



دانشگاه تهران

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

رشته: مهندسی عمران گرایش مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی  
مقاطع تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری)



دانشکده گان فنی

مصوب جلسه مورخ ۱۴۰۱/۰۹/۲۰ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه

این برنامه بر اساس آیین نامه وزارتی تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاه های دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی عمران دانشکده گان فنی بازنگری شده و در چهارصد و پنجاه و سومین جلسه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه مورخ ۱۴۰۱/۰۹/۲۰ به تصویب رسیده است.

مصوبه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه تهران در خصوص برنامه درسی  
مقاطع «تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری)» رشته «مهندسی عمران گرایش  
مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی»

برنامه درسی مقاطع تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته مهندسی عمران گرایش مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی که توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی عمران دانشکده فنی، بازنگری شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه برسد.
- این برنامه درسی جایگزین برنامه درسی مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری رشته مهندسی عمران گرایش مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی مصوب هشتصد و سی و چهارمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مورخ ۱۳۹۲/۰۳/۲۶ شده است.

محمد رضا اسمعیلی گیوی  
مدیر کل برنامه ریزی و نظارت آموزشی  
دانشگاه  
سوی

محمود کمره ای  
معاون آموزشی دانشگاه  
سوی

رای صادره جلسه مورخ ۱۴۰۱/۰۹/۲۰ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی مقاطع «تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری)» رشته «مهندسی عمران گرایش مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی» صحیح است، به واحد ذیربط ابلاغ شود.

سید محمد مقیمی  
رئیس دانشگاه تهران

سوی





دانشگاه تهران

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

رشته: مهندسی عمران گرایش مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی  
مقاطع تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری)

دانشکده فنی

مصوب جلسه مورخ ۱۴۰۱/۰۹/۲۰ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه

این برنامه بر اساس آیین نامه وزارتی تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاه های دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی عمران دانشکده فنی بازنگری شده و در چهارصد و پنجاه و سومین جلسه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه مورخ ۱۴۰۱/۰۹/۲۰ به تصویب رسیده است.

مصوبه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه تهران در خصوص برنامه درسی  
مقاطع «تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری)» رشته «مهندسی عمران گرایش  
مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی»

برنامه درسی مقاطع تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته مهندسی عمران گرایش مهندسی آب و سازه های  
هیدرولیکی که توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی عمران دانشکده فنی، بازرنگری شده است با اکثریت آراء به تصویب  
رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه برسد.
- این برنامه درسی جایگزین برنامه درسی مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری رشته مهندسی عمران گرایش مهندسی آب و  
سازه های هیدرولیکی مصوب هشتصد و سی و چهارمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و  
فناوری مورخ ۱۳۹۲/۰۳/۲۶، شده است.

محمد رضا اسمعیلی گیوی  
مدیر کل برنامه ریزی و نظارت آموزشی  
دانشگاه

محمود کمره ای  
معاون آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۱۴۰۱/۰۹/۲۰ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه در مورد  
بازنگری برنامه درسی مقاطع «تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری)» رشته «مهندسی عمران  
گرایش مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی» صحیح است، به واحد ذیربط ابلاغ شود.

سید محمد مقیمی  
رئیس دانشگاه تهران

دانشکده مهندسی عمران  
بازنگری برنامه درسی  
مقاطع تحصیلات تکمیلی  
(مهندسی عمران - مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی)



# الف - دوره کارشناسی ارشد

## فصل اول مشخصات کلی



برنامه درسی مهندسی عمران - مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی / مقطع کارشناسی ارشد  
فصل اول: مشخصات کلی

عنوان رشته: مهندسی عمران - مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی  
Civil Engineering - Water And Hydraulics Structures Engineering

اهداف و کلیات دوره

۱- تعریف

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 و آنچه که در مرزهای فن و اجرا در این رشته در زمان حال می گذرد را فراهم می آورد.

\* رشته مهندسی عمران - مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی یکی از شاخه های دوره کارشناسی ارشد و دکترای مهندسی عمران است.

این رشته جنبه های تئوری و طراحی و اجرای سازه های هیدرولیکی می پردازد و به همین دلیل دروس آن طوری تنظیم شده است که ترکیبی از مهارت های طراحی و مدیریتی-اجرایی به دانشجویان منتقل شود.

۲- هدف

\*هدف تربیت افرادی است که توانایی لازم جهت طراحی و نظارت بر اجرای پروژه های تخصصی در زمینه گرایش مربوطه را داشته باشند. هدف از دوره تربیت افرادی است که با شناخت کافی از جنبه های مختلف مهندسی، مدیریتی و اجرایی، قادر باشند زیرساخت های موجود برای بهره برداری از منابع آب را امکان سنجی کرده در بخش-هایی از مراحل طراحی یا اجرا و یا کارفرمایی آن ایفای نقش نمایند.

۳- ضرورت و اهمیت رشته

مهار آبهای سطحی و تامین آب در ایران که در منطقه ی خشک و نیم خشک با متوسط بارندگی کمتر از یک سوم متوسط جهانی قرار دارد در طول تاریخ یکی از جدی ترین چالش های تمدن هایی بوده است که در آن سکونت داشته اند. ابداعات خلاقانه ی اندیشمندان ایرانی در طراحی و ساخت و بهره برداری از منابع محدود موجود زبازد مهندسی متخصص در این زمینه در سطح جهانی بوده است. رشد جمعیت از یک طرف و ضرورت توسعه ی کشور در زمینه های مختلف کشاورزی و صنعتی از طرف دیگر نیاز به آب و ذخیره ی آن را بیش از پیش نمایان می-سازد. نزولات جوی ناچیز اشاره شده اغلب در زمان های کوتاه "حداقل نیاز مصرف" اتفاق می افتد (بعضاً به شکل سیلاب های مخرب) که ذخیره ی آب را برای مصرف در مدت طولانی تر غیر بارشی سال اجتناب پذیر می نماید. سدهای بزرگ و وظیفه ی ذخیره ی آبهای سطحی را دارند و در عین حال توانایی جلوگیری از خسارات جانی و مالی ناشی از سیلابها را هم داشته منبع پاک و ارزشمندی برای تولید انرژی برق هستند. طراحی و ساخت سدها و سازه-های وابسته به آن و سایر سیستم های انتقال آب تنوع وسیعی از تخصص های مهندسی مانند سازه، هیدرولیک،



ژئوتکنیک، تکنولوژی مصالح، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، مکانیک، زلزله، برق، محیط‌زیست و مدیریت ساخت را در بر می‌گیرد. این گرایش وظیفه‌ی تربیت نیروی انسانی برای این تخصص را دارد.

#### ۴- نقش، توانایی و شایستگی دانش‌آموختگان

\* فارغ‌التحصیلان این دوره دارای قابلیت‌های لازم برای انجام کارهای زیر را دارا می‌باشند:

الف) شناخت نیازهای آبی

ب) توانایی در بررسی منابع موجود

ج) توانایی در طراحی سیستم‌های متناسب با شرایط اقلیمی و زمین‌شناسی منطقه

د) ارزیابی عواقب محیط زیستی سازه‌های طراحی شده

ه) شناخت تئوری‌های هیدرولیکی و سازه‌ای

و) کسب مهارت در استفاده از روشهای محاسباتی و نرم‌افزارهای مرتبط

#### ۵- طول دوره و شکل نظام

\* نظام بصورت ترمی - واحدی خواهد بود، طول دوره کارشناسی ارشد مطابق ضوابط و مقررات و آیین نامه‌های وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد.

۱- در دوره کارشناسی ارشد، در صورت تایید استاد راهنما و گروه مربوطه دانشجو می‌تواند دروسی را بصورت اختیاری از سایر گرایشهای مهندسی عمران یا سایر رشته‌های مرتبط اخذ نماید.

۲- در دوره کارشناسی ارشد دانشجو موظف است درس روش تحقیق را بگذراند، این درس به ارزش (۱ 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.

تعداد و نوع واحدهای درسی در مقطع کارشناسی ارشد بر اساس جدول زیر می‌باشد:

تعداد و نوع واحدهای درسی دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مهندسی آب و سازه‌های هیدرولیکی

جمع واحدهای درسی	نوع واحدهای درسی			دوره تحصیلی
	پایان نامه	اختیاری	تخصصی+روش تحقیق	
۳۰	۵	۱۲	۱۳	کارشناسی ارشد

تعداد واحدهای جبرانی دوره حداکثر ۱۲ واحد درسی می‌باشد.

#### ۶- شرایط پذیرش دانشجو

\* پذیرش دوره در چارچوب روشهای عمومی پذیرش دانشجو طبق مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری صورت می‌گیرد.





## ۷- مواد و ضرایب امتحانی

\* مواد و ضرایب امتحانی مطابق با مواد و ضرایب امتحانی تعیین شده توسط وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برای دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران خواهد بود.

ردیف	عنوان درس	ضریب
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۱
۲	ریاضیات	۱
۳	مکانیک جامدات (مقاومت مصالح، تحلیل سازه ها ۱)	۱
۴	مکانیک خاک و پی سازی	۱
۵	مکانیک سیالات و هیدرولیک	۱
۶	طراحی (سازه های فولادی ۱ و ۲ / سازه های بتنی ۱ و ۲ / راهسازی و روسازی راه	۱



## فصل دوم

### جداول دروس



جدول شماره ۱: عنوان و مشخصات دروس جبرانی مهندسی عمران - مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی مقطع کارشناسی ارشد

پیش نیاز	ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	هیدرولوژی مهندسی	۱
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	هیدرولیک کانالهای باز	۲
-	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	مکانیک سیالات	۳
-	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	مکانیک خاک	۴
-	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	تحلیل سازه ها	۵
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	مکانیک جامدات ۱	۶
-	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	استاتیک	۷
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	سازه های بتن آرمه ۱	۸
-	۳۲۰	-	۳۲۰	۲۰	-	۲۰	جمع کل	

اگر دانشجوی از رشته ای غیر از مهندسی عمران پذیرفته شده باشد لازم است حد اکثر تعداد ۱۲ واحد از دروس جدول فوق را بعنوان دروس جبرانی بگذرانند.

اگر دانشجوی دروس مشابهی را در سایر دوره های کارشناسی گذرانده باشد، کمیته ای متشکل از اساتید گرایش آب و سازه های هیدرولیکی مقطع کارشناسی ارشد سرفصل دروس گذرانده شده را بررسی و در خصوص گذراندن دروس جبرانی تصمیم گیری می کند.



جدول شماره ۲: عنوان و مشخصات دروس تخصصی مهندسی عمران - مهندسی آب و سازه های  
 هیدرولیکی مقطع کارشناسی ارشد

پیش نیاز	ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	هیدرولیک پیشرفته	۱
	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	طراحی هیدرولیکی سازه های آبی	۲
یکی از دروس	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	سدهای خاکی	۳
	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	سد های بتنی	۴
یکی از دروس	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	هیدرولیک محاسباتی	۵
	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	مکانیک محاسباتی	۶
	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	هیدرودینامیک	۷
	۱۶	-	۱۶	۱	-	۱	روش تحقیق	۸
	۳۵۲	-	۳۵۲	۲۲	-	۲۲	جمع کل	

گذراندن ۱۳ واحد از دروس جدول فوق الزامی است



جدول شماره ۳: عنوان و مشخصات دروس اختیاری مهندسی عمران - مهندسی آب و سازه های  
 هیدرولیکی مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			ساعات			پیش نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	روش اجزاء محدود	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۲	تکنولوژی عالی بتن	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۳	ریاضیات عالی مهندسی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۴	هیدرولیک محاسباتی ۲	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۵	روشهای تحلیل لرزه ای سازه ها	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۶	مهندسی رسوب	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۷	مدلسازی جریان و آلودگی منابع آب سطحی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۸	مدلسازی جریان و آلودگی منابع آب زیرزمینی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۹	مکانیک سنگ	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	
۱۰	مکانیک شکست	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۱	کاربرد RS و GIS در مهندسی عمران و آزمایشگاه	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۲	آب های زیرزمینی پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۳	مباحث خاص در هیدرولیک محاسباتی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۴	تحلیل و مدیریت سیستم های منابع آب	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۵	تحلیل سیستم و برنامه ریزی زیرساخت های آبی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۶	شکست سد، تئوری و کاربردها	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
	<b>جمع کل</b>	<b>۴۷</b>	<b>-</b>	<b>۴۷</b>	<b>۷۵۲</b>	<b>-</b>	<b>۷۵۲</b>	

گذراندن ۱۲ واحد از دروس جدول فوق الزامی است



# ب- دوره دکتری

## فصل اول مشخصات کلی



برنامه درسی مهندسی عمران - مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی / مقطع دکترا  
فصل اول: مشخصات کلی

عنوان رشته: مهندسی عمران - مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی  
Civil Engineering – Water And Hydraulics Structures Engineering

اهداف و کلیات دوره

تعریف

دوره دکتری مهندسی عمران - مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی بالاترین مقطع تحصیلی در این زمینه هست که به اعطای مدرک می انجامد. دوره دکتری بالاترین مقطع تحصیلی در آموزش عالی است و به دو مرحله آموزشی و پژوهشی مستقل از هم تقسیم می شود و با دفاع از رساله پایان می یابد.

1- هدف

هدف دوره دکتری تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه های مطالعاتی گرایش مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی در گسترش مرزهای دانش و رفع نیازهای کشور موثر باشند. این دوره مجموعه ای هماهنگ از فعالیت های آموزشی و پژوهشی است و 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، 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 روشهای 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 هدف زیر:

۱- تعلیم، تحقیق و برنامه ریزی

۲- طراحی، اجرا، نظارت و ارزیابی

۳- تجزیه و تحلیل و حل مسائل علمی در مرزهای دانش

۴- حل مشکلات عملی جامعه در یکی از زمینه های مهندسی عمران



## ۲- ضرورت و اهمیت رشته

مهار آبهای سطحی و تامین آب در ایران که در منطقه خشک و نیم خشک با متوسط بارندگی کمتر از یک سوم متوسط جهانی قرار دارد در طول تاریخ یکی از جدی ترین چالش‌های تمدن‌هایی بوده است که در آن سکونت داشته‌اند. ابداعات خلاقانه‌ی اندیشمندان ایرانی در طراحی و ساخت و بهره‌برداری از منابع محدود موجود زبازد مهندسين متخصص در این زمینه در سطح جهانی بوده است. رشد جمعیت از یک طرف و ضرورت توسعه‌ی کشور در زمینه‌های مختلف کشاورزی و صنعتی از طرف دیگر نیاز به آب و ذخیره‌ی آن را بیش از پیش نمایان می‌سازد. نزولات جوی ناچیز اشاره‌شده اغلب در زمان‌های کوتاه "حداقل نیاز مصرف" اتفاق می‌افتد (بعضاً به شکل سیلاب‌های مخرب) که ذخیره‌ی آب را برای مصرف در مدت طولانی‌تر غیر بارشی سال اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. سدهای بزرگ و وظیفه‌ی ذخیره‌ی آبهای سطحی را دارند و در عین حال توانایی جلوگیری از خسارات جانی و مالی ناشی از سیلابها را هم داشته منبع پاک و ارزشمندی برای تولید انرژی برق هستند. طراحی و ساخت سدها و سازه‌های وابسته به آن و سایر سیستم‌های انتقال آب تنوع وسیعی از تخصص‌های مهندسی مانند سازه، هیدرولیک، ژئوتکنیک، تکنولوژی مصالح، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، مکانیک، زلزله، برق، محیط‌زیست و مدیریت ساخت را در بر می‌گیرد. این گرایش وظیفه‌ی تربیت نیروی انسانی برای این تخصص را دارد.

## ۳- نقش و توانایی فارغ التحصیلان

از فارغ التحصیلان دوره دکتری انتظار می‌رود که ضمن اشراف به آخرین یافته‌های 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 آموزه‌های دوران تحصیل (بخش آموزش و پژوهش)، راه حل مناسب، بهینه و قابل قبول در سطح جامعه حرفه‌ای ارائه نمایند. بخش دیگری از فارغ التحصیلان این دوره تدریس در دانشگاه‌ها و تربیت مهندسين عمران توانمند در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی می‌باشد که بالطبع انتظار می‌رود در تولید علم و تبدیل علم به ایده و ثروت نقش موثری داشته باشند.

## ۱- طول دوره و شکل نظام

دوره دکتری دارای دو مرحله آموزشی و پژوهشی (تدوین رساله) می‌باشد. نحوه ورود و خاتمه هر مرحله، و حداقل و حداکثر طول دوره مطابق آیین نامه دوره دکتری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد. دوره دکتری با دفاع از رساله پایان می‌یابد.

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

## ۱-۵- مرحله آموزشی

در مرحله آموزشی دوره دکتری مهندسی عمران، گذراندن ۱۸ واحد درسی از دروس دوره‌های تحصیلات تکمیلی (علاوه بر واحدهای قبلی گذرانده شده در مقطع کارشناسی ارشد) اجباری است و دانشجو 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 واحد می باشد، که بعد از گذراندن امتحان جامع قابل اخذ می باشد.

### دروس مرحله آموزشی دوره دکتری

۱- دروس قابل ارائه برای دانشجویان دوره دکتری از میان مجموعه دروس تحصیلات تکمیلی رشته تحصیلی دانشجوی (با موافقت استاد راهنما و گرایش مربوطه) تعیین می گردد. ضمناً دانشجویان در مقطع دکتری نباید دروسی را اخذ نمایند که در دوره کارشناسی ارشد آن دروس را گذرانده اند.

۲- اگر دانشجویی از رشته دیگری بجز مهندسی عمران در گرایشهای مهندسی عمران پذیرفته شده باشد، باید حداکثر ۶ واحد از دروس درج شده در جدول دروس جبرانی را با انتخاب استاد راهنما و تایید گروه مربوطه بگذراند.

۳- در دوره دکتری، در صورت تایید استاد راهنما و گروه مربوطه، دانشجویی می تواند حداکثر دو درس خود را از سایر گرایشهای عمران و یا سایر رشته های مرتبط اخذ نماید.

تعیین دروس تخصصی دانشجویان دکتری به تشخیص سرپرست گرایش یا استاد راهنمای دانشجوی از بین جداول دروس تعیین شده برای دوره دکتری صورت می گیرد.

تعداد و نوع واحدهای درسی در مقطع دکتری بر اساس جدول زیر می باشد:

### تعداد و نوع واحدهای درسی دوره دکتری مهندسی عمران - مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی

جمع واحدهای درسی	نوع واحدهای درسی			دوره تحصیلی
	رساله	اختیاری	تخصصی	
۳۶	۱۸	۱۸		دکتری

تعداد واحدهای جبرانی دوره حداکثر ۶ واحد درسی می باشد.

### ۲-۵- امتحان جامع

دانشجویانی که همه واحدهای دروس مرحله آموزشی خود را با موفقیت گذرانده باشند، می توانند در آزمون جامع شرکت نمایند. این آزمون بصورت کتبی یا شفاهی برگزار شده و دانشجوی حداکثر دوبار می تواند در آن شرکت نماید.

### ۶- شرایط پذیرش دانشجو

\* پذیرش دوره در چارچوب روشهای عمومی پذیرش دانشجو طبق مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری صورت می گیرد.

### ۷- مواد و ضرایب امتحانی



\* مواد و ضرایب امتحانی مطابق با مواد و ضرایب امتحانی تعیین شده توسط وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برای دوره دکتری مهندسی عمران خواهد بود.

ضریب	عنوان درس	ردیف
۴	مجموعه دروس تخصصی در سطح کارشناسی شامل (مکانیک جامدات (مقاومت مصالح - تحلیل سازه ها)) و کارشناسی ارشد شامل (هیدرولیک پیشرفته - طراحی هیدرولیکی سازه ها)	۱
۱	استعداد تحصیلی	۲
۱	زبان انگلیسی	۳



## فصل دوم

### جداول دروس



جدول شماره ۱: عنوان و مشخصات دروس جبرانی دوره دکتری مهندسی عمران - مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی

ردیف	نام درس	تعداد واحد			ساعات		
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع
۱	هیدرولیک پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۲	طراحی هیدرولیکی سازه های آبی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۳	سدهای خاکی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۴	سد های بتنی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۵	هیدرولیک محاسباتی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۶	مکانیک محاسباتی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۷	هیدرودینامیک	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
	<b>جمع کل</b>	<b>۲۱</b>	<b>-</b>	<b>۲۱</b>	<b>۳۳۶</b>	<b>-</b>	<b>۳۳۶</b>

اگر دانشجوی از رشته ای غیر از مهندسی عمران پذیرفته شده باشد لازم است حد اکثر تعداد ۶ واحد از دروس جدول فوق را بعنوان دروس جبرانی بگذرانند.

اگر دانشجوی دروس مشابهی را در سایر دوره های کارشناسی گذرانده باشد، کمیته ای متشکل از اساتید گرایش آب و سازه های هیدرولیکی سرفصل دروس گذرانده شده را بررسی و در خصوص گذراندن دروس جبرانی تصمیم گیری می کند.



جدول شماره ۲: عنوان و مشخصات دروس تخصصی - اختیاری دوره دکتری مهندسی عمران - مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی

ردیف	نام درس	تعداد واحد			ساعات			پیش نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	روش اجزاء محدود	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۲	تکنولوژی عالی بتن	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۳	ریاضیات عالی مهندسی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۴	روشهای تحلیل لرزه ای سازه ها	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۵	مهندسی رسوب	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۶	مدلسازی جریان و آلودگی منابع آب سطحی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۷	مدلسازی جریان و آلودگی منابع آب زیرزمینی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۸	مکانیک سنگ	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	
۹	مکانیک شکست	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۰	کاربرد RS و GIS در مهندسی عمران و آزمایشگاه	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۱	آب های زیرزمینی پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۲	مباحث خاص در هیدرولیک محاسباتی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۳	تحلیل و مدیریت سیستم های منابع آب	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۴	تحلیل سیستم و برنامه ریزی زیرساخت های آبی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۵	شکست سد، تئوری و کاربردها	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
۱۶	مکانیک محیطهای پیوسته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	
		۴۵	-	۴۵	۷۰۴	-	۷۰۴	

گذراندن ۱۸ واحد از دروس جدول فوق الزامی است



# فصل سوم

## سرفصل دروس



نام فارسی درس: هیدرولیک پیشرفته		نام انگلیسی درس: Advanced Hydraulics	
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	نوع درس: تخصصی	
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد	آموزش تکمیلی: ندارد	
<p>هدف درس: آشنایی دانشجویان با تئوری ها و مبانی پیشرفته در هیدرولیک بخصوص هیدرولیک کانال های باز</p> <p>آشنایی دانشجویان با روش های تحلیل هیدرولیکی مسائل مرتبط با سازه های هیدرولیکی</p> <p>سرفصل درس:</p> <p>سرفصل نظری:</p> <p>۱- مروری بر هیدرولیک جریان های متغیر تدریجی: آبگیری از یک دریاچه و ارتباط دو دریاچه</p> <p>۲- مروری بر هیدرولیک جریان های متغیر تدریجی: آبگیری از یک دریاچه و ارتباط دو دریاچه</p> <p>۳- جریان های متغیر مکانی با افزایش و کاهش دبی</p> <p>۴- هیدرولیک سازه های آبی- کنترل ها</p> <p>۵- جریان های غیردائمی با سطح آزاد: معادلات حاکم، موج ساده، روش مشخصه ها</p> <p>۶- شکست سد: پایین دست خشک و پایین دست تر</p> <p>۷- جریان غیر دائمی سریع: عملکرد دریچه ها، موج مثبت و موج منفی</p> <p>۸- جریان غیردائمی در سد (روندیابی سیل در مخزن، سیلاب شکست سد)</p> <p>۹- روندیابی سیل</p> <p>سرفصل عملی: ندارد</p>			
روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی			
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	پروژه
٪۱۵	٪۳۵	٪۵۰	-
منابع:			
<p>1- Henderson, F.M., 1966, Open channel flow: New York, MacMillan, 522 p.</p> <p>2- Chow, V.T., 1959, Open-channel hydraulics: New York, McGraw-Hill, 680 p.</p> <p>3- French, R.H., 1986, Open channel hydraulics, New York, McGraw-Hill, 705 p.</p> <p>4- Chaudhry, M.H., 2008, Open Channel Flow, Springer, 523 p.</p> <p>5- Subramanya, K., 2009, Flow in Open Channels : New York, McGraw-Hill, 548 p.</p> <p>6- Chanson, H., 2004, The Hydraulics of Open Channel Flow, Butterworth-Heinemann, 650 p.</p> <p>7- Lindell, J.E., Moore, W.P., King, H.W. 2017, Handbook of Hydraulics, Eighth Edition 8th Edition. McGraw-Hill Education; 8 edition.</p>			



نام فارسی درس: طراحی هیدرولیکی سازه های آبی		نام انگلیسی درس: Hydraulic Design of Structures	
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	نوع درس: تخصصی	
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم نیاز: ندارد	آموزش تکمیلی: ندارد	
هدف درس:			
<p>۱- آشنایی دانشجویان با تئوری ها و مبانی پیشرفته در هیدرولیک بخصوص هیدرولیک کانال های باز</p> <p>۲- آشنایی دانشجویان با روش های تحلیل هیدرولیکی مسائل مرتبط با سازه های هیدرولیکی</p>			
سرفصل درس:			
سرفصل نظری:			
<p>۱- مروری بر انواع سازه های هیدرولیکی (وابسته به بندها و سدها و پلها و مولفه های آنها و چگونگی هماهنگی اجزا آنها)</p> <p>۲- بررسی عوامل مختلف محیطی موثر در انتخاب محل و مشخصات سدها (هیدرولوژیکی، هیدرولیکی، زمین شناسی، ژئوتکنیکی، سازه ای)</p> <p>۳- آشنایی با انواع بارها و بارگذاری ها (آب، زیر فشار، خاک، سازه ای، استاتیکی، دینامیکی، زمین لرزه، نوسانات، رانش، بارهای حین ساخت، بارهای بهره برداری، کنترل پایداری لغزش واژگونی)</p> <p>۴- تعیین ارتفاع و جانمایی اجزا سدها</p> <p>۵- طرح هیدرولیکی انواع دریچه ها (سطحی، تحت فشار، نوسانات فشار)</p> <p>۶- طرح هیدرولیکی سرریزهای رو باز (لبه آبریز، شوت، پلکانی)</p> <p>۷- طرح هیدرولیکی سرریزهای بسته (نیلوفری، سیفونی، جانبی)</p> <p>۸- خلا زایی (نوسانات فشار در سزعت زیاد، خلا زایی، هوادهی)</p> <p>۹- طرح هیدرولیکی بندها و سدهای کوچک (بدنه و سرریز)</p> <p>۱۰- طرح هیدرولیکی سازه های انرژی کاه (حوضچه آرامش، پرتابه آب)</p> <p>۱۱- آشنایی با روشهای کاهش تراوش (آب بندی بدنه و پی و تکیه گاه سد، دیواره آب بند)</p>			
سرفصل عملی: ندارد			
روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی			
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری / عملکردی)	پروژه
٪۲۰	-	٪۳۰	٪۵۰
منابع:			
<p>1- Novak P., Mofat A.I.B, Nalluri C. and Narayanan R. 2007, Hydraulic Structures, , Taylor and Francis</p> <p>2- USBR, 1973, Design of Small Dams</p> <p>3- Peterka, A. J., 2005, Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators, USBR</p> <p>4- Vischer D. L. and Hager W.H., 1998, Dam Hydraulics, Wiley</p> <p>5- Sheng-Hong. C, 2015, Hydraulic Structures,</p>			





نام فارسی درس: سدهای خاکی		نام انگلیسی درس: Embankment Dams	
تعداد واحد: ۳		نوع واحد: نظری	
تعداد ساعت: ۴۸		پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد	
نوع درس: تخصصی		آموزش تکمیلی: دارد / پروژه، سفر علمی	
هدف درس: هدف از این درس آشنایی دانشجویان با چگونگی طراحی، اجرا و رفتارنگاری سدهای خاکی و مشکلات و مسائل مربوط به آن می‌باشد.			
<p>سرفصل درس:</p> <p>سرفصل نظری:</p> <p>۱- کلیات</p> <p>۲- تراوش آب از بدنه سد و راههای کنترل آن</p> <p>۳- کنترل تراوش از پی سدهای خاکی</p> <p>۴- پایداری شیروانیها</p> <p>۵- تحلیل دینامیکی سدهای خاکی</p> <p>۶- سدهای سنگریزه ای</p> <p>۷- ترک و ترک هیدرولیکی</p> <p>۸- آماده سازی و بهسازی پی</p> <p>۹- کاربرد ابزار دقیق در سدهای خاکی</p> <p>مزایای استفاده از ابزار در مهندسی ژئوتکنیک</p> <p>انواع مبدل ها (حسگرها) و سیستمهای قرائت ابزار</p> <p>اندازه گیری فشار آب منفذی</p> <p>اندازه گیری تنش کل در خاک</p> <p>اندازه گیری تغییر شکلها</p> <p>اندازه گیری نیرو و کرنش</p> <p>جمع آوری، پردازش، ارائه، تفسیر و گزارش اطلاعات ابزار دقیق</p> <p>ابزار دقیق در سدهای خاکی</p> <p>سرفصل عملی: ندارد</p>			
روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی			
ارزشیابی مستمر		میان ترم	
-		-	
آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)		پروژه	
۵۰٪		۵۰٪	
منابع:			
<p>1- Sharma, H.D. (1991). "Embankment Dams", Oxford &amp; IBH Publishing Co.</p> <p>2- Fell, R., MacGregor, P. &amp; Stapledon, D. (1992) "Geotechnical Engineering of Embankment Dams", A.A. Balkma.</p> <p>3- Kutzner, C. (1997) "Earth and Rockfill Dams", A.A. Balkema.</p> <p>4- Dunnicliff, John, (1988) (1993) " Geotechnical Instrumentation for Monitoring Field Performance"</p> <p>5- Wegmann, E. (2018), The Design and Construction of Dams: Including Masonry, Earth, Rock-Fill, Timber, and Steel Structures, Also the Principal Types of Movable Dams</p>			



نام فارسی درس: سدهای بتنی		نام انگلیسی درس: Concrete Dams									
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	نوع درس: تخصصی									
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم نیاز: ندارد	آموزش تکمیلی: دارد/ پروژه									
<p>هدف درس: آشنایی دانشجویان با روشهای طراحی سدهای وزنی، سدهای پشت بند دار و سدهای قوسی در مراحل اولیه‌ی طراحی و کسب مهارت در استفاده از نرم افزارها برای تحلیل های دقیق تر و دینامیکی.</p> <p>سرفصل درس:</p> <p>سرفصل نظری:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱- آشنایی و معرفی انواع سدهای بتنی</li> <li>۲- معیارهای انتخاب ساختگاه سد شامل عوامل منابع آب، اقتصاد، هندسه و مهندسی ژئوتکنیک</li> <li>۳- سدهای بتنی قوسی مصالح، مکانیزمهای باربری، خصوصیات ساخت، انواع سرریزهای ممکن معیارهای شکل قوس، شکل طره، شکل سد، روش بهینه سازی شکل، تعریف ریاضی شکل بدنه کنترل کلان پایداری تکیه گاهها، معیارهای توزیع تنش</li> <li>۴- بتن حجیم سدها مسائل حرارتی، طرح اختلاط، روشهای پیش و پس سرد کردن مصالح و بتن و محاسبات آنها بتن غلطکی در سدها خرابی بتن در سدهای بتنی</li> <li>۵- بارگذاری سدهای بتنی شامل بارگذاری فرعی و اصلی (آب، خاک (رانش و مقاوم)، وزن بدنه، حرارت (بارگذاری حرارتی شامل حرارت درونی و نحوه کنترل آن، حرارت محیطی و نحوه تعیین و اعمال آن)، زلزله، برکنش...</li> <li>۶- زلزله و اثرات آن بر سد (تعیین سطوح مختلف بار زلزله شامل میزان خطرپذیری، شتاب مبنا، طیف و شتاب نگاشت، زلزله طرح- بارهای هیدرودینامیکی ناشی از زلزله، آسیب پذیری سدهای بتنی در مقابل زلزله و نحوه اصلاح شکل آنها برای کاهش آسیب پذیری)</li> <li>۷- رفتار دینامیکی سدهای بتنی قوسی و سدهای وزنی</li> <li>۸- مقدمه ای بر روش تحلیل آزمون بار</li> <li>۹- مدل ریاضی و روشهای تحلیل سدهای بتنی شامل سازه، پی و دریاچه- روش اجزا محدود</li> <li>۱۰- تعیین ضرایب اطمینان تنش و طراحی بتن - آئین نامه های طراحی</li> <li>۱۱- نکات تحلیل و طرح سدهای بتنی قوسی شامل روشهای ۲ و ۳ بعدی</li> <li>۱۲- نکات تحلیل و طرح سدهای بتنی وزنی</li> <li>۱۳- نکات تحلیل و طرح سدهای بتنی پشت بند دار</li> <li>۱۴- نکات تحلیل و طرح سدهای چند قوسی و قوسی وزن</li> <li>۱۵- روشهای اجرا و تجهیزیات رفتار سنجی سدهای بتنی</li> <li>۱۶- ارائه فیلم، اسلاید و بازدید از ساختگاه سدهای واقعی</li> </ol> <p>سرفصل عملی: ندارد</p> <p>روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی</p> <table border="1"> <tr> <td>ارزشیابی مستمر</td> <td>میان ترم</td> <td>آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)</td> <td>پروژه</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>%۵۰</td> <td>%۵۰</td> </tr> </table>				ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	پروژه	-	-	%۵۰	%۵۰
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	پروژه								
-	-	%۵۰	%۵۰								



- 1- Design of Gravity Dam, (1976), US BUREAU OF RECLAMATION
- 2- Analysis and Design: Practice of Hydraulic Concrete Structures (2013), Ghosh K.M, Amazon.
- 3- Advanced Dam Engineering for Design, Construction, and Rehabilitation (1988) , Springer-Verlag Arch
- 4- Dam Design, (2005), US Army Corps of Engineers.



نام فارسی درس: هیدرولیک محاسباتی		نام انگلیسی درس: Computational Hydraulics	
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	نوع درس: تخصصی	
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد	آموزش تکمیلی: دارد/ پروژه	
هدف درس: آشنایی دانشجویان با روشهای عددی و ریاضی حل معادلات حاکم بر جریان خصوصا جریان کانالهای باز			
سرفصل درس:			
سرفصل نظری:			
بخش اول: مبانی تئوریک روشهای عددی			
۱- لزوم و کاربرد روشهای عددی در هیدرولیک			
۲- تبیین 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 پاره‌ای و طبقه بندی آنها (بیضوی، سهموی، هذلولی)			
۴- معرفی و مقایسه مبانی روشهای مختلف عددی (تفاضل محدود، حجم کنترل، حجم محدود، جزء محدود، جزء مرزی، روش مشخصات، روشهای طیفی...)			
۵- حل عددی معادلات بیضوی (معادله لاپلاس و پواسون) شیوه های منقطع سازی (ژاکوبی-گوس-سایدل-جاروی خطی)- شرایط مرزی			
۶- حل عددی معادلات سهموی (معادله پخش) شیوه های منقطع سازی (صریح-ضمنی-کرانک-نیکولسون-ADI)- شرایط مرزی			
۷- حل عددی معادلات هذلولی (معادله انتقال)- شیوه های منقطع سازی- شرایط مرزی			
۸- تبیین مرتبه دقت، سازگاری، پایداری و همگرایی روش عددی			
بخش دوم: کاربرد روشهای عددی در هیدرولیک محاسباتی			
۹- مدل‌سازی عددی جریان در کانال ها و رودخانه ها- جریان های یک و دوبعدی، دائمی و غیر دائمی			
۱۰- حل معادله انتقال - انتشار در محیط های آبی			
۱۱- حل عددی جریان در مجاری تحت فشار و ضربه قوچ یا چکش آبی			
۱۲- حل عددی جریان در محیط های متخلخل			
سرفصل عملی: ندارد			
روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری/ آزمون عملی			
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	پروژه
۲۵٪	-	۵۰٪	۲۵٪
منابع:			
1- Abbot, M.B. and A.W. Minns, 1994, Computational Hydraulics, Ashgate Pub. Co.			
2- Chaudhry, M. H. 1993. Open-Channel Flow. Prentice-Hall, Inc.			
3- Chaudhry, M.H., 1987, Applied Hydraulic Transients, Van Nostrand Reinhold			
4- Cunge, J.A., F. M. Holly, Jr., and A. Verwey, 1980, Practical Aspects of Computational River Hydraulics, Pitman Publishing Limited, London			
5- Julien, P.Y., 2002, River Mechanics, Cambridge University Press, New York			



- 6- Vreugdenhil, C.B., 1989, Computational Hydraulics - An Introduction, Springer-Verlag, Berlin
- 7- Smith, G.D., 1985, Numerical Solution of Partial Differential Equations: Finite Difference Methods - Third Edition, Clarendon Press, Oxford
- 8- Ioana, P. (2014), Computational Hydraulics: Numerical Methods and Modelling.
- 9- Joel, H. Ferziger, Milovan Peric, et al. (2019), Computational Methods for Fluid Dynamics.



نام فارسی درس: مکانیک محاسباتی		نام انگلیسی درس: Computational Mechanics	
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	نوع درس: تخصصی	
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد	آموزش تکمیلی: دارد/ پروژه	
هدف درس: آشنایی دانشجویان با روش‌های عددی و ریاضی حل معادلات حاکم بر مسائل مهندسی عمران با تاکید بر مسائل میدانی			
سرفصل درس:			
سرفصل نظری:			
۱- معرفی معادله کواسی هارمونیک یک بعدی (معادله حاکم، شرایط مرزی، منقطع کردن محیط فیزیکی، منقطع کردن معادلات حاکم، مراحل حل عددی به روش ۱- اجزا محدود ۲- تفاضل محدود)، مدل‌سازی ۱-خرپا و ۲-انتقال حرارت			
۲- معرفی معادله کواسی هارمونیک دو بعدی (معادله حاکم، شرایط اولیه و مرزی، منقطع کردن محیط فیزیکی، منقطع کردن معادلات حاکم، مراحل حل عددی به روش ۱- اجزا محدود ۲- تفاضل محدود)، مدل‌سازی ۱-پیچش و ۲-اب زیرزمینی			
۳- معرفی معادله بای هارمونیک (معادله حاکم، شرایط اولیه و مرزی، منقطع کردن محیط فیزیکی، منقطع کردن معادلات حاکم، مراحل حل عددی به روش اجزا محدود)، مدل‌سازی تنش کرنش صفحه ای			
۴- معرفی معادله انتشار موج Helmholtz (معادله لاپلاس و پواسون، شرایط اولیه و مرزی، منقطع کردن محیط فیزیکی، منقطع کردن معادلات حاکم، مراحل حل عددی به روش ۱- اجزا محدود ۲- تفاضل محدود و ۳- حل نیمه تحلیلی)، مدل‌سازی مثال اندرکش سد و مخزن			
۵- معرفی معادله ارتعاش سیستم های دینامیکی (معادله حاکم، شرایط اولیه و مرزی، مراحل حل عددی به روش ۱- اجزا محدود نیومارک و مودال) ۲- تفاضل محدود، مدل‌سازی مثال اندرکش سد و مخزن			
سرفصل عملی: ندارد			
روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی			
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	پروژه
٪۱۰	٪۲۵	٪۳۵	٪۳۰
منابع:			
1- Hinton.E, Owen D.R.j.(1985), An Introduction to Finite Element Computations, Pineridge Press Limited, Swansea, U.k.			
2- Smith, G.D.(1965), Numerical Solution of Partial Differential Equations, Oxford University Press.			
3- Bathe, K.J. (1982), Finite Element Procedures in Engineering Analysis, Prentice-Hall, New Jersey.			
4- Lee, G.C. and Tsai C.S., (1991), "Time Domain Analysis of Dam-Reservoir System. I: Exact Solution", Journal of Engineering Mechanics.			
5- Zienkiewicz, O.C. (1987), The Finite Element method, McGraw Hill.			
6- Ghaboussi. J , Xiping. S.W, (2016), Numerical Methods in Computational Mechanics.			



نام فارسی درس: هیدرودینامیک	نام انگلیسی درس: Hydrodynamics
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد
<b>هدف درس:</b> آشنایی با مطالب سیالات پیشرفته و جریان‌های دو بعدی و سه بعدی شامل معادلات ناویر استکس، جریان‌های ایدال و مبانی پایه ای لایه مرزی.	
<b>سرفصل درس:</b> <b>سرفصل نظری:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱- یادآوری مباحث مکانیک سیالات: سینماتیک و دینامیک سیالات شامل (لزجت، معادله اساسی استاتیک سیالات، تراکم پذیری، جریان دائمی و جریان غیر دائمی، تقسیم بندی جریانها از دیدگاه سرعت، روابط انتگرالی جریان، میدان سرعت و شتاب، انواع حرکت و علت آنها در سیالات (حرکتهای انتقالی، چرخشی و تغییر شکلهای خطی و برشی) و ...</li> <li>۲- روشهای بررسی جریان سیالات، دیدگاه اولری، دیدگاه لاکرانژی، مفهوم حجم کنترل، رابطه ی کلی بیانگر ارتباط دو دیدگاه فوق. مشتق توابع میدان سرعت و بدست آوردن میدان شتاب و انواع بردارهای سرعت و بردارهای شتاب، مفهوم تنسور و معرفی تنسور تنش.</li> <li>۳- معادلات دیفرانسیلی حاکم بر جریان و ارتباط بین دیدگاه اولری و لاگرانژی و بدست آوردن رابطه پیوستگی، رابطه اندازه حرکت و رابطه ممنتوم.</li> <li>۴- اثبات کامل رابطه ناویر- استوکس بر اساس نیروهای ممنتوم، نیروهای بدنی، نیروهای تغییر فشار و نیروهای لزجی که به صورت بردارهای تنش بر روی سطح المان وارد می شود. (در مختصات مختلف دکارتی، استوانه ای و کروی). حل مثالهای کاربردی در این رابطه مانند جریان در کانالها و جریان در لوله ها در حالت‌های ماندگار و غیر ماندگار همچنین یکنواخت و غیر یکنواخت. بدست آوردن پروفیل سرعت در جریانهای آرام ساده، جریان سیال لزج و خواص فیزیکی معادله ناویراستوکس</li> <li>۵- مفاهیم و توابع خط جریان، خط پتانسیل و خط رگه در حالت‌های مختلف جریان ماندگار و غیر ماندگار</li> <li>۶- تعریف جریانهای آشفته در سیالات شامل تعریف آشفتگی و تاثیر آن در میدانهای سرعت و شتاب، سرعت متوسط و سرعت نوسانی، تغییر معادلات ناویر استکس در جریانهای آشفته. بیان مفهوم و معادلات سرعت برشی. تقسیم بندی لایه های جریان و بیان قوانین پرانتل. زبری در جریانهای آشفته و معادلات پروفیل سرعت آشفته در لایه های حرکت سیال. حل مثالهای کاربردی در این رابطه. تخمین تنش برشی، تخمین لزجت آشفتگی. مفهوم و تعاریف چرخش، ورتیسیته و سیرکولاسیون</li> <li>۷- تعریف جریانهای ایدال و معادلات جریان سیال ایده آل (استخراج معادله پیوستگی و حرکت، شکلهای مختلف معادلات در دستگاههای مختصات متفاوت)</li> <li>۸- جریان سیال ایده آل (رابطه اوپلر، تابع جریان، تابع پتانسیل، رابطه برنولی، کاربرد توابع تحلیلی، جریانهای پتانسیل دوبعدی، شبکه جریان)</li> <li>۹- کاربردهای جریان سیال ایده آل (جریانهای پایه ای ایدال شامل جریان خطی یا ساده ایدال، جریان چشمه و چاه، جریان ورتکس و جریان دوتایی. و توام کردن چند جریان ساده، بیان جریانهای ایدال در محیط متخل، جریان سرریز)</li> <li>۱۰- تبدیل های همسان و ترکیب جریانهای پایه ایدال برای بدست آوردن جریانهای کاربردی (تبدیل جریان موازی به جریان در صفحه فیزیکی، جریان در زوایای مختلف، جریان در شکاف، جریان حول سیلندر، انتقال دایره، جریان حول بیضی، جریان حول جسم دوکی شکل، جریان حول آیروفویل، نیروی برآیند در آیروفویل دوبعدی)</li> <li>۱۱- بدست آوردن معادلات جریانهای ایدال پایه و ترکیب آنها با استفاده از توابع مختلط</li> <li>۱۲- جریان آرام (جریان کوئت، جریان در مجرای مستطیلی، جریان در لوله، جریان در اطراف نقطه ایستایی)</li> <li>۱۳- لایه مرزی شامل مفهوم لایه مرزی، ضخامت و سرعت لایه مرزی، رابطه پراندل، ساده سازی معادلات پیوستگی و ناویر استکس در لایه</li> </ol>	



مرزی نازک، مفاهیم و معادلات ضخامت جابجایی و ضخامت ممنتم، پروفیل سرعت در لایه مرزی و پروفیل سرعت مشابه و غیر مشابه در جریانهای غیر یکنواخت، معادله انتگرال ممنتم فون کارمن در گرادیان فشار صفر و غیر صفر، ضرائب اصطکاک و راه حل دقیق لایه مرزی آرام برای گرادیان فشار صفر روش دقیق بلازیوس و اشاره به راه حل های تقریبی و تاثیر گرادیان فشار.

سرفصل عملی: ندارد

روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی

پروژه	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	میان ترم	ارزشیابی مستمر
٪۱۰	٪۶۰	٪۳۰	بر اساس حضور و مشارکت دانشجو

منابع:

- ۱- هیدرودینامیک، دکتر حسن احمدی کرویچ- مهندس فرهنگ راد، انتشارات دانشگاه تهران
- ۲- هیدرودینامیک، دکتر محمدرضا چمنی، دکتر عبدالرضا کبیری سامانی، مهندس محمد جواد اعرابی
- 3- Kundu, P.K. and I.M. Cohen (2004). Fluid Mechanics, Academic Press/Elsevier
- 4- Acheson, D.J. (1990). Elementary Fluid Dynamics, Oxford Press.
- 5- Batchelor, G.K. (1967). An Introduction to Fluid Mechanics. Cambridge University Press.
- 6- Lamb, H. (1932). Hydrodynamics. (6 ed.) Cambridge University Press (also Dover).
- 7- Liggett, J.A. (1994), Fluid Mechanics, McGraw Hill
- 8- Paterson, A. R.(1983). A First Course in Fluid Dynamics, Cambridge
- 9- Schlichting, H. (1975). Boundary-Layer Theory. (11 ed.) McGraw-Hill.
- 10- Sherman, F.S. (1990). Viscous flow. McGraw Hill.
- 11- Sommerfeld, A. (1950). Mechanics of Deformable Bodies, Academic Press.
- 12- Tritton, D.J.(1977) Physical Fluid Dynamics. Van Nostrand Reinhold (U.K.).
- 13- Van Dyke, M. (1982). An Album of Fluid Motion. Parabolic Press.
- 14- White, F.M. (1975). Viscous Fluid Flow, McGraw-Hill
- 15- Guyon. E, Hulin. J.P, Petit .L, Mitescu. C.D. (2019)., Physical Hydrodynamics





نام فارسی درس: روش تحقیق		نام انگلیسی درس: Research Method
تعداد واحد: ۱	نوع واحد: نظری	نوع درس: تخصصی
تعداد ساعت: ۱۶	پیش نیاز: ندارد / همینا: ندارد	آموزش تکمیلی: دارد
<p>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 <u>مکتوب</u> می باشند.</p> <p>۲- ارائه یک <u>سخنرانی</u> علمی کوتاه توسط هر دانشجو و ارزیابی آن توسط استاد و سایر دانشجویان در برنامه کلاس گنجانده شود.</p> <p>۳- گنجاندن <u>بازدید</u> از آزمایشگاهها بخصوص مدل‌های فیزیکی در برنامه توصیه می شود.</p>		
<p><b>هدف درس:</b></p> <p>هدف اصلی این درس آشنایی دانشجویان با اصول و مبانی تحقیق، روش تحقیق و همچنین نحوه ارائه مکتوب و شفاهی یافته های علمی و مهندسی است. دانشجویان در این درس ضمن 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 دهند.</p>		
<p><b>سرفصل درس:</b></p> <p><b>سرفصل نظری:</b></p> <p><b>۱- اصول و مبانی تحقیق</b></p> <p>۱-۱- ویژگی های تحقیق (نظام یافتگی، ساده سازی، قابلیت تکرار)</p> <p>۱-۲- اهداف تحقیق (شناخت و پیش بینی پدیده ها و بهبود روش ها)</p> <p>۱-۳- انواع تحقیق (تجربی و تحلیلی، اکتشافی و تصدیقی، بنیادی و کاربردی)</p> <p>۱-۴- مراحل تحقیق (انتخاب ایده، مرور منابع، انتخاب روش، انجام کار و ارائه گزارش)</p> <p>۱-۵- مقایسه تحقیق در دوره های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری</p> <p><b>۲- یافتن و سازماندهی اطلاعات تحقیقاتی</b></p> <p>۲-۱- کتاب و دایره المعارف</p> <p>۲-۲- مقالات و پایان نامه ها</p> <p>۲-۳- بانک های اطلاعاتی</p> <p>۲-۴- اینترنت و شبکه های مجازی</p> <p>۲-۵- معیارهای اعتبارسنجی مقالات و مراجع علمی</p> <p>۲-۶- روشهای سازماندهی اطلاعات</p> <p>۲-۷- روزآمد بودن در طول دوره تحقیق</p> <p><b>۳- نگارش و ارائه علمی</b></p> <p>۳-۱- پیشنهاد تحقیق (پروپوزال)</p> <p>۳-۲- نگارش و انتشار مقاله</p> <p>۳-۳- سخنرانی علمی</p> <p>۳-۴- نگارش و تدوین پایان نامه</p> <p>۳-۵- دفاع از پایان نامه</p> <p>۳-۶- رعایت اخلاق علمی و حرفه ای</p> <p><b>۴- کلیات روشهای عمومی پژوهش در مهندسی عمران</b></p> <p>۴-۱- پایش و ارزیابی میدانی</p>		



۴-۲- مدل های ریاضی (تحلیلی، عددی، داده محور)

۴-۳- مدل های فیزیکی

۴-۴- آزمایش المانی (نمونه ای)

۴-۵- برنامه ریزی تحقیقات دراز مدت

سرفصل عملی: ندارد

روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری/ آزمون عملی

پروژه	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۴۰	%۲۰	-	%۴۰

منابع:

۱- فاخر، علی (۱۳۹۵) "ابزار عمومی تحقیق"، چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه تهران.

2- Thiel D.V. (2014), Research Methods for Engineers, Cambridge University Press.

3- Kothari, C.R. (2004) Research methodology, methods and techniques, third edition, New age international (p) limited, publishers



نام فارسی درس: روش اجزاء محدود		نام انگلیسی درس: Finite Element Method
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	نوع درس: اختیاری
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / همنیاز: ندارد	آموزش تکمیلی: دارد/ پروژه
<p><b>هدف درس:</b> آموزش اصول و پایه‌های روش اجزاء محدود، شناخت و به کارگیری انواع المانهای یک تا سه بعدی برای حل مسائل انتقال نیرو، انتقال حرارت و هر نوع دستگاه معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی اهداف اصلی این درس هستند.</p>		
<p><b>سرفصل درس:</b></p> <p><b>سرفصل نظری:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱- معرفی کلی روش اجزاء محدود و تقسیم بندی اولیه براساس نوع المان شامل: المانهای مورد بحث تحلیل ماتریسی (محوری، تیرپیوسته، خرپا شبکه، قاب)، المانهای مورد استفاده در مسائل الاستیسیته، خمش صفحه</li> <li>۲- معرفی روش باقیمانده وزندار و گالرکین و کاربرد آن در اجزاء محدود برای حل مسائل یک بعدی</li> <li>۳- معرفی روش کار مجازی و انرژی و فرمولاسیون مسائل الاستیسیته دو سه بعدی به کمک روشهای مذکور</li> <li>۴- ماتریس سختی المانهای مثلثی سه گرهی (CST) برای حل حالات تنش و کرنش صفحه ای</li> <li>۵- ماتریس سختی المانهای مثلثی منظم درجه بالاتر (LST, QST, ...)</li> <li>۶- بردار نیروهای گره ای سازگار و معادل با اثر بارهای گسترده و ترکشن‌ها برای مسائل دوبعدی</li> <li>۷- بحث در ارتباط با برنامه نویسی برای المانهای اجزاء محدود و توضیح در ارتباط با نحوه بهینه حل معادلات تکنیک خط آسمان (Skyline solver or active column solver)</li> <li>۸- ماتریس سختی المانهای چهاروجهی ایزوپارامتریک دوبعدی شامل: المانهایی که گره‌های آن یک شبکه تشکیل می‌دهند (۴ و ۹ و ۱۶ و ۲۵ گره ای) المانهای سرندیپیتی (Serndipity) مانند المانهای ۸ گره ای و ..... ۹- ماتریس سختی المانهای ایزوپارامتریک (LST و QST نامنظم)</li> <li>۱۰- توضیح درباره انتگرالگیری عددی و کاربرد آن در المانهای چهاروجهی یا مثلثی شکل</li> <li>۱۱- ماتریس سختی المانهای چهاروجهی ایزوپارامتریک با تعداد گره‌های متغیر (المانی با تعداد گره‌های متغیر مابین ۴-۹ برای استفاده در شبکه بندیهای نامنظم)</li> <li>۱۲- ماتریس سختی المانهای جامد سه بعدی شامل: المانهای آجری شکل (Brick) (المانهای ۸، ۲۰ و ۲۷ گرهی)، المانهای هرمی شکل (Pyramid) (المانهای ۴، ۱۰ و ... گرهی) المانهای گوه ای شکل (Widge) (المانهای ۶، ۱۵ و ... گرهی)</li> <li>۱۳- اثرات حرارت و نحوه اعمال آن در مسائل مرتبط با الاستیسیته (بردار نیروهای سازگار گره ای معادل با حرارت در مسائل ۲ و ۳ بعدی)</li> <li>۱۴- کاربرد اجزاء محدود در مسائل میدان (Field problems) بطور مثال: استفاده از اجزاء محدود برای حل معادلات دیفرانسیل مرتبط با معادله لابلاس، هلمهولتر و غیره، توضیح در باره مسائل عملی مرتبط با معادلات فوق الذکر مانند محاسبه فشارهای هیدرودینامیک (Hydrodynamic) فشارهای منفذی (Seepage problems) یا مسائل انتقال حرارت (Heat Equation)</li> <li>۱۵- ماتریس سختی المانهای با تقارن محوری (Axi-symmetric problems) در حالت استفاده از مثلثی یا چهاروجهی</li> <li>۱۶- مقدمه ای بر خمش صفحات و المانهای محدود مربوط به آن</li> </ol>		
<p><b>سرفصل عملی:</b> ندارد</p>		



پروژه	آزمونهای نهایی (نوشتاری / عملکردی)	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	%۷۰	%۱۵	%۱۵

منابع:

- 1- Zienkiewicz, O. C. and Taylor, R. L. ,The finite element method, McGraw Hill, 1987.
- 2- Daryl L. Logan, A first course in the Finite Element Method 5<sup>th</sup> edition, Cengage Learning, 2012.
- 3- J.N. Reddy, An Introduction to the Finite Element Method 3<sup>rd</sup> edition, McGRAW-HILL, 2006.
- 4- Klaus-Jürgen Bathe, Finite element procedures 2<sup>nd</sup> edition, PRENTICE HALL, 2014.
- 5- O. Zienkiewicz, R. Taylor, J.Z. Zhu, The Finite Element Method 7<sup>th</sup> edition, Butterworth-Heinemann, 2013.
- 6- Thomas J.R. Hughes, The Finite Element Method, DOVER PUBLICATIONS, 2000.
- 7- Tirupathi R. Chandrupatla, Ashok D. Belegundu, Introduction to Finite Elements in Engineering 4<sup>th</sup> edition, Pearson, 2012.
- 8- E. Hinton, D.R. Owen, An Introduction to Finite Element Computations, Pineridge Press, 1980.



نام فارسی درس: تکنولوژی عالی بتن		نام انگلیسی درس: Advanced Concrete Technology	
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	نوع درس: اختیاری	
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد	آموزش تکمیلی: دارد/ پروژه	
<p><b>هدف درس:</b></p> <p>شناخت عمیق خواص اجزاء بتن، خواص بتن قبل و بعد از گیرش و خواص وابسته به زمان آن از اهداف این درس است. به علاوه، تولید طرح اختلاط، شناخت افزودنی ها و آثار آن روی بتن، و نیز برآورد مقاومت بتن استفاده شده در ساز از اهداف دیگر این درس است.</p>			
<p><b>سرفصل درس:</b></p> <p><b>سرفصل نظری:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱- هیدراتاسیون سیمان: شیمی ترکیبات سیمان ، اثر ترکیبات سیمان در مقاومت و حرارت، خواص ترکیبات حاصل از هیدراتاسیون، ژل و خواص آن، ساختمان میکروسکوپی ترکیبات حاصل از هیدراتاسیون، مدل های هیدراتاسیون، اثر مواد مختلف در هیدراتاسیون</li> <li>۲- مقاومت بتن: مقاومت در فشار و در کشش، تأثیر عوامل مختلف در مقاومت، معادلات مقاومت، روابط بین مقاومت های مختلف بتن، روابط بین تخلخل و مقاومت، خستگی، مقاومت ضربه ای</li> <li>۳- تغییر شکل های وابسته به زمان بتن: ضریب الاستیسیته استاتیکی و دینامیکی، روابط بین مقاومت و مدول الاستیسیته، روابط بین مدول ها و عوامل موثر بر میزان مدول ها، ضریب پواسون، اندازه گیری مدول ها، بتن با توجه به مدول فازهای تشکیل دهنده، عوامل موثر بر انقباض بتن، محاسبات میزان انقباض از آیین نامه های مختلف، اندازه گیری میزان انقباض، خزش و عوامل موثر بر خزش بتن، انواع تغییرشکلها، محاسبات میزان خزش از آیین نامه های مختلف، اندازه گیری خزش، اثرات خزش در سازه</li> <li>۴- طرح بتن: عوامل اساسی در طرح بتن، روابط بین مقاومت های مشخصه و هدف، مراحل طرح بتن، روش های وزنی و حجمی طرح بتن، طرح بتن با حباب هوا، طرح بتن های ویژه، طراحی بر اساس دوام</li> <li>۵- بتن تازه: رئولوژی بتن، مقایسه شیوه های مختلف سنجش کارایی، روش دو نقطه ای سنجش کارایی</li> <li>۶- مواد افزودنی و پوزولان ها در بتن: انواع مواد افزودنی و پوزولان ها، تأثیر مواد افزودنی و پوزولانها بر خواص بتن تازه و سخت شده، مکانیزم عمل مواد افزودنی و پوزولان ها، کاربرد مواد افزودنی و پوزولانها در بتن، تأثیر مواد افزودنی و پوزولان ها در دوام بتن</li> <li>۷- دوام بتن: خرابیهای بتن، خرابیهای شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی، مکانیسم خرابیها، خوردگیهای سولفاتی، کلریدی، کربناتی، واکنش قلیایی سنگدانه ها، یخ زدن آب شدن، سایش و فرسایش و خلا زایی، روشهای پیشگیری خرابیها، روشهای افزایش دوام</li> <li>۸- ارزیابی بتن در سازه: مقاومت تسریع شده آزمایشات غیرمخرب)چکش اشمیت، ماورای صوت، بیرون آوردن و ..) روش های حرارتی، دستگاه های با امواج مختلف، آزمایشات مغزه گیری، پذیرش بتن، روش های آماری بررسی</li> </ol>			
<p><b>سرفصل عملی: ندارد</b></p>			
<p><b>روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی</b></p>			
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	پروژه
٪۲۰	-	٪۶۰	٪۲۰



منابع:

- ۱- ریزساختار، خواص، و اجزای بتن (تکنولوژی بتن پیشرفته): تالیف پروفسور مهتا و پروفسور مونته ئیرو، ترجمه دکتر علی اکبر رضانیانپور، دکتر پرویز قدوسی و دکتر اسماعیل گنجیان
- ۲- تکنولوژی بتن : تالیف پروفسور بروکس و پرفسور نویل: ترجمه دکتر رضانیان پور و مهندس اعرابی
- 3- S. H. Kosmatka , M. L. Wilson. (2016), Design and Control of Concrete Mixtures, 16th Edition.
- 4- B. Gerald, P.E. Neville. (2015), Concrete Manual Based on the 2015 IBC and ACI 318-14.
- 5- A. Neville . (2016), Properties of Concrete.



نام فارسی درس: ریاضیات عالی مهندسی		نام انگلیسی درس: Advanced Engineering Mathematics	
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	نوع درس: اختیاری	
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد	آموزش تکمیلی: ندارد	
هدف درس: آشنایی دانشجویان با مباحث معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی، نگاشتها و انتگرال گیری با کمک توابع مختلط			
سرفصل درس:			
سرفصل نظری:			
۱- مقدمه‌ای بر فضاهای برداری			
۲- سری فوریه			
۳- تبدیل فوریه			
۴- معادلات با مشتقات جزئی بسته به مورد با شرایط مرزی و شرایط اولیه متفاوت به روش فوریه شامل: معادلات موج، معادلات انتقال حرارت، معادلات لاپلاس، معادلات پواسون			
۵- حل معادلات موج به روش دالامبر			
۶- اعداد و توابع مختلط			
۷- تبدیلات همدیس شامل توابع مقدماتی، ترکیب توابع مقدماتی، تبدیل موبیوس و ترکیب توابع مقدماتی و تبدیل موبیوس			
۸- انتگرال گیری به روش مانده ها و مقدار اصلی کوشی			
سرفصل عملی: ندارد			
روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی			
سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون های سریع تصادفی (کوئیز)، امتحان میان ترم و امتحان پایان ترم			
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	پروژه
%۱۵	%۴۵	%۴۰	-
منابع:			
۱- ریاضیات عالی مهندسی، نوشته کرویت سیگ، ترجمه دکتر شیدفر و آقای فرمان،			
۲- ریاضیات عالی مهندسی، دکتر راشد محصل، انتشارات دانشگاه تهران			
3- Advanced mathematics, Speigel, Schumm series.			
4- Complex variable, Speigel, Schumm series.			
5- Fourier transforms, I. Sneddon, McGraw Hill Book Co. 1951.			



نام فارسی درس: هیدرولیک محاسباتی ۲	نام انگلیسی درس: Computational Hydraulics II
تعداد واحد: ۳	نوع درس: اختیاری
تعداد ساعت: ۴۸	آموزش تکمیلی: دارد/ پروژه، کارگاه
<p><b>هدف درس:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- آشنایی با مفاهیم کلی هیدرودینامیک جریان در فضای چند بعدی</li> <li>- آشنایی با مفاهیم کلی روشهای عددی تفاضل‌های محدود (Finite Difference) - احجام محدود (Finite Volume) و معایب و مزایایشان در شبیه‌سازی‌های هیدرودینامیک جریان چند بعدی.</li> <li>- کسب مهارت‌ها و دانش لازم برای توسعه‌ی روش‌های عددی جدید متناسب با نیاز خاص کاربردی.</li> <li>- کسب مهارت و دانش لازم برای توسعه‌ی مدل‌های شبیه‌ساز جریان برای فضا‌های پیچیده</li> </ul>	
<p><b>سرفصل درس:</b></p> <p><b>سرفصل نظری:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱- مبانی تئوریک مدل‌سازی عددی</li> <li>۲- لزوم و موارد کاربرد روش‌های عددی و مدل‌سازی ریاضی</li> <li>۳- تبیین 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)</li> <li>۴- یادآوری کلی روش‌های عددی (تفاضل محدود، حجم کنترل، حجم محدود، روش خطوط مشخصه)</li> <li>۵- انواع معادلات دیفرانسیل پاره‌ای و طبقه‌بندی آنها (بیضوی، سهموی، هذلولوی) و اشاره به روش‌های عددی متناسب آنها</li> <li>۶- معرفی و استخراج معادلات حاکم بر جریان در فضای چند بعدی</li> <li>۷- بررسی خواص اجزای مختلف تشکیل دهنده‌ی معادلات حاکم.</li> <li>۸- توسعه‌ی روش‌های عددی مناسب برای هر کدام از اجزای تشکیل دهنده‌ی معادلات حاکم.</li> <li>۹- معرفی و بررسی روش تفکیک زمانی.</li> <li>۱۰- الگوریتم‌های بکارگیری روش تفکیک زمانی برای حل فضای چند بعدی.</li> <li>۱۱- تولید شبکه‌ی منظم برای فضای غیر منظم دوبعدی.</li> <li>۱۲- انواع شرایط مرزی و مدیریت داده‌های آنها در فضای غیر منظم چند بعدی.</li> <li>۱۳- تولید شبکه‌ی نابسامان مثلثی</li> <li>۱۴- حل عددی معادلات انتقال و انتشار دو بعدی روی شبکه‌ی مثلثی و توسعه‌ی مدل عددی مربوطه.</li> <li>۱۵- حل عددی معادلات جریان دو بعدی روی شبکه‌ی مثلثی و توسعه‌ی مدل عددی مربوطه.</li> <li>۱۶- نکات حل عددی در جریان‌های دوبعدی قائم.</li> <li>۱۷- بکارگیری مدل‌های توسعه یافته برای یک مسئله‌ی کاربردی واقعی. (جزر و مد در خلیج فارس)</li> </ol> <p style="text-align: right;"><b>سرفصل عملی: ندارد</b></p>	





پروژه	آزمونهای نهایی (نوشتاری / عملکردی)	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۳۵	%۳۵	%۲۰	%۱۰

## منابع:

- 1- Versteeg, H. K., Malalasekera W. (1995), An Introduction to Computational Fluid Dynamics The Finite Volume Method, Longman Scientific & Technical.
- 2- Abbott ,M. B. Basco D. R. (1989), Computational Fluid Dynamics An Introduction For Engineers, Longman Scientific & Technical.
- 3- Yanenko, N. N. (1971), The Method of Fractional Step, Springer-Verlag.
- 4- Patankar, S.V. (1980), Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Hemisphere, Washington D.C.
- 5- Vreugdenhill, C. B. (1994), Numerical Methods For Shallow-Water Flow, Cluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- 6- Ioana ,P.(2014), Computational Hydraulics: Numerical Methods and Modelling.
- 7- Joel ,H. Ferziger, Milovan Peric, et al.(2019), Computational Methods for Fluid Dynamics



نام فارسی درس: روش‌های تحلیل لرزه‌ای سازه‌ها		نام انگلیسی درس: Seismic Analysis methods of structures									
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	نوع درس: اختیاری									
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد	آموزش تکمیلی: ندارد									
<p><b>هدف درس:</b></p> <p>۱- آشنائی دانشجویان با مبانی تحلیل‌های عددی غیرخطی و مدلسازی در نرم‌افزارهای تخصصی، معرفی مبانی تحلیل‌های عددی مورد استفاده در طراحی بر مبنای عملکرد و تشخیص پدیده‌های غیرخطی که امروزه در عمل وارد طراحی‌های مهندسی شده‌اند.</p> <p>۲- آشنایی با نرم‌افزارهای تخصصی و شناخت کاربردی آنها</p>											
<p><b>سرفصل درس:</b></p> <p><b>سرفصل نظری:</b></p> <p>۱- مقدمه و یادآوری شامل: نقش تحلیل در طراحی بر مبنای عملکرد، لزوم وارد شدن به تحلیل‌های غیرخطی و دسته‌بندی پدیده‌های غیرخطی</p> <p>۲- مبانی تحلیل‌های عددی غیرخطی شامل:</p> <p>الف- روابط مبنا در تحلیل‌های غیرخطی شامل تغییر شکل‌های بزرگ، کرنش‌های بزرگ، انواع تانسورهای کرنش و تنش، روابط رفتاری در مکانیک جامدات و مکانیک سیالات</p> <p>ب- تشکیل معادلات انتگرالی غیرخطی استاتیکی و دینامیکی</p> <p>پ- روش‌های حل معادلات غیرخطی و کاربرد آنها در پدیده‌های مختلف غیرخطی</p> <p>۳- تکنولوژی المانهای غیرخطی شامل:</p> <p>الف- المانهای غیرخطی محیط پیوسته</p> <p>ب- المانهای مهندسی</p> <p>پ- المان میله‌ای غیرخطی و کاربردهای آن</p> <p>ت- المان تیر غیرخطی شامل مفاصل خمشی-محوری و برشی</p> <p>ث- المانهای کلی نگر دیوارهای برشی</p> <p>۴- تحلیل‌های مورد استفاده در ارزیابی لرزه ای شامل:</p> <p>الف- مبانی و گامهای اجرائی تحلیل بار افزون</p> <p>ب- مبانی و گامهای اجرائی انواع تحلیل‌های تکرار خطی</p> <p>۵- مدلسازی پدیده‌های غیرخطی در طراحی شامل:</p> <p>الف- دیوارهای برشی بتن مسلح و فولادی</p> <p>ب- انواع تحلیل‌های دینامیکی خطی</p> <p>پ- مسائل تماس استاتیکی و دینامیکی شامل پی‌های نواری و گسترده و برخورد ساختمانهای مجاور</p> <p>ت- حرکت غیر یکنواخت پایه ث- عایق لرزه‌ای پایه</p> <p><b>سرفصل عملی:</b> ندارد</p>											
<p><b>روش ارزیابی:</b> آزمون نهایی، آزمون نوشتاری/ آزمون عملی</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ارزشیابی مستمر</th> <th>میان ترم</th> <th>آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)</th> <th>پروژه</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>٪۱۵</td> <td>٪۲۵</td> <td>٪۵۰</td> <td>٪۱۰</td> </tr> </tbody> </table>				ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	پروژه	٪۱۵	٪۲۵	٪۵۰	٪۱۰
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	پروژه								
٪۱۵	٪۲۵	٪۵۰	٪۱۰								



- 1- Council, B. S. S. (2000). FEMA 356-Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings. Washington DC: Federal Emergency Management agency.
- 2- Hurley, M. J., & Rosenbaum, E. R. (2015). Performance-based fire safety design. CRC Press.
- 3- Plevris.V, Kremmyda.G , Fahjan, Y. (2017). Performance-based Seismic Design of Concrete Structures and Infrastructures. 10.4018/978-1-5225-2089-4. American Society of Civil Engineers. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, American Society of Civil Engineers.
- 4- Moehle J.P. (1996). Displacement-based seismic design criteria. Earthquake Engineering Research at Berkeley, Report No. UCB/EERC-96/01. Earthquake Engineering Research Center, UC Berkeley.
- 5- Kowalsky M.J., Priestley M.J.N, MacRae G.A.(1994). Displacement-based design, a methodology for seismic design applied to single degree of freedom reinforced concrete structures. Report No. SSRP-94/16. Structural Systems Research, University of California, San Diego, La Jolla, California.



نام فارسی درس: مهندسی رسوب		نام انگلیسی درس: Sediment Engineering	
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	نوع درس: اختیاری	
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد	آموزش تکمیلی: دارد / پروژه	
هدف درس: آشنایی با مفاهیم انتقال رسوبات غیر چسبنده و چسبنده در رودخانه ها			
سرفصل درس:			
سرفصل نظری:			
<p>۱- مروری بر فرایندهای رودخانه ای</p> <p>۲- خصوصیات کلی رسوبات و تقسیم بندی رسوبات به چسبنده و غیر چسبنده</p> <p>۳- معادلات حاکم بر سیال حاوی رسوب و حرکت ذرات در سیال</p> <p>۴- پروفیل سرعت در شرایط آشفته و غیر آشفته</p> <p>۵- حرکت آغازین ذرات رسوب غیر چسبنده، تنش های وارد بر ذرات رسوب</p> <p>۶- ارتباط دبی رودخانه و رسوبات آن در فصول مختلف</p> <p>۷- مبانی و فرمولهای نرخ انتقال رسوب به شکل بار بستر، بار معلق و بار کل تحت جریان</p> <p>۸- مدل های انتقال رسوب نظیر مدل بایکر، بوون- بگنولد- بیلارد</p> <p>۹- رسوبات چسبنده، به هم پیوستن ذرات، جدا شدن ذرات، نشست ذرات، تغییر چگالی، تحکیم گل و لای</p> <p>۱۰- آب شستگی پایه پلها و شمعها، گروه شمع و سایر سازه های رودخانه ای</p> <p>۱۱- رسوبگذاری در بالا دست بندهای انحرافی و مخازن سدها</p> <p>۱۲- فرسایش در پایین دست سدها</p> <p>۱۳- رسوبگذاری و فرسایش در اطراف آبگیرها و سازه های رودخانه ای</p>			
سرفصل عملی: ندارد			
روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی			
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری / عملکردی)	پروژه
٪۱۰	٪۲۰	٪۴۰	٪۳۰
منابع:			
1- Yang, C. T., "Sediment Transport – Theory and Practice". International Edition, McGraw-Hill, 1996.			
2- Sturm, T. W., "Open Channel Hydraulics". International Edition, McGraw-Hill, 2001.			
3- Ouillon, S, Sediment Transport in Coastal Waters, Mdpi AG, 2019.			



نام فارسی درس: مدل‌سازی جریان و آلودگی منابع آب سطحی	نام انگلیسی درس: Surface Water Flow and Pollution Modeling
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد
<p>نوع درس: اختیاری</p> <p>آموزش تکمیلی: دارد / پروژه</p>	
<p><b>هدف درس:</b></p> <p>آشنایی با مبانی و مشخصه های جریان آب در رودخانه ها و مخازن سد و دریاچه ها و مصب ها و سواحل ، آشنایی با مباحث مختلف کیفیت آبهای سطحی ، آشنایی با انواع آلودگی های محلول و معلق و نفتی ، آشنایی با مدل‌سازی یک بعدی جریان و کیفیت آب ، آشنایی با مدل‌سازی دو بعدی جریان و کیفیت آب</p>	
<p><b>سرفصل درس:</b></p> <p><b>سرفصل نظری:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱- کلیات، مفاهیم پایه - تعاریف، منابع و مصارف آب - انواع منابع آلاینده آبهای سطحی</li> <li>۲- اشاره به قوانین مرتبط با کیفیت آب و استانداردهای کیفی مصارف مختلف - کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب - کلاس بندی آلاینده ها، نشانگرها و اندیسهای کیفی آب - کیفیت آب طبیعی - مواد آلاینده و سمی - اثرات حرارت بر محیطهای آبی و حیات آبریان</li> <li>۳- مروری بر معادلات حاکم بر جریان (Flow) در حالت یک بعدی و دو بعدی و سه بعدی - مروری بر معادلات انتقال انتشار (Advection-Dispersion) مواد در محیط آبی - مفاهیم پایه مدل‌سازی ریاضی - مروری بر مبانی منقطع سازی و حل عددی معادلات - مبانی مدل‌سازی کیفی - توازن جرمی و مدل جریان ماندگار - بالانس دما و مدل سازی حرارتی محیطهای آبی</li> <li>۴- مبانی مدل‌سازی جریان آب سطحی یک بعدی - نکات مدل‌سازی جریان یک بعدی در رودخانه در حالت دائمی و غیر دائمی و تنظیم شرایط اولیه و مرزی - اکسیژن محلول و مدل پایه و معادله استریتر فلیس در رودخانه ها</li> <li>۵- نرم افزارهای مدل سازی یک بعدی جریان و کیفیت آبهای سطحی - معرفی و کار عملی با یکی از نرم افزارهای شناخته شده (مانند HECRAS یا Qual2K)، ارائه مثالها و مطالعات موردی مدل‌سازی یک بعدی جریان و کیفیت آب سطحی ، انجام مدل‌سازی یک بعدی جریان و کیفیت رودخانه با نرم افزار مربوطه</li> <li>۶- (ترجیحا برای رشته های مهندسی محیط زیست و مهندسی منابع آب و مهندسی هیدرولیک و سازه های آبی) مبانی مدل‌سازی جریان دو بعدی در قائم برای شبیه سازی جریان و کیفیت آب در مخزن سدها - توزیع قائم دما و اثر لایه بندی بر کیفیت آب - معرفی و کار عملی با یکی از نرم افزارهای شناخته شده (مانند CE-Qual-W2)، ارائه مثالها و مطالعات موردی مدل‌سازی دوبعدی در قائم جریان و کیفیت آب مخازن سد، انجام مدل‌سازی جریان و کیفیت آب مخزن سد با نرم افزار مربوطه</li> <li>۷- (ترجیحا برای رشته های مهندسی محیط زیست و مهندسی منابع آب و مهندسی سواحل بنادر و سازه های دریایی) مبانی مدل‌سازی جریان دو بعدی در پلان برای شبیه سازی آب کم عمق - مدل‌سازی جریان و کیفیت آب کم عمق در نقاط ساحلی و بنادر - مدل‌سازی جریان و کیفیت آب در خورها و مصب رودخانه ها - مدل‌سازی جریان و کیفیت آب دریاچه ها - معرفی و کار عملی با یکی از نرم افزارهای شناخته شده (مانند Mike21)، ارائه مثالها و مطالعات موردی مدل‌سازی دوبعدی در پلان جریان و کیفیت آب کم عمق ، انجام مدل‌سازی جریان و کیفیت آب مناطق کم عمق ساحلی با نرم افزار مربوطه</li> <li>۸- آشنایی و اشاره به تواناییها و امکانات مدل های سه بعدی و کاربردهای آنها (مانند Flow3D یا Open FOAM یا Fluent) - توصیف نکات مدل‌سازیهای سه بعدی</li> </ol>	
<p><b>سرفصل عملی:</b> ندارد</p>	



پروژه	آزمونهای نهایی (نوشتاری / عملکردی)	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۳۰	%۷۰	-	-

منابع:

- 1- Ioannis Tsanis, Jian Wu, Huihua Shen, Caterina Valeo, 2006, "Environmental Hydraulics, Volume 56, 1st Edition, Hydrodynamic and Pollutant Transport Models of Lakes and Coastal Waters", Elsevier Science
- 2- James L. Martin, Steven C. McCutcheon, 1998, "Hydrodynamics and Transport for Water Quality Modeling", CRC Press
- 3- Jerald L. Schnoor, 1996, "Environmental Modeling: Fate and Transport of Pollutants in Water, Air, and Soil", 1st Edition, Wiley-Interscience
- 4- Mohanty, Pratap K., 2008, "Monitoring and Modelling Lakes and Coastal Environments", Springer
- 5- Steven C. Chapra, 2008, "Surface Water-Quality Modeling", Waveland Press
- 6- W. Michaelis, 2013, "Estuarine Water Quality Management: Monitoring, Modelling and Research", Springer-Verlag
- 7- Y. Jun Xu, Vijay P. Singh, 2014, "Coastal Environment and Water Quality", Water Resources Publications
- 8- Zhen-Gang Ji, 2017, "Hydrodynamics and Water Quality: Modeling Rivers, Lakes, and Estuaries, 2nd Edition", Wiley
- 9- B Abbott, W. Alan Price, 1992, "Coastal, Estuarial and Harbour Engineer's Reference Book", CRC Press
- 10- Chapra, S. C. (2008). "Surface water-quality modeling." McGraw-Hill series in water resources and environmental engineering. ISBN-10: 1577666054.



نام فارسی درس: مدل‌سازی جریان و آلودگی منابع آب زیرزمینی	نام انگلیسی درس: Groundwater Flow and Pollution Modeling
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد
<p>هدف درس:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• آشنایی با خصوصیات و مبانی ارزیابی کیفی منابع آب زیرزمینی</li> <li>• آشنایی با مبانی مدل‌سازی کیفیت منابع آب زیرزمینی</li> <li>• آشنایی با نرم افزارهای قابل استفاده برای مدل‌سازی کیفیت منابع آب زیرزمینی</li> </ul>	
<p>سرفصل درس:</p> <p>سرفصل نظری:</p> <p><b>الف - جریان آب زیرزمینی</b></p> <p>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 مختلط و نگاشت همپس در حل جریان دوبعدی ماندگار)</p> <p>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)</p> <p>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 بهینه سازی بهره برداری آب زیرزمینی، نقش مدل سازی کمی در مدل سازی کیفی آب زیرزمینی)</p> <p>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)</p> <p><b>ب- آلودگی آب زیرزمینی</b></p> <p>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)</p> <p>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، LNAPLها و DNAPLها، تریقی آلودگی و مکانیسم های مرتبط)</p> <p>۷- معادله انتقال و انتشار آلاینده ها در آب زیر زمینی (قانون دارسی و انتقال انتشاری (Advective)، انتقال پخشی (Dipersive) و انتقال جرم، انتقال با واکنش های شیمیایی، مدل های ریاضی و راه حل های تحلیلی)</p>	



۸- اشاره به حل عددی معادله انتقال و انتشار (شبهه سازی انتقال Advective (روش ردیابی ذرات (Particle Tracking)، تبیین ناحیه گیرش (Capture Zone))، شبهه سازی انتقال Advective-Dipersive (روش‌های اویلری، لاگرانژی، و ترکیبی)، شبهه 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 خروجی‌ها (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- شبهه 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)

سرفصل عملی: ندارد

روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری/ آزمون عملی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	پروژه
٪۱۰	٪۲۰	٪۴۰	٪۳۰

منابع:

۱- کارآموز، محمد و رضا کراچیان. "برنامه ریزی و مدیریت کیفی سیستم های منابع آب-چاپ ششم-انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر." تهران: دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۹۰.

2- Karamouz, M., A. Ahmadi, M. Akhbari (2012) Groundwater Hydrology Engineering, Planning and Management, CRC Press. Boca Raton, FL. ISBN: 978-1-4398-3756-6

3- Fetter, C.W., (2001) Applied Hydrogeology, 4th edition, Prentice Hall, ISBN: 0130882399.





نام فارسی درس: مکانیک سنگ	نام انگلیسی درس: Rock Mechanics
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۳۲	نوع درس: اختیاری
پیش نیاز: ندارد /	آموزش تکمیلی: دارد
همنیاز: ندارد	بازدید از آزمایشگاه مکانیک سنگ و همچنین بازدید از یک پروژه در سنگ توصیه می گردد.
<p><b>هدف درس:</b> هدف از ارائه این درس آشنایی دانشجویان با اصول مکانیک سنگ و کاربرد آن در مهندسی عمران می باشد. در این درس پس از تشریح سیستم های طبقه بندی توده های سنگی، ویژگی های رفتار مکانیکی سنگ، همراه با آزمایش های مربوط، تشریح می شود. سپس کاربرد مکانیک سنگ در</p> <p>الف- تحلیل پایداری و تغییر شکل پذیری فضاهای حفاری شده در سنگ،</p> <p>ب- تحلیل پایداری شیروانی های سنگی و</p> <p>ج- تعیین ظرفیت باربری و نشست پی های سطحی و عمیق واقع در سنگ مورد بحث قرار داده می شود.</p> <p>با توجه به اینکه بسیاری از سازه ها مثل سدها، نیروگاهها و تونل ها بر روی سنگ یا داخل سنگ احداث می شوند، آشنایی با اصول مکانیک سنگ اهمیت دارد.</p>	
<p><b>سرفصل درس:</b></p>	
<p><b>سرفصل نظری:</b></p>	
<p><b>۱- کلیات کاربرد مکانیک سنگ در طرح های مهندسی عمران</b></p>	
<p><b>۲- خصوصیات سنگ ها و طبقه بندی توده های سنگی</b></p>	
<p>۲-۱- منشاء سنگها</p>	
<p>۲-۲- خصوصیات فیزیکی و بافت سنگها</p>	
<p>۲-۳- آزمایش های تعیین خصوصیات شاخص (Index Properties) سنگ ها</p>	
<p>۲-۴- طبقه بندی توده های سنگی</p>	
<p><b>۳- مقاومت سنگ و معیارهای گسیختگی</b></p>	
<p>۳-۱- مکانیسم های گسیختگی سنگ</p>	
<p>۳-۲- آزمون های آزمایشگاهی</p>	
<p>۳-۳- معیارهای گسیختگی (موهر- کولمب، هوک و براون،...)</p>	
<p>۳-۴- اثر رطوبت و فشار آب حفره ای</p>	
<p>۳-۵- اثر سرعت بارگذاری و تکرار بارگذاری</p>	
<p>۳-۶- اثر اندازه نمونه و سایر عوامل</p>	
<p><b>۴- تنش های برجا در توده های سنگی</b></p>	
<p>۴-۱- عوامل طبیعی تعیین کننده امتداد تنش های اصلی</p>	
<p>۴-۲- تخمین اولیه امتداد تنش های اصلی</p>	
<p>۴-۳- حدود تغییرات نسبت تنش های افقی به تنش قائم</p>	
<p>۴-۴- اندازه گیری مقدار و امتداد تنش های اصلی با آزمون های درجا</p>	
<p><b>۵- سطوح ناپیوستگی در سنگ ها</b></p>	
<p>۵-۱- انواع ناپیوستگی ها و تاثیر آنها بر رفتار سنگ</p>	
<p>۵-۲- اندازه گیری و تعریف امتداد ناپیوستگی ها</p>	



- ۳-۵- اندازه گیری مقاومت برشی درزه ها بوسیله آزمون های آزمایشگاهی و محلی  
 ۴-۵- پدیده اتساع در حین برش درزه ها  
 ۵-۵- اثر فشار آب حفره ای

#### ۶- تغییر شکل پذیری سنگ ها

- ۱-۶- رفتار ارتجاعی توده همسان و غیرهمسان  
 ۲-۶- رفتار ارتجاعی توده سنگی با لایه بندی منظم  
 ۳-۶- آزمون های آزمایشگاهی و محلی  
 ۴-۶- اثر خردشدگی توده سنگ  
 ۵-۶- رفتار تابع زمان سنگ

#### ۷- کاربرد مکانیک سنگ در تحلیل و طراحی فضاهای زیرزمینی

- ۱-۷- روابط تحلیل محیط های ارتجاعی همگن و غیرهمگن (با لایه بندی افقی)  
 ۲-۷- روابط تحلیل پایداری فضای حفاری شده در توده سنگی با لایه بندی مایل  
 ۳-۷- حل بسته محیط ارتجاعی - خمیری  
 ۴-۷- مفاهیم اندرکنش سازه حائل - توده سنگی  
 ۵-۷- کاربرد روش قطعات (Block Theory) در تحلیل پایداری فضاهای زیرزمینی

#### ۸- کاربرد مکانیک سنگ در تحلیل پایداری شیروانی های سنگی

- ۱-۸- مکانیسم های ناپایداری شیروانی های سنگی  
 ۲-۸- تحلیل سینماتیکی لغزش صفحه ای، لغزش گوه ای و واژگونی (Toppling)  
 ۳-۸- تحلیل استاتیکی پایداری بلوک های سنگی در حالات دو بعدی و سه بعدی  
 ۴-۸- کاربرد از روش قطعات در تحلیل پایداری شیروانی های سنگی

#### ۹- کاربرد مکانیک سنگ در مهندسی پی

- ۱-۹- مسائل خاص پی های واقع در زمین های سنگی  
 ۲-۹- توزیع تنش در توده های سنگی لایه لایه  
 ۳-۹- ظرفیت باربری و نشست پی های سطحی واقع در سنگ  
 ۴-۹- ظرفیت باربری و نشست پی های عمیق

سرفصل عملی: ندارد

روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی

پروژه	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	۴۰٪	۴۰٪	۲۰٪

منابع:

- 1- Goodman, R.E., Introduction to Rock Mechanics, 1989, Wiley.
- 2- Brady, B.H.G. and Brown, E.T., Rock Mechanics, 2004, Springer.
- 3- Hudson, J.A. and Harrison, J.P., Engineering Rock Mechanics, 2000, Elsevier Science.



نام فارسی درس: مکانیک شکست		نام انگلیسی درس: Fracture Mechanics									
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	نوع درس: اختیاری									
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد	آموزش تکمیلی: ندارد									
<p><b>هدف درس:</b></p> <p>هدف از این درس، ارائه مبانی تحلیلی و عددی موضوع مهم مکانیک شکست در مصالح مهندسی می‌باشد. هر دو قسمت مباحث تئوری و بنیادی و مبانی عددی و محاسباتی مکانیک شکست در مسائل ترد، نیمه ترد و با تغییرشکل‌های ماندگار محدود مورد بررسی قرار می‌گیرد.</p>											
<p><b>سرفصل درس:</b></p> <p><b>سرفصل نظری:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱- جایگاه تئوریهای تحلیل آسیب در مهندسی عمران</li> <li>۲- تاریخچه مکانیک شکست</li> <li>۳- مروری بر مباحث پایه الاستیسیته</li> <li>۴- تحلیل ترک ترد</li> <li>۵- پلاستیسیته نوک ترک</li> <li>۶- معیارهای بازشدگی ترک</li> <li>۷- انتگرال J</li> <li>۸- تحلیل خزش و خستگی</li> <li>۹- مبانی و فرمول بندی اجزاء محدود سینگولار</li> <li>۱۰- روشهای عددی محاسبه K, G و J</li> <li>۱۱- دینامیک ترک</li> <li>۱۲- ترک در محیطهای غیرایزوتروپ</li> <li>۱۳- ترک چسبنده</li> <li>۱۴- مبانی و فرمول بندی پایه روش اجزاء محدود توسعه یافته XFEM</li> </ol> <p><b>سرفصل عملی:</b> ندارد</p>											
<p><b>روش ارزیابی:</b> آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ارزشیابی مستمر</th> <th>میان ترم</th> <th>آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)</th> <th>پروژه</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۲۰٪</td> <td>-</td> <td>۴۵٪</td> <td>۳۵٪</td> </tr> </tbody> </table>				ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	پروژه	۲۰٪	-	۴۵٪	۳۵٪
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	پروژه								
۲۰٪	-	۴۵٪	۳۵٪								
<p><b>منابع:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Lecture Notes in Fracture Mechanics, V.E. Saouma, University of Colorado, 2000.</li> <li>2- Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications, T. Anderson, Taylor &amp; Francis, 2005.</li> <li>3- Extended Finite Element Method for Fracture Analysis of Structures, Wiley/Blackwell, 2008.</li> <li>4- XFEM Fracture Analysis of Composites; S. Mohammadi, Wiley, 2012.</li> <li>5- Discontinuum Mechanics; S. Mohammadi, WIT Press, 2003.</li> </ol>											



نام فارسی درس: کاربرد RS و GIS در مهندسی عمران و آزمایشگاه		نام انگلیسی درس: RS and GIS Application in Civil Engineering (Water Resources) & Laboratory
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	نوع درس: اختیاری
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم نیاز: ندارد	آموزش تکمیلی: دارد/ پروژه
<p>هدف درس:</p> <p>۱- آشنایی دانشجویان با نحوه پردازش و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای جهت مدل سازی و پایش منابع آب و محیط زیست</p> <p>۲- آشنایی با مدیریت اطلاعات و داده ها و انجام تحلیل های مکانی جهت مدیریت منابع آب و محیط زیست در محیط GIS</p>		
<p>سرفصل درس:</p> <p>سرفصل نظری:</p> <p><b>الف- سنجش از دور (RS)</b></p> <p>۱- کلیات سنجش از دور (مقدمه، تاریخچه سنجش از دور، ارکان سیستم سنجش از دور، مفاهیم بنیادی سنجش از دور)</p> <p>۲- فیزیک سنجش از دور (ویژگی های طیف الکترو مغناطیس، تعامل انرژی خورشیدی با اتمسفر و زمین، سنجش از دور نوری و حرارتی و معرفی قوانین و معالات پایه)</p> <p>۳- ماهواره ها و سنجنده ها (انواع ماهواره ها و سنجنده ها، ویژگی های سنجنده های زمینی و نحوه دریافت آنها)</p> <p>۴- ویژگی های تصاویر ماهواره ای (ساختار تصاویر ماهواره ای، انواع تفکیک در تصاویر ماهواره ای)</p> <p>۵- فرایندهای اصلی پردازش رقومی تصاویر ماهواره ای (پیش پردازش، بارزسازی، طبقه بندی و پس پردازش)</p> <p>۶- روش های تصحیح خطاها (رادئومتریک و هندسی تصاویر ماهواره ای) و روش های بارزسازی تصاویر ماهواره ای (بسط کنتراست، فیلترینگ، نسبت گیری طیفی، تجزیه به مولفه های اصلی)</p> <p>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)</p> <p>۸- کاربرد سنجش از دور در شناسایی سطوح و پوشش آنها (جنس زمین، سطوح آب، همواری سطوح، مشخصات پوشش گیاهی، سطح برف و یخ)</p> <p>۹- مدل سازی بیلان آب و بیلان انرژی با استفاده از داده های سنجش از دور</p> <p>۱۰- کاربرد سنجش از دور در تعیین میزان بارش، دما، تغییر اقلیم و خشکسالی</p> <p><b>ب- سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)</b></p> <p>۱۱- کلیات سیستم اطلاعات جغرافیایی (تعاریف، اجزاء، آشنائی با ساختار داده های مکانی، داده های برداری، شبکه ای)</p> <p>۱۲- 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)</p> <p>۱۳- رقومی سازی داده ها (زمین مرجع نمودن نقشه ها، رقومی سازی و ویرایش انواع داده ها ...)</p> <p>۱۴- تجزیه و تحلیل داده های مکانی برداری ( یکپارچه سازی، جداسازی، ادغام، اتصال، یکسان سازی موضوعی، حریم یابی، تولید چند ضلعی های تیسن)</p> <p>۱۵- 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)</p> <p>۱۶- استفاده از آمار مکانی جهت تهیه نقشه های مکانی پارامترهای مختلف محیطی</p>		



۱۷- 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 ...)

۱۸- 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

سرفصل عملی: ندارد

روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری/ آزمون عملی

پروژه	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۲۰	%۴۰	%۲۰	%۲۰

منابع:

- ۱- سیدباقر فاطمی، یوسف رضایی. ۱۳۹۳. مبانی سنجش از دور، انتشارات آزاده.
- ۲- علوی پناه سید کاظم، ۱۳۸۲، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران.
- 3- Dixon, B., & Uddameri, V. (2016). GIS and geocomputation for water resources science and engineering. Chichester West Sussex, UK: Wiley and Sons.
- 4- Bastiaansen, W. G. M., Menenti, M., Feddes, R. A., and Holtslag, A. A. M. (1998). A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL). 1: Formulation. J. Hydrol., 212–213, 198–212.
- 5- Jensen, J, R. 2007. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, 2nd Edition. Upper Saddle River, NJ : Pearson Prentice Hall.



نام فارسی درس: آب های زیرزمینی پیشرفته	نام انگلیسی درس: Advanced Groundwater
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم نیاز: ندارد
<p>هدف درس:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• آشنایی با خصوصیات آبخوان ها</li> <li>• آشنایی با مفاهیم پایه در مدلسازی و بهره برداری از منابع آب زیرزمینی</li> <li>• آشنایی با اصول مدیریت کمی و کیفی آبخوان ها</li> <li>• آشنایی با اصول بهسازی، احیاء و کنترل آبخوان ها</li> </ul>	
<p>سرفصل درس:</p> <p>سرفصل نظری:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱- کلیات و مفاهیم پایه (تاریخچه، آشنایی با انواع محیط متخلخل، انواع آبخوان (آزاد، تحت فشار، نشتی، موضعی) و خصوصیات آنها، جنبه های علمی، مهندسی و مدیریت آب زیرزمینی.</li> <li>۲- هیدرولوژی آب زیرزمینی و مقدمه مدلسازی (رویکرد پیوسته Continuum در محیط متخلخل، سیکل هیدرولوژی و معادله بیلان آب زیرزمینی، اطلاعات و داده های آب های زیرزمینی و چگونگی ثبت و ضبط آنها)</li> <li>۳- مفاهیم جریان آبهای زیرزمینی (مفاهیم تخلخل و هدایت هیدرولیکی و ذخیره و گذردهی آبخوان، ناهمگنی و ناهمسانی در آبخوان ها)</li> <li>۴- معادله عمومی جریان آبهای زیرزمینی در آبخوان های تحت فشار و آزاد (قانون دارسی و کاربرد آن در حل مسائل جریان یک بعدی آب زیرزمینی، فرضیات دوپویی- فورکهایمر و کاربرد آن در جریان در آبخوان ها) تئوری پتانسیل و شبکه های جریان: جریان دوبعدی ماندگار)</li> <li>۵- هیدرولیک آب زیرزمینی - چاه آبخوان آزاد و تحت فشار (هیدرولیک چاه در جریان ماندگار، هیدرولیک چاه در جریان غیرماندگار) آزمایش های پمپاژ و تعیین خصوصیات هیدرولیکی آبخوان، معادله تیس، روش کوپر-جاکوب، جریان چاه در نزدیکی مرزها- روش تصاویر، روش برگشت، هیدرولیک چاه در جریان غیرماندگار آبخوان نشتی، سیستم های چندچاهی</li> <li>۶- کیفیت آب های زیرزمینی و 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).</li> <li>۷- تحلیل آلودگی آب های زیرزمینی (معادله انتقال، پخش، جذب، تاخیر Advection - Dispersion, Diffusion, Retardation آلاینده ها در آب زیرزمینی، حل تحلیلی معادله انتقال، پخش، جذب، تاخیر)</li> <li>۸- مدل سازی آب های 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، آشنایی با نرم افزارهای MODFLOW و بسته های نرم افزاری مربوطه و کاربرد آنها)</li> <li>۹- برنامه ریزی و مدیریت آب های زیرزمینی (تکنیک های شبیه سازی شامل شبکه عصبی مصنوعی، شبکه های فازی، مدل های بهینه سازی، حل تعارض)، بهره برداری توانمند از آبهای سطحی و زیرزمینی</li> <li>۱۰- احیا و کنترل آبخوان، بهسازی آبهای زیر زمینی (پایش Monitoring کمی- کیفی آب زیرزمینی، روش های احیای آبخوان Aquifer (Restoration))</li> <li>۱۱- مدیریت ریسک و مخاطرات آب های زیرزمینی (ارزیابی ریسک، مسائل مربوط به آسیب پذیری، تاب آوری و اطمینان پذیری، روش Drastic، مخاطرات وارده بر آب های زیرزمینی شامل سیل، خشکسالی و آلودگی های گسترده)</li> <li>۱۲- اثرات تغییر اقلیم بر آب زیرزمینی (سازگاری با تغییرات اقلیم، اثرات تغییر اقلیم بر چرخه هیدرولوژیکی، تهاجم آب شور شامل انواع مسائل شوری در آبخوان ها و آبخوان های ساحلی و جزیره ای، تخمین فصل مشترک (Interface) آب شور و شیرین، روش های کنترل</li> </ol>	



تهاجم آب شور،)

سرفصل عملی: ندارد

روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی

پروژه	آزمونهای نهایی (نوشتاری / عملکردی)	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۵	%۳۵	%۲۵	%۲۵

منابع:

- 1- Karamouz, M., A. Ahmadi, M. Akhbari (2012) Groundwater Hydrology Engineering, Planning and Management, CRC Press. Boca Raton, FL. ISBN: 978-1-4398-3756-6
- 2- Fetter, C.W., (2001) Applied Hydrogeology, 4th edition, Prentice Hall, ISBN: 0130882399.



نام فارسی درس: مباحث خاص در هیدرولیک محاسباتی		نام انگلیسی درس: Special Topics in Computational Hydraulics	
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	نوع درس: اختیاری	
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم نیاز: ندارد	آموزش تکمیلی: دارد / پروژه	
هدف درس: آشنا کردن دانشجویان با مباحث پیشرفته تر در سیالات و هیدرولیک محاسباتی			
سرفصل درس:			
سرفصل نظری:			
۱- روش حجم کنترل			
۲- روش حجم محدود در مسائل چند بعدی			
۳- هندسه های نامنظم			
۴- حل معادلات ناویر استوکس			
۵- مدلسازی آشفتگی			
۶- شبیه سازی سطح آزاد			
۷- روش های تسخیر شوک			
۸- مدلسازی جریان های چند فازه			
سرفصل عملی: ندارد			
روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی			
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری / عملکردی)	پروژه
۲۵٪	-	۵۰٪	۲۵٪
منابع:			
1- Patankar S. 1980. Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Hemisphere Publishing			
2- Fletcher C.A.J. 1988, Computational Techniques for Fluid Dynamics 1 Springer- Verlag Berlin Heidelberg			
3- Fletcher C.A.J. 1991, Computational Techniques for Fluid Dynamics 2, Specific Techniques for Different Flow Categories, Springer- Verlag Berlin Heidelberg			
4- Pope, S. B. 2000, Turbulent Flows, Cambridge University Press			
5- Crowe C. T., Schwarzkopf J.D., Sommerfeld M. and Tsuji Y. 2012, Multiphase Flows with Droplets and Particles, CRS Press			





نام فارسی درس: تحلیل و مدیریت سیستم های منابع آب	نام انگلیسی درس: Water Resources System Analysis
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم نیاز: ندارد
<p>هدف درس:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تشریح کردن عملکردهای طبیعی اصلی و کاربردهای انسانی از سیستم های منابع آب شامل آب های زیرزمینی، تالاب ها، دریاچه ها/سدها و خورها.</li> <li>• شناسایی مولفه های اساسی جهت مشخص کردن ماهیت کمی و کیفی سیستم های منابع آب و توانایی تجزیه و تحلیل عملکرد سیستم های منابع آب.</li> <li>• مطرح کردن مسائل مورد بحث در یک سیستم منابع آب با تعریف فرآیندهای بیوفیزیکی، شیمیایی و هیدرولوژیکی و تعاملات آن ها، عملکردهای طبیعی و نحوه استفاده انسان از این سیستم و مدلسازی این فرآیندها</li> </ul>	
<p>سرفصل درس:</p> <p>سرفصل نظری:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱- اصول و مبانی تحلیل سیستم های منابع آب، پایداری سیستم های منابع آب و IWRM</li> <li>۲- دسته بندی کلی روش های بهینه سازی</li> <li>۳- نحوه فرموله نمودن مسائل بهینه سازی تک هدفه (نحوه تعریف توابع هدف، محدودیتها، فضای مجاز تصمیم و ...)</li> <li>۴- معرفی روش برنامه ریزی خطی برای حل مسئله بهینه سازی- معرفی روش simplex - کاربرد نرم افزار برای حل مسائل برنامه ریزی خطی</li> <li>۵- عدم قطعیت ها در فرآیند مدیریت و برنامه ریزی منابع آب</li> <li>۶- فرموله بندی روش برنامه ریزی خطی غیر قطعی (برنامه ریزی شانسی)</li> <li>۷- روشهای تبدیل به مسائل چند هدفه به تک هدفه و کاربرد تحلیل حساسیت در مدیریت و برنامه ریزی منابع آب</li> <li>۸- بهینه سازی غیرخطی و خطی کردی مدل های غیر خطی</li> <li>۹- نحوه فرموله نمودن مدل بهینه سازی بهره برداری از مخزن در سیستم های رودخانه - مخزن</li> <li>۱۰- معرفی روش بهینه سازی پویای قطعی و نحوه فرموله کردن مدل پویای قطعی برای بهینه سازی بهره برداری از مخزن (معرفی مختصر مدل های پویای غیرقطعی برای بهینه سازی بهره برداری از مخزن)</li> <li>۱۱- مدل های شبیه سازی سیستم های رودخانه - مخزن و کاربردهای آن</li> <li>۱۲- معرفی روشهای تدوین و استفاده از سیاست های استاتیک و دینامیک بهره برداری از مخازن در زمان واقعی</li> <li>۱۳- مقدمه ای بر تحلیل های اقتصادی در مدیریت منابع آب</li> <li>۱۴- ظرفیت سازی و فرموله نمودن مدل های بهینه سازی برای توسعه منابع آب</li> <li>۱۵- منطقه بندی و مدیریت تخصیص خدمات عمومی و مدیریت نیروی انسانی در بخشهای خدماتی</li> <li>۱۶- مقدمه ای بر دسته بندی شاخص های سنجش کیفیت آب و بهینه سازی راندمان تصفیه با در نظر گرفتن تغییرات DO و BOD در سیستم های رودخانه ای</li> <li>۱۷- معرفی ساختار مدل بهینه سازی بهره برداری از سیستم های چند مخزنه موازی و سری</li> </ol> <p>سرفصل عملی: ندارد</p>	



روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی

پروژه	آزمونهای نهایی (نوشتاری / عملکردی)	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۲۵	%۵۰	%۲۰	%۵

منابع:

- ۱- بزرگ حداد، امید، یاسمن بلوری یزدی، پریسا سادات آشفته (مترجمان)، مهندسی و مدیریت سامانه های آبی، نشر نوآور، ۱۳۹۱.
- 2- Karamouz, M., Szidarovszky, F, and Zahraie, B., Water Resources Systems Analysis, Lewis Publisher, Boca Raton, Florida 33431, USA, 2003 (600 pages).
- 3- Loucks, D. P., Stedinger, J. R., and Haith. D. A., Water Resources Systems Planning and Analysis , Prentice-
- 4- Daniel P. Loucks and van Beek, Eelco, 2018, Water Resource Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models, and Applications



نام فارسی درس: تحلیل سیستم و برنامه ریزی زیر ساخت‌های آبی	نام انگلیسی درس: Systems Analysis and Planning of Water Infrastructure
تعداد واحد:	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد
نوع درس: اختیاری	
آموزش تکمیلی: دارد/ پروژه	
<p><b>هدف درس:</b></p> <p>این درس، مروری بر اصول و مسائل مربوط به تحلیل سیستم‌ها و چالش‌ها در مدیریت منابع آبی است. تحلیل سیستم هم تحلیل خود تأسیسات‌های جدید شامل حکمرانی آب، پایداری محیطی، رویکرد جامع برای شود. چالش (زیرساخت، و غیره) و هم عملکرد عملیاتی آنها را شامل می‌شود. تغییرات اقلیمی مطرح و توجه ویژه به محیط‌های شهری بزرگ می‌شود. اندرکنش آب با مدیریت آلودگی خاک و IWRM برنامه‌ریزی محیطی، شوند. مدیریت سیلاب و های آب معرفی می‌ریزی سیستم‌های مختلف برای تحلیل سیستم و برنامه‌شود. ابزار و تکنیک‌ها در این درس بررسی می‌شود. با توجه به فرایند تاب‌آوری در مقابل سیل مورد بحث قرار می‌گیرد (CSO) سیستم‌های جمع‌آوری توأمان و مشکلات ناشی از سرریز این سیستم‌ها گیرد. حل برای بهبود کاهش رواناب و سیل و آلودگی آب و خاک نیز مورد بحث قرار می‌گیرد. همچنین بهترین راه‌کارهای مدیریتی کاربردی و پیشرفته شود. اصول ریاضی‌ریزی برای آمادگی و مدیریت بحران نیز شرح داده می‌آید. امنیت آب، امنیت آب، اصول برنامه تحلیل سیستم در دو قسمت متمرکز یک و دو تشریح خواهد شد</p>	
<p><b>سرفصل درس:</b></p> <p><b>سرفصل نظری:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>تغییر پارادایم و تاثیر پارادایم اکولوژیکی در برنامه ریزی آب و محیط زیست: رویکرد جامع و سیستمی - کنوانسیون‌های جهانی. همچنین مقدمه‌ای بر اصول IWRM: حکمرانی آب و برنامه ریزی زیست‌محیطی؛ تغییر رویکرد از مدیریت عرضه به مدیریت تقاضا</li> <li>چالش‌های چرخه آب بخصوص در نواحی شهری و تعاملات آن: نگرش و راهکارهای سیستمی</li> <li>مقدمه‌ای بر خصوصیات، همبستگی‌ها و بهره‌برداری از زیرساخت‌های آب</li> <li>سیستم‌های تامین آب (ذخیره، انتقال، توزیع)، مخازن و سد‌ها، تونل‌های انتقال، تصفیه‌خانه‌های آب، سیستم‌های توزیع آب</li> <li>سیستم‌های جمع‌آوری و مدیریت آب باران، (storm water management) و زهکشی</li> <li>سیستم‌های کنترل، تصفیه و بهترین راهکارهای مدیریتی (BMPs) و توسعه کم‌اثر (LID)</li> <li>آب قابل برنامه‌ریزی، مدیریت تقاضا، کم‌آبایی، الگوی بهینه کشت، مدیریت نشت و فشار در شبکه، افزایش راندمان تخصیص و راندمان مصرف‌کننده آخر (end user)</li> <li>مدیریت سیل، تاب‌آوری شهرهای در مقابل سیل شهری، سرریز ترکیب فاضلاب و آب ناشی از سیل (CSO)</li> <li>تحلیل وابستگی بهم‌زیرساختها (Interdependencies) و با زیرساخت‌های غیرآبی از جمله حمل و نقل</li> <li>اصول تحلیل سیستم: قسمت یک (الف) مدل‌های شبیه‌سازی و برنامه ریزی شی‌گرا؛ (ب) مدل‌های بهینه‌سازی (برنامه‌ریزی پویای استوکستیک و محاسبات تکاملی و فراکاوشی ج) مدل‌ها و تحلیل‌های مالی و اقتصادی آب، امار و احتمالات در برنامه ریزی</li> <li>گرمایش جهانی و شهرها به عنوان جزایر حرارتی: چگونگی تأثیر بر برنامه‌ریزی زیرساخت‌های آب</li> <li>اصول تحلیل سیستم: قسمت دو: (الف) ارزیابی عملکرد سیستم (اطمینان‌پذیری، برگشت‌پذیری و آسیب‌پذیری و مفهوم بار-مقاومت، ریسک و عدم قطعیت)؛ (ب) تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM؛ ج) حل اختلاف (تئوری چانه‌زنی نش)؛ تصمیم‌گیری مشارکتی (مدل‌های برمبنای ذینفعان) د) شاخص‌های پایداری عرضه و تقاضا</li> <li>آشنایی و کاربرد نرم‌افزارهای شبیه‌سازی بهره‌برداری و پشتیبانی در تصمیم‌گیری (DSS WEAP .EPANET .MATLAB)</li> <li>مدیریت سیستم‌های آب شهری: (الف) حفاظت از آب و مدیریت استفاده مجدد؛ (ب) مدیریت تأسیسات و زیرساخت‌های آبی؛ (ج) برنامه‌ریزی برای امنیت آب - برنامه ریزی آماده‌سازی - مدیریت بحران (اثر وضوح نقشه‌ها)، مدیریت دارایی Asset Management</li> </ol>	



۱۵- تغییر پارادایم و تاثیر پارادایم اکولوژیکی در برنامه ریزی آب و محیط زیست: رویکرد جامع و سیستمی - کنوانسیون های جهانی. همچنین مقدمه‌ای بر اصول IWRM: حکمرانی آب و برنامه ریزی زیست‌محیطی؛ تغییر رویکرد از مدیریت عرضه به مدیریت تقاضا

سرفصل عملی: ندارد

روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی

پروژه	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۵	%۳۵	%۲۵	%۲۵

منابع:

- ۱- کاراموز، م. احمدی آ. فلاحی، م. مهندسی سیستم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۵
- 2- Karamouz, M. Moridi, A. Nazif, S. (2010), Urban water engineering and management, CRC press, Taylor and Francis publishing; Boca Raton, FL, 600 Pages.
- 3- Karamouz, M. Szidarovsky, F. Zahraie, B. (2003), Water resources systems analysis, CRC press, Lewis publishers; Boca Raton, FL, 590 Pages.
- 4- Buchholz, R. A. (1993), Principal of environmental management: The greening of business, Prentice Hall, New Jersey, 432 Pages.
- 5- Marselek, J. Jimenez, B., Karamouz, M. (2007), Urban water cycle processes and interactions, Taylor and Francis publishing; Boca Raton, FL, 131 Pages.



نام فارسی درس: شکست سد، تئوری و کاربردها		نام انگلیسی درس: Dam Break: Theory and Applications	
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری	نوع درس: اختیاری	
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد	آموزش تکمیلی: دارد/ پروژه	
هدف درس: آشنا کردن دانشجویان با پدیده شکست سد و جنبه های تئوری و عملی آن			
سرفصل درس: سرفصل نظری: ۱- مقدمه: سوابق شکست سد، دلایل شکست سد، مکانیزم های شکست سد، مطالعات شکست سد، سوابق، دلایل و چالش های آن، پیچیدگی ها و جذابیت های تئوریک ۲- هیدرولیک شکست سد، مرور مباحث مربوطه از هیدرولیک پیشرفته، توسعه شکاف در سدهای خاکی ۳- هیدرودینامیک شکست سد: مسئله ریمن، تسخیر شوک ۴- مدلسازی عددی شکست سد: مدلسازی های یک بعدی، دوبعدی و یک بعدی - دوبعدی، روش های عددی تسخیر شوک، مطالعات آزمایشگاهی به منظور صحت سنجی مدل عددی، نرم افزارهای تجاری و مدل های تحقیقاتی ۵- مدیریت بحران، مدیریت سیلاب و شکست سد ۶- تهیه برنامه اقدام اضطراری EAP سرفصل عملی: ندارد			
روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی			
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمونهای نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	پروژه
-	-	٪۷۵	٪۲۵
منابع: 1- <u>Migena Zagonjoli</u> . (2018), Dam Break Modelling, Risk Assessment and Uncertainty Analysis for Flood Mitigation, CRC press, Taylor and Francis publishing; Boca Raton, FL. 2- D. J. Needham, S. Mcgovern, J. A. Leach. (2020), The Linearised Dam-break Problem (Series on Analysis, Applications and Computation), World Scientific Pub Co Inc			



نام فارسی درس: مکانیک محیط‌های پیوسته	نام انگلیسی درس: Continuum Mechanics
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۴۸	پیش نیاز: ندارد / هم‌نیاز: ندارد
نوع درس: تخصصی	
آموزش تکمیلی: ندارد	
هدف درس: آشنایی با اصول مکانیک محیط‌های پیوسته با تاکید بر پلاستیسیته و کاربرد آن در سازه های خاکی	
<p>سرفصل درس:</p> <p>سرفصل نظری:</p> <p><u>۱- مبانی</u></p> <p>۱-۱- جبر بردارها</p> <p>۱-۲- نمایش اندیسی</p> <p>۱-۳- جبر تنسورهای مرتبه بالا</p> <p>۱-۴- تنسورهای خاص</p> <p>۱-۵- قضیه گاوس</p> <p>۱-۶- قانون بقای جرم</p> <p>۱-۷- اصول کار مجازی و انرژی</p> <p><u>۲- استاتیک (تنش)</u></p> <p>۲-۱- بردار و تنسور تنش</p> <p>۲-۲- معادلات تعادل</p> <p>۲-۳- تنشها و امتدادهای اصلی</p> <p>۲-۴- نامتغیرهای تنش</p> <p>۲-۵- تنسور تنش انحرافی</p> <p>۲-۶- تنسورهای تنش خاص (پایولاگر شهف I و II)</p> <p><u>۳- سینماتیک (کرنش - تغییر مکان)</u></p> <p>۳-۱- کرنشهای قائم و برشی</p> <p>۳-۲- تبدیل کرنش</p> <p>۳-۳- مقادیر اصلی کرنش</p> <p>۳-۴- تنسور کرنش انحرافی</p> <p>۳-۵- تنسورهای کرنش خاص (اولری و لاگرانژی)</p> <p>۳-۶- معادلات سازگاری</p> <p><u>۴- مدل‌های رفتاری الاستیک</u></p> <p>۴-۱- انواع مدل‌ها</p> <p>۴-۲- استخراج معادلات الاستیک خطی</p> <p>۴-۳- مدل الاستیک هذلولی</p> <p><u>۵- مسائل متداول محیط‌های الاستیک</u></p> <p>۵-۱- فرمولاسیونهای تنش و تغییر مکان در حالت کرنش مسطح</p> <p>۵-۲- فرمولاسیونهای تنش و تغییر مکان در حالت تنش مسطح</p>	



۳-۵- ارتباط بین تنش مسطح و کرنش مسطح

۴-۵- تابع تنش ابری

۶- مدل‌های رفتاری الاستو-پلاستیک

۱-۶- نمایش هندسی تنشها

۲-۶- فرضیه پایداری دراکر، پراگر

۳-۶- مدل‌های الاستوپلاستیک کامل

۴-۶- مدل‌های الاستوپلاستیک با سخت شوندهگی

۵-۶- مدل‌های حالت بحرانی

سرفصل عملی: ندارد

روش ارزیابی: آزمون نهایی، آزمون نوشتاری / آزمون عملی

پروژه	آزمونهای نهایی (نوشتاری / عملکردی)	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

منابع:

۱- رحیمیان، محمد و اسکندری قادی، مرتضی، (۱۳۷۷)، "مکانیک محیطهای پیوسته" انتشارات دانشگاه تهران.

2- Chen, W.F. & Mizuno, E. (1990), "Nonlinear Analysis in Soil Mechanics", Elsevier.

