئولوژی چشمه (انواع و طبقه بندی چشمه ها - چشمه‌های آب گرم و چشمه‌های معدنی - تحلیل هیدروگراف چشمه)	





نام درس و تعداد واحد (نظری)	تغییر اقلیم و گرمایش جهانی (CE4728) Climate Change and Global Warming	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	اتمسفر زمین (شناسایی اتمسفر زمین و ترکیبات آن - دی اکسید کربن، سایر گازهای گلخانه ای و چرخه کربن - آلیبدوی زمین، اثرات رادیواکتیو و تغییر اقلیم - چرخش‌های اتمسفری و اقلیم)	
۲	اقیانوس ها ( شناسایی اقیانوس ها و مشخصه‌های آنها - محتوای حرارتی و افزایش تراز آب دریاها)	
۳	مقدمه ای بر گرمایش جهانی (گرمایش جهانی و اثر گلخانه ای - افزایش میانگین دمای کره زمین در دهه‌های اخیر - حرارت و قوانین ترمودینامیک)	
۴	روند گرمایش جهانی (بیلان انرژی کره زمین - روند تغییرات دما، آب شدن یخچالها، افزایش تراز آب دریاها)	
۵	اثرات انسانی بر تغییر اقلیم (روند افزایش گازهای گلخانه ای - روند افزایش ذرات معلق - افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی - کشتاورزی و دامداری)	
۶	اثرات زمینی (یخچالها و آخرین عصر یخبندان - یخ زبرسطحی (Permafrost) و متان - فاره ها و رشته کوه ها - تقسیم بندی اقلیمی و مدل‌های اقلیمی)	
۷	اقلیم در گذشته و آینده (اقلیم‌های باستانی (گذشته دور) - اقلیم در گذشته نزدیک - ردیابی اقلیم در آینده - تکذیب تغییر اقلیم و دلایل آن)	
۸	سناریوهای اقلیمی (آشنایی با انواع سناریوهای تغییر اقلیم-طبقه بندی انواع سناریوها - مقایسه شرایط اقلیمی در سناریوهای مختلف (سناریوهای خوشبینانه و بدبینانه) - استفاده از اطلاعات سناریوهای مختلف در مدل‌سازی)	
۹	روشهای کوچک مقیاس کردن داده ها (آمار و اطلاعات، نرم افزارها و تکنولوژی مورد نیاز - روشهای آماری کوچک مقیاس کردن - روش رگرسیونی - روش احتمالاتی)	
۱۰	مدل سازی تغییر اقلیم (نرم افزارها - تدوین سناریوها و اجرای مدلها - عدم قطعیت ها در بازسازی سناریوهای تغییر اقلیم - کاربرد سناریوهای تغییر اقلیم در منابع آب)	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	تحلیل و مدیریت سیستم های منابع آب (دو) (CE4731) <b>Water Resources System Analysis - II</b>	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه ای بر الگوریتم های نوین شبیه سازی و بهینه سازی - مقدمه ای بر منطق فازی و کاربردهای آن - آشنایی با شبکه های عصبی مصنوعی - الگوریتم های فراکاوشی: الگوریتم ژنتیک، PSO و شبیه سازی آنیلینگ	
۲	روشهای قطعی در مدلسازی سیستمهای منابع آب - مقدمه ای بر مخزن، بخشهای مختلف، اهداف و ساختارهای مختلف	
۳	تعیین ظرفیت راکد در مخزن - روشهای محاسبه ظرفیت کنترل سیلاب در مخازن - نیروگاههای برق آبی - طراحی و بهره برداری - مدلسازی در سطح حوزه آبریز	
۴	روشهای طراحی مخازن (روشهای ساده، روش منحنی نود، روش بیک متوالی، روش هرست) - روش شبیه سازی در طراحی مخزن	
۵	آشنایی و کاربرد نرم افزارهای شبیه سازی بهره برداری از سیستم منابع آب حوزه آبریز - بررسی و آشنایی با نرم افزارهای شبیه سازی نظیر WEAP و MODSIM	
۶	توسعه مدل سیستم چند مخزنی چندمنظوره - تعریف و اجرای یک پروژه عملی با استفاده نرم افزار انتخاب شده	
۷	مدل سازی استوکستیک در منابع آب - مدل آبدی Yield model - مدل های شانس محدود - برنامه ریزی بویای استوکستیک	
۸	معیارهای ارزیابی کارایی و برنامه ریزی چندمعیاره - معیارهای کارایی و گزینه ها - کمی سازی معیارهای کارایی	
۹	روش های برنامه ریزی چندمعیاره (برنامه ریزی آرمانی، سازگار، AHP, ELECTRE) - معیارهای آماری کارایی (اعتمادپذیری، برگشت پذیری، آسیب پذیری)	
۱۰	کاربرد روشهای هوش مصنوعی در سیستمهای منابع آب - استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی در استخراج منحنی فرمان مخازن	
۱۱	کاربرد روشهای فراکاوشی در بهره برداری از مخازن - مدلسازی تلفیقی شبکه های عصبی و روشهای فراکاوشی	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مدیریت آب شهری (CE4732) Urban Water Management	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	آشنایی با اجزای سیستم های تامین و توزیع آب شهری	
۲	اصول برنامه ریزی و مدیریت آب شهری	
۳	شبه سازی و بهینه سازی در سیستم های آب شهری	
۴	تحلیل و مدیریت تقاضا در سیستم های آب شهری و مدل های مربوطه	
۵	تحلیل و مدیریت مصرف در سیستم های آب شهری و مدل های مربوطه	
۶	بررسی روند تامین، انتقال، تصفیه و توزیع آب	
۷	مدیریت جامع آب شهری (بهره برداری و نگهداری از مخازن آب و تلمبه خانه ها - بررسی عوامل موثر در آب به حساب نیامده و راهکارهای کاهش آن - نشت یابی و جلوگیری از تلفات آب در تأسیسات آبرسانی شهری - شست و شو و گندزدایی شبکه های آبرسانی)	
۸	مدیریت پساب شهری (تامین، انتقال، تصفیه، باز مصرف مجاز)	
۹	چالش های مدیریت آب شهری در سطح ملی و بین المللی	
۱۰	تحلیل ریسک و قابلیت اطمینان در شبکه های آبرسانی	
۱۱	کاربرد GIS و سنجش از دور در مدیریت آب شهری	
۱۲	مباحث ویژه (معرفی نرم افزارها و ارائه مطالعات موردی واقعی)	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	اقتصاد پروژه‌های منابع آب (CE4733) Economics of Water Resources Projects	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	اقتصاد مهندسی ( اصول اقتصاد مهندسی - ریاضیات تحلیل اقتصادی - کاربرد اقتصاد مهندسی در پروژه‌های توسعه و مدیریت منابع آب)	
۲	اقتصاد خرد و تخصیص منابع ( تئوری قیمت و تخصیص منابع - شرایط بهینگی اقتصادی پروژه - اقتصاد رفاه - نرخ تنزیل)	
۳	برنامه ریزی عملیاتی ( ساختار سازمانی - تحلیل سود-هزینه - دینامیک تحلیل پروژه)	
۴	سنجش‌های ارزیابی اقتصادی طرح‌های توسعه منابع آب ( کنترل سیلاب - آبیاری و زهکشی - آبرسانی شهری - توسعه آبهای زیرزمینی - توسعه برقیایی - کشتیرانی - کنترل کیفیت آب - تفریحات آبی - شیلات و بهسازی حیات وحش - توسعه چندمنظوره)	
۵	قیمت گذاری منابع آب (اصول و رویه دست‌یابی به قیمت توافق آب - قیمت تمام شده واحد آب سطحی - قیمت تمام شده واحد آب زیرزمینی - مبانی تعیین نرخ واحد آب کشاورزی)	
۶	هزینه‌های جانبی (برآورد خسارت مخزن در محدوده دریاچه سدهای مخزنی - بررسی هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی - بررسی هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های آبرسانی)	
۷	مبانی محاسبات اقتصادی طرح‌های توسعه منابع آب (اثرهای اقتصادی، اجتماعی، ارزش‌گذاری و توجیه اقتصادی طرح‌های توسعه منابع آب - اطلاعات پایه مورد نیاز برای بررسی‌های اقتصادی تامین، انتقال و توزیع آب کشاورزی -)	
۸	اقتصاد کلان (توسعه پایدار و مدیریت مالی منابع آب - تحلیل‌های اقتصادی طرح‌های آب در سطح ملی)	
۹	بهینه‌سازی (مدلهای بهینه سازی - بهینه‌سازی طرح‌های توسعه منابع آب)	
۱۰	تحلیل مالی (امکان‌پذیری مالی - تخصیص هزینه)	
۱۱	توجیه پذیری پروژه‌های منابع آب (توجیه فنی- اقتصادی- اجتماعی- سیاسی- فرهنگی...)	



نام درس و تعداد واحد (نظری)	مدیریت بهره‌برداری و حفاظت آب زیرزمینی و آبخوان (CE4734) Management of Underground Water and Aqueifers	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سر فصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مبانی مدیریت آب زیرزمینی - توسعه پایدار و مدیریت جامع منابع آب	
۲	چارچوب‌های مقرراتی، قوانین و استانداردهای آب زیرزمینی	
۳	مقدمه‌ای بر اقتصاد آب زیرزمینی (هزینه‌های توسعه و بهره برداری چاه، چشمه و قنات)	
۴	بایش آب زیرزمینی (بایش کمی آب زیرزمینی - بایش کیفی آب زیرزمینی - معرفی نرم افزار (MAROS)	
۵	مدیریت و حفاظت کمی آب زیرزمینی ( تعیین حریم کمی چاه و چشمه - تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی (مبانی و روش‌ها) - بهره برداری و حفاظت چشمه‌ها - توسعه چاه (مقدمه‌ای بر روش‌های حفاری))	
۶	مدیریت و حفاظت کیفی آب زیرزمینی (پاکسازی آبخوان‌ها Aquifer Remediation - تعیین حریم کیفی و تهیه نقشه‌های آسیب پذیری آب زیرزمینی - معرفی نرم‌افزار ( WhAEM2000 )	
۷	پاکسازی آبخوان (گزینه‌های پاکسازی آبخوان‌های آلوده - روش‌های پاکسازی منبع Source Zone Remediation - روش‌های پاکسازی فاز محلول (با تاکید بر روش بمبار- تصفیه) - ارزیابی عملیات پاکسازی آبخوان)	
۸	سدهای زیرزمینی - بهره برداری تلفیقی منابع آب سطحی و زیرزمینی	
۹	مدیریت و بهره برداری قنات (آشنایی با قنات و تاریخچه آن - اسامی و اصطلاحات مرتبط با قنات - مقایسه قنات با چاه - حریم قنات و محاسبه آن - حفظ آب قنات در فصل غیرزراعی - هیدرولیک قنات - محاسبه آبدهی قنات)	
۱۰	توسعه و نگهداری (عوامل موثر در ساخت قنات - تجهیزات و وسایل ساخت قنات - روش‌های حفاری قنات و مشکلات مربوطه - نگهداری و ترمیم قنات)	



۳ واحد ۴۸ ساعت	مدیریت سیلاب و خشکسالی (CE4735) Management of Flood and Draught	نام درس و تعداد واحد (نظری)
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	کلیات و مبانی مدیریت سیلاب و خشکسالی - تعریف سیلاب و خشکسالی - انواع سیلاب و خشکسالی - خسارت‌های سیلاب و خشکسالی	
۲	رویکردهای مدیریت سیلاب (مدیریت جامع سیلاب Integrated Flood Management) - مدیریت بهره برداری مخزن در شرایط سیلابی	
۳	رویکردهای مدیریت خشکسالی (مدیریت ریسک (Drought Risk Management))	
۴	هیدرولوژی و هیدرولیک سیلابدشت - مدل سازی بارش - رواناب و روندیابی سیلاب - محاسبه هیتوگراف رگبار طرح و هیدروگراف سیلاب طرح - بهینه بندی سیلاب	
۵	روش‌های سازه ای کنترل سیلاب (مخزن، گوره، دیوار سیلیند، کانال انتقال سیل، ...). - روش‌های غیرسازه ای (تاکید بر سیستم‌های هشدار سیل) - مدیریت بهره برداری مخزن در شرایط سیلابی	
۶	روش‌های غیرسازه ای کنترل سیلاب (تاکید بر سیستم‌های هشدار سیل) -	
۷	تحلیل ریسک و عدم قطعیت (مبانی و تعاریف ریسک، انواع خسارت ها و هزینه ها، منافع کنترل سیلاب - عدم قطعیت‌های هیدرولوژیکی، هیدرولیکی، ژئوتکنیکی و اقتصادی)	
۸	طراحی سازه‌های کنترل سیلاب به روش آنالیز ریسک (خسارت مورد انتظار سالانه و محاسبه آن - فرمول بندی طرح با رویکرد آنالیز ریسک و انتخاب ابعاد بهینه طرح - رویکرد آنالیز ریسک و انتخاب ابعاد بهینه طرح با در نظر گرفتن عدم قطعیت ها)	
۹	مشخصه‌های خشکسالی - دلایل و اثرات خشکسالی - پارامترها و اندیس‌های خشکسالی - بهینه‌بندی خشکسالی - تحلیل فراوانی خشکسالی - پیش بینی و سناریوسازی خشکسالی	
۱۰	- مدیریت بهره برداری از مخزن در شرایط خشکسالی - مدیریت عرضه و تقاضا و اثر آن در مدیریت خشکسالی	



# ۳-۱۱ دروس مشترک



نام درس و تعداد واحد (نظری)	سمینار و روش تحقیق <b>Seminar and Research Methods</b>	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"> <li>- مقایسه تحقیق در کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری</li> <li>- نحوه ارائه پیشنهاد تحقیق ( Proposal )</li> <li>- نحوه تهیه و انتشار مقالات تحقیقاتی و رده بندی مقالات</li> <li>- نحوه ارائه سخنرانی علمی</li> <li>- فصل بندی و نحوه نگارش پایان نامه</li> <li>- برنامه ریزی شخصی و سازمانی تحقیقات دراز مدت</li> </ul>	۲
	<p>یافتن اطلاعات تحقیقاتی</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- نحوه استفاده سریع از کتاب و دایره المعارف</li> <li>- آشنایی با بانک های اطلاعاتی مقالات و پایان نامه ها</li> <li>- اینترنت و جستجوی اطلاعات پژوهشی در آن</li> <li>- سازماندهی اطلاعات جمع آوری شده</li> <li>- روزآمد بودن در طول دوره تحقیق</li> </ul>	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"> <li>- رفتارسنجی اینتیه واقعی و اندازه گیری ها (یا آمار برداری) میدانی</li> <li>- مدل های فیزیکی</li> <li>- حل های ریاضی و شبیه سازی های تحلیلی مانند مدل های عددی و آماری</li> <li>- مطالعه المانی (نمونه) مصالح عمرانی در آزمایشگاه</li> </ul>	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 سرنديبیتی (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 ... 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، هلمهولتر 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 مسئله 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 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"> <li>مقدمه‌ای بر بارگذاری سازه‌ها با ماهیت تصادفی</li> <li>○ ضرورت مطالعه ارتعاش تصادفی</li> <li>○ ساختار مدل‌های احتمالاتی</li> <li>○ فرآیندهای تصادفی، تئوری احتمالاتی و آماری</li> </ul>	
۲	<ul style="list-style-type: none"> <li>تحلیل فرآیندهای تصادفی</li> <li>○ متغیرهای تصادفی و توابع توزیع احتمالاتی</li> <li>○ تخمین میانگین و واریانس پارامترهای تصادفی</li> <li>○ تعاریف: مانایی، تکسائی، حد، مشتق و انتگرال فرآیندهای تصادفی</li> </ul>	
۳	<ul style="list-style-type: none"> <li>مدلهای تصادفی از پدیده‌های فیزیکی</li> <li>○ شتاب زمین ناشی از ارتعاش زلزله</li> <li>○ اثرات دینامیکی بر روی سازه‌ها</li> <li>○ اثر نیروهای امواج دریا بر روی سازه‌های فراساحلی</li> </ul>	
۴	<ul style="list-style-type: none"> <li>تحلیل دینامیک تصادفی در حوزه زمان</li> <li>○ ارزیابی توابع پاسخ دینامیکی</li> <li>○ ارتعاشات دینامیک ضربه‌ای(آنی)</li> <li>○ پاسخ سیستم تک‌درجه خطی به دینامیک تصادفی</li> </ul>	
۵	<ul style="list-style-type: none"> <li>تحلیل دینامیک تصادفی در حوزه فرکانس</li> <li>○ توابع چگالی طیفی برای فرآیندهای تصادفی</li> <li>○ فرآیندهای با ماهیت باند باریک تا باند پهن و نوفه سفید</li> <li>○ دینامیک تصادفی سیستم‌های خطی و توابع تبدیل آنها</li> <li>○ پاسخ سیستم یک درجه خطی در حوزه فرکانس</li> </ul>	
۶	<ul style="list-style-type: none"> <li>تحلیل ماتریسی دینامیک تصادفی، ورودی و خروجی چندگانه</li> <li>○ تحلیل سیستم چند درجه آزادی در حوزه زمان</li> <li>○ تحلیل سیستم چند درجه آزادی در حوزه فرکانس</li> <li>○ فرمول‌بندی فضای حالت در معادله دینامیکی حاکم با نگرش تصادفی</li> </ul>	
۷	<ul style="list-style-type: none"> <li>مقدمه‌ای بر پردازش سیگنال</li> <li>○ اصلاح خط مبنا و جداسازی و جداسازی سیگنال از اغتشاشات در شتابنگاشتها</li> <li>○ بکارگیری لیوویو و متلب در جداسازی دیجیتال سیگنالها</li> </ul>	
۸	<ul style="list-style-type: none"> <li>تخمین دقت اندازه‌گیری</li> <li>○ تحلیل طیفی و واریانس اندازه‌گیرها</li> <li>○ مزوری بر خطاهای اندازه‌گیری</li> </ul>	





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	
	<b>الگوریتم ژنتیک Genetic Algorithm-GA</b>	
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)	
	<b>تئوری مجموعه های فازی و منطق فازی Fuzzy Logic</b>	
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	
	<b>شبکه های عصبی مصنوعی Artificial Neural Network - ANN</b>	
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
	Advanced Statistics	۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	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	

