

۱-۳ 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 (چرخش های اتمسفری و بخار آب، بارش باران، تبخیر، تعریق، جریان غیراشباع، نفوذ، معادلات گرین-امپت، فیلپ، هورتون)، و تلفات بارش (NRCS و SCS)، بارش مازاد، روشهای سنجش و بایش 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 بیجشی)	
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 کوتا، 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 تکوی 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، مدل سازی گیرش برف، اندازه گیری برف در زمان ریزش، ادوات برف سنجی، اندازه گیری عمق برف، اندازه گیری برف روی زمین و تله متری برف -پشته)	
۱۰	تحلیل هیدرولوژی برف (بالانس آبی برف-پشته، ذخیره برف-پشته 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 تهای، 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 باینری، 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
روشن 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 دارسی و کاربرد آن در حل مسائل جریان یک بعدی آب زیرزمینی، فرضیات دوپوی- 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 پتانسیل و شبکه های جریان- جریان دوبعدی ماندگار)	
۶	هیدرولیک چاه آبخوان آزاد (هیدرولیک چاه در جریان ماندگار، هیدرولیک چاه در جریان غیرماندگار، آزمایش های پمپاژ 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	بهسازی 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 گین-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 پمپاژ، 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 پردازی)	
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	نبیین مراحل مختلف مدلسازی عددی (درک قیضک 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 جزء مرزی، روش مشخصات، روش های طیفی)	
۵	حل عددی معادلات بیضوی (معادله لابلاس و بواسون) شیوه های منقطع سازی و حل مشتق مکانی مرتبه دو (زاکویی - 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	تبیین 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 مدل های 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) Risk Analysis, Uncertainties and Reliability	۳ واحد ۴۸ ساعت
روش ارزشیابی	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	آشنایی با مفاهیم پایه تحلیل عدم قطعیت ^۱ 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 ^۲ و اعتماد پذیری ^۳ 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 ^۴)	
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 ^۵ - دسته روش های PPE ^۶ - تئوری مجموعه های فازی ^۷)	
۶	روش شبیه سازی مونت کارلو ^۸ 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 ^۹ - روش PEM ^{۱۰} - روش تئوری بارگذاری - ظرفیت ^{۱۱} - روش تحلیل درخت خطا ^{۱۲} FTA)	
۸	روش های تکمیلی تحلیل ریسک و اعتماد پذیری (توابع کارایی و اندیس های اعتمادپذیری - روش انترگرال گیری مستقیم - روش MFOSM و AFOSM - روش اعتمادپذیری مرتبه دوم - مدل های اعتمادپذیری زمان-وابسته)	
۹	تحلیل زمان-تاشکست (مشخصه های شکست و سیستم های بازیاب شونده - محاسبات موجودیت Availability)	

¹ Uncertainty Analysis

² Risk Assessment

³ Reliability

⁴ Vulnerability

⁵ First Order Variance Estimation Method

⁶ Probabilistic Point Estimation Method

⁷ Fuzzy Set Theory

⁸ Monte Carlo Simulation

⁹ State Enumeration Method

¹⁰ Path Enumeration Method

¹¹ Loading-Capacity

¹² 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 چندانایی - 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، بواسون، ...) - توزیع‌های احتمالاتی پیوسته (نرمال، گاما، گامیل، ...) - 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 نابارامتری - 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 بیروسون 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 ها 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، پرلودوگرام 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 برازش - 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 برازش 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 - کلاسه 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 حوضه 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	



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

سرفصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	آشنایی با منابع قابل توسعه آب سطحی شامل رودخانه ها ، مسیلهها 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 تفرقی تغذیه 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 تأکید بر تغذیه مصنوعی، پخش 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	مرور بر معادلات حاکم بر جریان - مرور بر معادلات انتقال انتشار - مرور 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 - نوازن جرمی و مدل جریان ماندگار - معادله انتشار-بخش (Advection-Dispersion) - حل عددی معادله انتقال-بخش (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- بخش 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 مثالها و مطالعات موردی مدلسازی جریان و کیفیت آب سطحی	



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

سر فصل :

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
	جریان آب زیرزمینی	
۱	معادله جریان آب زیرزمینی و حل تحلیلی (قانون دارسی و تعمیم آن، معادله جریان در آبخوان های آزاد و تحت فشار، جریان یک بعدی، دوبعدی و سه بعدی، جریان شعاعی، تئوری پتانسیل و جریان های ترکیبی، اشاره به اعداد مخلط و نکاشت همدیس 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 PEST و MODOPTIM)، صحت سنجی مدل، کاربرد مدل در پیش بینی اثرات سناریوهای آبی، کاربرد مدل در پهنه 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، کدهای عمومی مدل سازی حالت اشباع متغیر)	
	کیفیت آب زیرزمینی	
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 (رادیوم، 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 دارسی و انتقال انتشاری (Advective)، انتقال بخشی (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 (Particle Tracking)، تبیین ناحیه گیرش (Capture Zone)، شبیه سازی انتقال Advective-Dipersive (روش های اولبری، 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)	
۹	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)	
۱۰	شبیه سازی جریان و انتقال چگالی وابسته (معادله جریان در شرایط چگالی متغیر، معادله انتقال محلول، مراحل عمومی حل مدل، گداهای عمومی چگالی متغیر، مدل سازی نفوذ آب دریا، معرفی و کار با نرم افزار SEAWAT)	



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 (اشاره‌های به روشهای تثبیت رودخانه‌ها و تراسهای کوهستانی، روشهای حفاظت خاک در اراضی مرتعی 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 سیاک -	
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 نلهاندازی	
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 آینده 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، اندازه‌گیری‌های جو بالا - اجزای زمینی : باران، برف، باد، رطوبت خاک، تبخیر و تعریق، جریان)	
۴	اندازه‌گیری اجزای هیدروکلیماتولوژی (انواع ایستگاههای هواشناسی (سینوتیک، تبخیرسنجی، ... و تجهیزات آنها) - سیستم‌های دیتاگری (اندازه‌گیری، ذخیره و انتقال خودکار))	
۵	سنجش از دور و داده‌های هیدروکلیماتولوژی (داده‌های سنجش از دور - ماهواره‌ها و اندازه‌گیری اجزای اتمسفری و زمینی از طریق ماهواره)	
۶	تغییرات زمانی و مکانی هیدروکلیماتولوژی (مقیاس مکانی - تغییرات مکانی اجزای هیدروکلیما - روش‌های میانگین‌گیری مکانی - مقیاس زمانی - بازسازی داده‌ها 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 حدی هیدروکلیماتولوژی - سیلاب هیدروکلیماتولوژی - تندسیلاب‌ها Flash Floods - خصوصیات سیلاب‌های مهم ایران و جهان)	
۱۰	خشکسالی (آنومالی منفی 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) - بیلان آب زیر زمینی - معادله بیلان، عوامل موثر بر بیلان، آمار و اطلاعات - محاسبه اجرا معادله بیلان، روشهای محاسبه بیلان	
۲	زمین شناسی آبخوان ها (زمین شناسی آبخوانهای تحکیم نیافته ماسه ای و سنی - زمین شناسی آبخوانهای نیمه تحکیم یافته - زمین شناسی آبخوانهای ماسه سنگی - زمین شناسی آبخوانهای سنگی کربناته، آبخوانهای ماسه سنگی کربناته - 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)، دی پایه رودخانه - تأثیر تبخیر و تبخیروتعریق بر آب زیرزمینی)	
۴	تأثیر مولفه‌های محیطی بر آب زیرزمینی (تأثیرات سیکل هیدرولوژی بارش و فشار جو و باد - تأثیرات جزرومدی، 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 کربناته 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 - آلبیدوی 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 - کشاورزی و دامداری)	
۶	اثرات زمینی (یخچالها و آخرین عصر یخبندان - یخ زیرسطحی (Permafrost) و متان - قاره 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) Water Resources System Analysis - II	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	روش های قطعی در مدل سازی سیستم های منابع آب - مقدمه ای بر مخزن، بخش های مختلف، اهداف و ساختارهای مختلف	
۳	تعیین ظرفیت راکد در مخزن - روش های محاسبه ظرفیت کنترل سیلاب در مخازن - نیروگاه های برق آبی - طراحی و بهره برداری - مدل سازی در سطح حوزه آبریز	
۴	روش های طراحی مخازن (روش های ساده، روش منحنی توده، 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 (اعتماد پذیری، برگشت پذیری، آسیب پذیری)	
۱۰	کاربرد روش های هوش مصنوعی در سیستم های منابع آب - استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی در استخراج منحنی فرغان مخازن	
۱۱	کاربرد روش های فراکاوشی در بهره برداری از مخازن - مدل سازی تلفیقی شبکه های عصبی و روش های 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	شبیه 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 تلمیه 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 بهنگی اقتصادی پروژه - اقتصاد رفاه - نرخ تنزیل)	
۳	برنامه ریزی عملیاتی (ساختار سازمانی - تحلیل سود-هزینه - دینامیک تحلیل پروژه)	
۴	نتیجه‌های ارزیابی اقتصادی طرح‌های توسعه منابع آب (کنترل سیلاب - آبیاری و زهکشی - آبرسانی شهری - توسعه آبهای زیرزمینی - توسعه برقایی - کشتیرانی - کنترل کیفیت آب - نگرینات آبی - شیلات و بهسازی حیات وحش - توسعه چندمنظوره)	
۵	قیمت گذاری منابع آب (اصول و رویه دست‌یابی به قیمت توافقی 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 (انرژی اقتصادی، اجتماعی، ارزش گذاری 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	

سرفصل :

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 بهره‌برداری 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) - بهره‌برداری 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 پمپاژ- تصفیه) - ارزیابی عملیات پاکسازی آبخوان)	
۸	سدهای زیرزمینی - بهره‌برداری تلفیقی منابع آب سطحی و زیرزمینی	
۹	مدیریت و بهره‌برداری 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)	



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

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 هیدروگراف 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	منحصره‌های 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	

