جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی رشته

مهندسی عمران

Civil Engineering

مقطع

دکتری تخصصی

گرایش

Water and Hydraulic Structures Engineering	**مهندسی آب و سازه‌های هیدرولیکی**

زیرگروه تحصیلی مهندسی عمران

برنامه درسی اختصاصی

دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

(بر اساس آئین نامه تدوین و بازنگری برنامه های درسی

مصوب جلسه ۹۵۹ مورخ ۱۴۰۲/۰۱/۲۰ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی)

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

برنامه درسی رشته

مهندسی عمران

CIVIL ENGINEERING

مقطع دکتری

گرایش

آب و سازه‌های هیدرولیکی — **WATER ENGINEERING AND HYDRAULIC STRUCTURES**

دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

بسمه تعالی

شماره .....
تاریخ .....
پیوست .....

بسمه تعالی

برنامه درسی دوره‌های **کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکتری تخصصی** رشته **مهندسی عمران گرایش آب و سازه‌های هیدرولیکی** مطابق با مفاد آیین‌نامه تدوین و بازنگری برنامه‌درسی موضوع ابلاغ شماره ۱۵۴۹۱۴ مورخ ۱۴۰۲/۶/۲۷ معاون محترم آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، بازنگری شد و در جلسه مورخ ۱۴۰۳/۲/۲۶ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل بررسی و به اتفاق آراء به تصویب رسید.

حمیدرضا توکلی
معاون آموزشی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

بهرام عزیزاله گنجی
رئیس دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل ۱۳۵۲

تلفن : ۴-۳۲۳۳۲۰۷۱ – ۰۱۱
فاکس دبیرخانه : ۳۲۳۲۰۵۷۰ – ۰۱۱
صندوق پستی : ۴۸۴
کد پستی : ۷۱۱۶۷ – ۴۷۱۴۸
www.nit.ac.ir
مازندران ، بابل ، خیابان شریعتی ، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

اعضای کمیته تدوین و بازنگری برنامه:

دکتر مرتضی نقی‌پور	**استاد دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل**
دکتر بهرام نوایی نیا	**استاد دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل**
دکتر علی رحمانی فیروزجایی	**دانشیار دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل**
دکتر حر خسروی خریسی	**دانشیار دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل**
دکتر حسین یوسف‌پور سادات‌محله	**دانشیار دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل**

دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

بسمه تعالی

شماره .....
تاریخ .....
پیوست .....

صورتجلسه شورای برنامه‌ریزی درسی گروه سازه و زلزله

شورای برنامه‌ریزی درسی گروه سازه و زلزله دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل با هدف جمع‌بندی و بررسی نهایی سرفصل‌های بازنگری شده‌ی دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی عمران در تاریخ **۳ اردیبهشت ۱۴۰۳** با حضور اعضای زیر تشکیل جلسه داد که طی آن، برنامه درسی رشته **مهندسی عمران-گرایش آب و سازه‌های هیدرولیکی** در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکترا به اتفاق آرا مورد تصویب قرار گرفت.

اعضای شورای برنامه‌ریزی درسی گروه سازه و زلزله:

دکتر مرتضی نقی‌پور

دکتر بهرام نوایی نیا

دکتر علی رحمانی

دکتر حر خسروی

دکتر حسین یوسف‌پور

تلفن: ۴-۳۲۳۳۲۰۷۱-۰۱۱
فاکس دبیرخانه: ۳۲۳۲۰۵۷۰-۰۱۱
صندوق پستی: ۴۸۴
کد پستی: ۴۷۱۴۸-۷۱۱۶۷
www.nit.ac.ir
مازندران، بابل، خیابان شریعتی، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی و آموزشی

جدول تغییرات

ردیف	در برنامه مصوب ۱۴۰۱ پیشنهادی دانشگاه تهران	در برنامه بازنگری شده
۱	تعداد واحدهای اجباری: ۰	تعداد واحدهای اجباری: ۹
۲	تعداد واحدهای اختیاری: ۱۸	تعداد واحدهای اختیاری: ۶
۳	تعداد واحد رساله: ۱۸	تعداد واحد رساله: ۲۱
۵	درس‌های جبرانی: حداکثر ۶ واحد از بین هیدرولوژی مهندسی (۲ واحد)- هیدرولیک کانال‌های باز (۲ واحد)- مکانیک سیالات (۳ واحد)- مکانیک خاک (۳ واحد)- تحلیل سازه‌ها (۳ واحد)- مکانیک جامدات ۱ (۳ واحد)- استاتیک (۳ واحد)- سازه‌های بتن‌آرمه ۱ (۲ واحد)	درس‌های جبرانی: حداقل ۶ واحد از بین هیدرولیک پیشرفته و درس‌های گروه ۱ (روش اجزای محدود، هیدرولیک محاسباتی، هیدرودینامیک، طراحی هیدرولیکی سازه‌های آبی، تحلیل و طراحی سدهای بتنی، و تحلیل و طراحی سدهای خاکی) که حداکثر ۳ واحد آن می‌تواند از گروه ۱ باشد.
۶	درسهای اجباری: -	درسهای اجباری: یکی از چهار درس تحلیل و طراحی سدهای بتنی (۳ واحد) ، اندرکنش آب و سازه (۳ واحد)، تئوری ورق و پوسته (۳ واحد)، و دینامیک سازه-یکی از سه درس هیدرولیک محاسباتی ۲ (۳ واحد)، اجزای محدود غیرخطی (۳ واحد)، و مباحث خاص در هیدرولیک محاسباتی (۳ واحد)-یکی از چهار درس طراحی اجزای سازه‌های هیدرولیکی (۳ واحد)، هیدرودینامیک (۳ واحد)، مهندسی رسوب (۳ واحد)، و مهندسی رودخانه (۳ واحد)
۷	-	اضافه شدن درس‌های اختیاری: مکانیک محیط پیوسته، مهندسی و مدیریت سیلاب، مدل‌های آشفتگی، مدل‌های فیزیکی و اندازه‌گیری‌های میدانی، سامانه‌های برق‌آبی، محاسبات نرم، مهندسی رودخانه، هیدرولیک پل، طراحی اجزای سازه‌های هیدرولیکی، اجرای سد و سازه‌های هیدرولیکی، هیدرولوژی مهندسی پیشرفته، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی طرح‌های عمرانی، زمین‌شناسی مهندسی پیشرفته، اکتشافات ژئوفیزیک، مکانیک خاک پیشرفته، طراحی و اجرای تونل و فضاهای زیرزمینی، تئوری الاستیسیته، دینامیک سازه، اندرکنش خاک و سازه، اندرکنش آب و سازه، اجزای محدود غیرخطی، تئوری پلاستیسیته، آمار و احتمالات پیشرفته، مقاومت مصالح پیشرفته، مکانیک مواد مرکب، تئوری ورق و پوسته، میکرومکانیک، مهندسی زلزله پیشرفته، پایداری سازه‌ها، قابلیت اعتماد سازه‌ها، دینامیک سازه پیشرفته، دینامیک خاک، ارتعاش سیستم‌های پیوسته، تحلیل خطر زلزله، ارتعاشات تصادفی، اجزای محدود پیشرفته، روش‌های بدون شبکه، روش اجزای مرزی، روش‌های تحلیل چند مقیاسی، مکانیک تماس، کنترل سازه‌ها، پایش سلامت سازه‌ها، بهینه‌سازی سازه‌ها، آزمایشگاه و تحلیل تجربی سازه، طراحی لرزه‌ای سازه‌های ویژه، طراحی لرزه‌ای سازه‌ها بر اساس عملکرد، ریسک و تاب آوری زیرساخت‌ها، طراحی پل، بتن پیش‌تنیده، طراحی سازه‌های غشایی و

		پوسته‌ای، تحلیل و طراحی سازه‌ها در برابر آتش، تئوری انفجار و طراحی سازه در برابر آن، مصالح نوین در مهندسی سازه، دوام بتن، پایایی در مهندسی سازه، خستگی مواد و سازه‌ها، اصول طراحی سازه‌های دریایی، سکوهای دریایی، سازه‌های هوشمند، مهندسی ارزش، یادگیری ماشین در مهندسی سازه، مهندسی زلزله شریان‌های حیاتی، و مباحث ویژه
۸	-	به‌روز رسانی عناوین، جزئیات سرفصل‌ها، و مراجع درس‌ها

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

الف) مقدمه: معرفی کلی و تبیین برنامه درسی

دوره دکتری مهندسی عمران گرایش سازه بالاترین مقطع تحصیلی در این زمینه است که به اعطای مدرک می‌انجامد. دوره دکتری بالاترین مقطع تحصیلی در آموزش عالی است و به دو مرحله آموزشی و پژوهشی مستقل از هم تقسیم می‌شود و با دفاع از رساله پایان می‌یابد.

مهندسی آب و سازه‌های هیدرولیکی یکی از گرایش‌های مهندسی عمران است که به تمرکز بر شناخت پدیده‌های مرتبط با مهندسی آب، رودخانه، چرخه آب در طبیعت و نیز طراحی و بررسی رفتار ساخته‌های دست بشر مرتبط با آب نظیر سدها، سریزها، مخازن بتنی و فلزی آب، کانال‌ها، خطوط انتقال و توزیع آب و شبکه‌های آبرسانی شهری و سایر سازه‌های آبی و هیدرولیکی با در نظرگرفتن سه اصل مهم طراحی شامل ایمنی، اقتصاد، و زیبا شناسی می‌پردازد. این گرایش شامل مجموعه‌ای آموزشی جهت آشنایی با مفاهیم نظری و کاربردی و مجموعه‌ای پژوهشی جهت کسب توانایی رسیدن به مرزهای دانش در اثر آشنایی با مفاهیم پایه‌ای علوم و روش‌های تحقیقاتی و کمک به رفع مشکلات صنعت مرتبط در سطح کشور و جهان می‌باشد.

ب) اهداف

هدف دوره دکتری تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه‌های مطالعاتی گرایش سازه در گسترش مرزهای دانش و رفع نیازهای کشور موثر باشند. این دوره مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی است. محور اصلی فعالیت‌های علمی دوره دکتری به تناسب موضوع، تحقیق نظری، تحقیق تجربی و یا تلفیقی از این دو است و آموزش وسیله برطرف ساختن کاستی‌های اطلاعاتی داوطلب و هموار ساختن راه حصول به اهداف تحقیق می‌باشد.

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 زمینه‌های علمی، تحقیقی، و کمک به پیشرفت و گسترش مرزهای علم و دانش
- تسلط یافتن بر یک یا چند هدف زیر:
  ۱- تعلیم، تحقیق و برنامه‌ریزی
  ۲- طراحی، اجرا، نظارت و ارزیابی
  ۳- تجزیه و تحلیل و حل مسائل علمی در مرزهای دانش
  ٤- حل مشکلات علمی جامعه در یکی از زمینه‌های مهندسی عمران

از نظر موضوعی، اهداف اختصاصی گرایش مهندسی آب و سازه‌های هیدرولیکی به شرح زیر توصیف می‌گردد:

۱- شناخت پدیده‌های و قوانین حاکم مرتبط با مهندسی آب و رودخانه و نیز چرخه آب در طبیعت و استفاده از آنها در جهت بهره‌برداری و استفاده مناسب از آنها برای رفاه بیشتر مردم بدون ایجاد خسارت‌های زیست محیطی و رعایت توسط پایدار.

۲- تحلیل و طراحی انواع ابنیه و سازه‌های مرتبط با آب در برابر انواع مختلف نیروهای استاتیکی و دینامیکی؛ به‌طوری که دانش-آموختگان این رشته مسیر انتقال نیرو و مکانیزم تحمل نیروها را در سازه‌های پیچیده مرتبط با آب ساخته شده توسط انسان و سازه‌های طبیعی درک نموده و مهارت لازم برای طراحی این قبیل سازه‌ها را کسب می‌نمایند.

۳- ارائه راهکارو طریق به منظور استفاده بهینه و تاثیر مثبت بر پدیدهای موجود در طبیعت مرتبط با آب، رودخانه و منابع آب، تحلیل و طراحی سازه‌های آبی و هیدرولیکی جدید و مقاوم‌سازی انواع سازه‌های موجود در برابر بلایای طبیعی و بارگذاری‌های غیرمترقبه نظیر زلزله، آتش‌سوزی، انفجار، طوفان، سیل و برخورد.

٤- طراحی خطوط انتقال و توزیع آب به صورت سیستم‌های ثقلی و تحت فشار، عیب یابی خطوط موجود انتقال و توزیع و ارائه راهکار به منظور حل مشکلات طرح‌های موجود.

٥- استفاده از یافته‌های جدید و نوین در طراحی سازه‌های آبی و هیدرولیکی بر مبنای عملکرد، تاب‌آوری، دوام، هزینه‌های چرخه عمر، و پایایی.

۶- استفاده از مصالح نوین در جهت دستیابی به خواص مکانیکی بهتر، دوام بیشتر، وزن کمتر، هزینه‌ی کاهش یافته، سرعت و سهولت بالاتر اجرایی و سازگاری بهتر با محیط زیست و توسعه‌پایدار برای انواع پروژه‌های سازه‌های آبی و هیدرولیکی و طرح‌های مرتبط به منابع آب.

۷- آشنایی با روش‌های نوین اجرای سازه‌های آبی و هیدرولیکی با نگاه به ملاحظات رفتاری و مکانیکی، سرعت و سهولت، هزینه‌ها، و پیشرفت فناوری.

۸- آشنایی با فرایند آسیب‌شناسی، تعمیر و نگهداری، و مقاوم سازی سازه‌ها و طرح‌های موجود در ارتباط با سازه‌های آبی و هیدرولیکی.

پ) اهمیت و ضرورت

با عنایت به اقلیم گرم و خشک کشور، که بارش سالیانه در آن کمتر از حدود یک سوم متوسط جهانی می‌باشد، نیاز کشور در زمینه حفظ و توسعه منابع آبی، ساخت سازه‌های هیدرولیکی جدید و نگهداری و مقاوم‌سازی سازه‌های موجود با رعایت ملاحظات مقاومت، اقتصاد، و پایداری بسیار ضروری است. در این راستا، نیاز جدی به دانش‌آموختگان گرایش مهندسی آب و سازه‌های هیدرولیکی با اهداف توصیف شده در بند ب وجود داشته وآموزش و تربیت دانشجویان در این گرایش ضرورت می‌یابد. حجم سرمایه‌گذاری در صنعت آب و نیاز مبرم به جمع‌آوری و نگهداری آب و استفاده صحیح از آن با رعایت توسعه پایدار و حفظ محیط زیست با استفاده از راهکارهای مناسب متخصصین این گرایش نشان‌دهنده اهمیت وضرورت آن بوده‌است.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱)- توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس تخصصی الزامی	۹
دروس تخصصی اختیاری	۶
رساله	۲۱
جمع	۳۶

ث) نقش، توانایی و شایستگی مورد انتظار از دانش‌آموختگان

از فارغ‌التحصیلان دوره دکتری انتظار می‌رود که ضمن اشراف به آخرین یافته‌های علمی و اجرایی تخصصی مربوط به خود، در مواردی که حین طرح و اجرای یک پروژه عمرانی راه حل مشخص و مدونی وجود ندارد، قادر باشند با کاربرد آموزه‌های دوران تحصیل (بخش آموزش و پژوهش) راه حل مناسب ارائه نمایند. بخش دیگری از توانمندی فارغ‌التحصیلان این دوره، آموزش و تربیت مهندسین عمران و توانمندی گره‌گشایی از مشکلات جامعه مهندسی از طریق پژوهش در دانشگاه‌ها می‌باشد. خلاصه‌ای از زمینه‌های توانمندی تخصصی فارغ‌التحصیلان دکتری آب و سازه‌های هیدرولیکی در جداول زیر ارائه شده است.

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی	دروس مرتبط
تجزیه و تحلیل پدیده‌های مرتبط با آب	هیدرولیک محاسباتی، هیدرودینامیک، هیدرولیک محاسباتی ۲، مهندسی رسوب، مدلسازی جریان و آلودگی منابع آب سطحی، مدلسازی جریان و آلودگی منابع آب زیرزمینی، آب‌های زیرزمینی پیشرفته، مباحث خاص در هیدرولیک محاسباتی، تحلیل و مدیریت سیستم‌های منابع آب، تحلیل سیستم و برنامه‌ریزی زیرساخت‌های آبی، شکست سد، تئوری و کاربردها، مهندسی و مدیریت سیلاب، مدل‌های آشفتگی، مهندسی رودخانه، هیدرولوژی مهندسی پیشرفته
تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی رفتار سازه‌های مرتبط با آب، مدیریت منابع آب، و سازه‌های هیدرولیکی	روش اجزای محدود، مکانیک محاسباتی، ریاضیات عالی مهندسی، روش‌های تحلیل لرزه‌ای سازه‌ها، مکانیک سنگ، مکانیک شکست، مکانیک مواد مرکب، مکانیک محیط پیوسته، مکانیک خاک پیشرفته، تئوری الاستیسیته، دینامیک سازه، اندرکنش خاک و سازه، اندرکنش آب و سازه، اجزای محدود غیرخطی، تئوری پلاستیسیته، آمار و احتمالات پیشرفته، مقاومت مصالح پیشرفته، تئوری ورق و پوسته، میکرومکانیک، پایداری سازه‌ها، قابلیت اعتماد سازه‌ها، دینامیک سازه پیشرفته، دینامیک خاک، ارتعاش سیستم‌های پیوسته، ارتعاشات تصادفی، اجزای محدود پیشرفته، روش‌های بدون شبکه، روش اجزای مرزی، مکانیک تماس

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
تحلیل و طراحی سازه‌های هیدرولیکی و سازه‌های وابسته به منابع آبی	طراحی هیدرولیکی سازه‌های آبی، تحلیل و طراحی سدهای بتنی، در مهندسی GIS و RS تحلیل و طراحی سدهای خاکی،کاربرد عمران و آزمایشگاه، مدل‌های فیزیکی و اندازه‌گیری‌های میدانی، سامانه‌های برق‌آبی، هیدرولیک پل، طراحی اجزای سازه‌های هیدرولیکی، اجرای سد و سازه‌های هیدرولیکی، زمین‌شناسی مهندسی پیشرفته، اکتشافات ژئوفیزیک، طراحی و اجرای تونل و فضاهای زیرزمینی، مهندسی زلزله پیشرفته، تحلیل خطر زلزله، طراحی لرزه‌ای سازه‌های ویژه، طراحی لرزه‌ای سازه‌ها بر اساس عملکرد، طراحی پل، طراحی سازه‌های غشایی و پوسته‌ای، تحلیل و طراحی سازه‌ها در برابر آتش، تئوری انفجار و طراحی سازه در برابر آن، اصول طراحی سازه‌های دریایی، سکوهای دریایی، مهندسی زلزله شریان‌های حیاتی
استفاده از مصالح و رویکردهای نوین جهت دست‌یابی به خواص مکانیکی بهتر، دوام بیشتر، وزن کمتر، هزینه‌ی کاهش‌یافته، سرعت و سهولت بالاتر اجرایی، و سازگاری بهتر با محیط زیست و توسعه پایدار	تکنولوژی عالی بتن، بتن پیش‌تنیده، مصالح نوین در مهندسی سازه، دوام بتن، خستگی مواد و سازه‌ها، پایایی در مهندسی سازه، سازه‌های هوشمند، کنترل سازه‌ها، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی طرح‌های عمرانی، پایش سلامت سازه‌ها، بهینه‌سازی سازه‌ها، ریسک و تاب آوری زیرساخت‌ها، مهندسی ارزش
استفاده از ابزارها و روش‌های جدید با رویکرد پژوهشی برای تحلیل، طراحی و نگهداری سازه‌های مرتبط با آب، مدیریت منابع آب، و سازه‌های هیدرولیکی	یادگیری ماشین در مهندسی سازه، محاسبات نرم، روش‌های تحلیل چند مقیاسی، آزمایشگاه و تحلیل تجربی سازه

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

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

چ) شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته

به منظور اجرای رشته، تامین فضا و امکانات آموزشی، اساتید کارآمد در زمینه‌های مورد اشاره در قسمت اهداف، دسترسی به امکانات محاسباتی و امکانات آزمایشگاهی جهت فعالیت‌هایی از قبیل اندازه‌گیری مشخصات مکانیکی بتن و فولاد، ساخت بتن، و آزمایش بارگذاری بر روی نمونه‌های سازه‌ای، مدل‌های هیدرولیکی، مدل‌های جریان، رسوب مورد نیاز است. به منظورگسترش رشته، توسعه امکاناتی ازقبیل مراکز محاسبات سریع، تجهیزات بارگذاری یونیورسال، انواع سیستم هیدرولیکی بارگذاری و امکانات نوین از قبیل تجهیزات چاپ سه‌بعدی مورد نیاز است.

ه) زمینه‌های شغلی حال و آینده

گرایش مهندسی آب و سازه‌های هیدرولیکی بر طراحی، ساخت، نگهداری، و مقاوم‌سازی سازه‌های آبی و هیدرولیکی مختلف، شامل کانال‌ها، خطوط انتقال و توزیع آب، سدهای بتنی و خاکی، سرریزها، منابع و مخازن بتنی و فلزی آب، طراحی سیستم‌های مرتبط با منابع آب و طیف بسیار وسیعی از عناصر زیرساختی حیاتی کشور تمرکز دارد. براین اساس انتظار می‌رود فارغ‌التحصیلان این رشته در بخش خصوصی و دولتی به عنوان طراح، ناظر، و مجری زمینه‌های اشتغال قابل توجهی داشته باشند. علاوه بر این فارغ التحصیلان این گرایش می‌توانند در بخش آموزش و پژوهش مراکز آموزشی و پژوهشی کشور فعالیت نمایند.

ی) جایگاه تمدنی، فرهنگی و اجتماعی (جایگاه رشته تحصیلی در حوزه تمدنی گذشته، حال و آینده و بافت فرهنگی و اجتماعی کشور)

وجود سازه‌های آبی و هیدرولیکی با قدمت چند هزارساله در کشور و پیشرو بودن ایران در ساخت سازه‌ها و منابع آبی با سابقه بسیار طولانی مثل معبد چغازنبیل، قنات‌ها و سدهای ساخته شده از ساروج با قدمتی چند صد ساله نشان دهنده جایگاه متخصصین این گرایش در تاریخ و تمدن کشور می‌باشد. در دوران معاصر نیز ساخت سدهای شاخص متعدد،که ایران را در جایگاه ۱۵ کشور برتر دنیا در این زمینه قرار داده، جلوه‌هایی از توانمندی مهندسان ایران را در زمینه آب و سازه‌های هیدرولیکی آشکار ساخته‌اند.

با افزایش روزافزون جمعیت از یک طرف و قرار گرفتن کشور در اقلیم گرم و خشک و تغییر اقلیم در سطح جهانی با گرمایش زمین از سوی دیگر، نیاز به مدیریت هرچه بیشتر و بهتر منابع آب، طراحی، نظارت و رفع مشکلات طرح‌های آبی، و ساخت سازه‌های هیدرولیکی و آبی جدید نظیر سدها، سریزها، مخازن آب و امثال آن‌ها بیش از پیش احساس می‌گردد. از سوی دیگر، حفظ تعادل جامعه، مستلزم تاب‌آوری زیرساخت‌های آبی کشور در برابر بحران‌های تغییر اقلیمی و گرمایش زمین، و پدیده‌هایی از قبیل زلزله، انفجار، طوفان و سیلاب و نظایر آن‌ها می‌باشد که در حیطه تخصص مهندسین آب و سازه‌های آبی جای می‌گیرد.

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول (۱)- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی* گرایش آب و سازه‌های هیدرولیکی- مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		نظری	عملی		
۱	هیدرولیک پیشرفته	۳	۳			۳۲	۴۸			
۲	یکی از ٦ درس زیر:									
	-روش اجزای محدود	۳	۳			۳۲	۴۸			
	-هیدرولیک محاسباتی	۳	۳			۳۲	۴۸			
	-هیدرودینامیک	۳	۳			۳۲	۴۸			
	-طراحی هیدرولیکی سازه‌های آبی	۳	۳			۳۲	۴۸			
	-تحلیل و طراحی سدهای بتنی	۳	۳			۳۲	۴۸			
	-تحلیل و طراحی سدهای خاکی	۳	۳			۳۲	۴۸			

* اگر دانشجو از دوره کارشناسی ارشد غیر از گرایش آب و سازه‌های هیدرولیکی پذیرفته شده باشد، لازم است با تایید مدیرگروه آموزشی، حداقل ۶ واحد از دروس جدول فوق را به عنوان دروس جبرانی بگذراند.

چنانچه دانشجو دروس مشابهی را در سایر دوره های کارشناسی ارشد گذرانده باشد، کمیته ای متشکل از اساتید گرایش، سر فصل دروس گذرانده شده را بررسی کرده و در خصوص لزوم گذراندن درس جبرانی مربوطه تصمیم گیری می‌کند.

جدول (۲)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی گرایش آب و سازه‌های هیدرولیکی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	تعداد ساعات*		پیش‌نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری -		نظری	عملی		
۱	**یکی از چهار درس زیر**:**									
	-تحلیل و طراحی سدهای بتنی	۳	۳			۳۲	۴۸			
	-اندرکنش آب و سازه	۳	۳			۳۲	۴۸			
	- تئوری ورق و پوسته	۳	۳			۳۲	۴۸			
	- دینامیک سازه	۳	۳			۳۲	۴۸			
۲	**یکی از سه درس زیر**:**									
	-هیدرولیک محاسباتی ۲	۳	۳			۳۲	۴۸			
	-اجزای محدود غیرخطی	۳	۳			۳۲	۴۸			
	-مباحث خاص در هیدرولیک محاسباتی	۳	۳			۳۲	۴۸			
۳	**یکی از چهار درس زیر**:**									
	- طراحی اجزای سازه‌های هیدرولیکی	۳	۳			۳۲	۴۸			
	-هیدرودینامیک	۳	۳			۳۲	۴۸			
	-مهندسی رسوب	۳	۳			۳۲	۴۸			
	-مهندسی رودخانه	۳	۳			۳۲	۴۸			

* ساعت آموزش برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت، عملی ۳۲ ساعت، عملی (از نوع کارگاهی) ۴۸ ساعت، کارآموزی و کارورزی ۶۴ یا ۱۲۸ ساعت است.

** دانشجویان می‌توانند بیش از یک درس از هر یک از ردیف‌های ۱ تا ۳ جدول (۲) را اخذ نمایند. در این صورت، درس یا درس‌های اضافی از هر ردیف به عنوان بخشی از دروس تخصصی اختیاری محسوب می‌گردد.

جدول (۳)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری گرایش آب و سازه‌های هیدرولیکی *

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		تعداد ساعات**		پیش‌نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱	روش اجزای محدود	۳	۳			۳۲			۴۸			
۲	هیدرولیک محاسباتی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۳	طراحی هیدرولیکی سازه‌های آبی	۳	۳			۳۲			۴۸			
٤	تحلیل و طراحی سدهای خاکی	۳	۳			۳۲			۴۸			
٥	مکانیک محاسباتی	۳	۳			۳۲			۴۸			
٦	تکنولوژی عالی بتن	۳	۳			۳۲			۴۸			
۷	ریاضیات عالی مهندسی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۸	روش‌های تحلیل لرزه‌ای سازه‌ها	۳	۳			۳۲			۴۸			
۹	مدلسازی جریان و آلودگی منابع آب سطحی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۱۰	مدلسازی جریان و آلودگی منابع آب زیرزمینی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۱۱	مکانیک سنگ	۲	۲			۱٦			۳۲			
۱۲	مکانیک شکست	۳	۳			۳۲			۴۸			
۱۳	کاربرد RS و GIS در مهندسی عمران و آزمایشگاه	۳	۳			۳۲			۴۸			
۱٤	آب‌های زیرزمینی پیشرفته	۳	۳			۳۲			۴۸			
۱٥	تحلیل و مدیریت سیستم‌های منابع آب	۳	۳			۳۲			۴۸			
۱٦	تحلیل سیستم و برنامه‌ریزی زیرساخت‌های آبی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۱۷	شکست سد، تئوری و کاربردها	۳	۳			۳۲			۴۸			
۱۸	مکانیک محیط پیوسته	۳	۳			۳۲			۴۸			

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		تعداد ساعات**		پیش‌نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱۹	مهندسی و مدیریت سیلاب	۳	۳			۳۲			۴۸			
۲۰	مدل‌های آشفتگی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۲۱	مدل‌های فیزیکی و اندازه‌گیری‌های میدانی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۲۲	سامانه‌های برق‌آبی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۲۳	محاسبات نرم	۳	۳			۳۲			۴۸			
۲۴	هیدرولیک پل	۳	۳			۳۲			۴۸			
۲۵	اجرای سد و سازه‌های هیدرولیکی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۲۶	هیدرولوژی مهندسی پیشرفته	۳	۳			۳۲			۴۸			
۲۷	ارزیابی اثرات زیست‌محیطی طرح‌های عمرانی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۲۸	زمین‌شناسی مهندسی پیشرفته	۲	۲			۱۶			۳۲			
۲۹	اکتشافات ژئوفیزیک	۲	۲			۱۶			۳۲			
۳۰	مکانیک خاک پیشرفته	۳	۳			۳۲			۴۸			
۳۱	طراحی و اجرای تونل و فضاهای زیرزمینی	۲	۲			۱۶			۳۲			
۳۲	تئوری الاستیسیته	۳	۳			۳۲			۴۸			
۳۳	اندرکنش خاک و سازه	۳	۳			۳۲			۴۸			
۳۴	تئوری پلاستیسیته	۳	۳			۳۲			۴۸			
۳۵	آمار و احتمالات پیشرفته	۳	۳			۳۲			۴۸			
۳۶	مقاومت مصالح پیشرفته	۳	۳			۳۲			۴۸			

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		تعداد ساعات**		پیش‌نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۳۷	مکانیک مواد مرکب	۳	۳			۳۲			۴۸			
۳۸	میکرومکانیک	۳	۳			۳۲			۴۸			
۳۹	مهندسی زلزله پیشرفته	۳	۳			۳۲			۴۸			
۴۰	پایداری سازه‌ها	۳	۳			۳۲			۴۸			
۴۱	قابلیت اعتماد سازه‌ها	۳	۳			۳۲			۴۸			
۴۲	دینامیک سازه پیشرفته	۳	۳			۳۲			۴۸			
۴۳	دینامیک خاک	۳	۳			۳۲			۴۸			
۴۴	ارتعاش سیستم‌های پیوسته	۳	۳			۳۲			۴۸			
۴۵	تحلیل خطر زلزله	۳	۳			۳۲			۴۸			
۴۶	ارتعاشات تصادفی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۴۷	اجزای محدود پیشرفته	۳	۳			۳۲			۴۸			
۴۸	روش‌های بدون شبکه	۳	۳			۳۲			۴۸			
۴۹	روش اجزای مرزی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۵۰	روش‌های تحلیل چند مقیاسی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۵۱	مکانیک تماس	۳	۳			۳۲			۴۸			
۵۲	کنترل سازه‌ها	۳	۳			۳۲			۴۸			
۵۳	پایش سلامت سازه‌ها	۳	۳			۳۲			۴۸			
۵۴	بهینه‌سازی سازه‌ها	۳	۳			۳۲			۴۸			
۵۵	آزمایشگاه و تحلیل تجربی سازه	۳	۲	۱		۳۲			۳۲	۳۲		

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		تعداد ساعات**		پیش‌نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۵۶	طراحی لرزه‌ای سازه‌های ویژه	۳	۳			۳۲			۴۸			
۵۷	طراحی لرزه‌ای سازه‌ها بر اساس عملکرد	۳	۳			۳۲			۴۸			
۵۸	ریسک و تاب آوری زیرساخت‌ها	۳	۳			۳۲			۴۸			
۵۹	طراحی پل	۳	۳			۳۲			۴۸			
۶۰	بتن پیش‌تنیده	۳	۳			۳۲			۴۸			
۶۱	طراحی سازه‌های غشایی و پوسته‌ای	۳	۳			۳۲			۴۸			
۶۲	تحلیل و طراحی سازه‌ها در برابر آتش	۳	۳			۳۲			۴۸			
۶۳	تئوری انفجار و طراحی سازه در برابر آن	۳	۳			۳۲			۴۸			
۶۴	مصالح نوین در مهندسی سازه	۳	۳			۳۲			۴۸			
۶۵	دوام بتن	۳	۳			۳۲			۴۸			
۶۶	پایایی در مهندسی سازه	۳	۳			۳۲			۴۸			
۶۷	خستگی مواد و سازه‌ها	۳	۳			۳۲			۴۸			
۶۸	اصول طراحی سازه‌های دریایی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۶۹	سکوهای دریایی	۳	۳			۳۲			۴۸			
۷۰	سازه‌های هوشمند	۳	۳			۳۲			۴۸			
۷۱	مهندسی ارزش	۳	۳			۳۲			۴۸			
۷۲	یادگیری ماشین در مهندسی سازه	۳	۳			۳۲			۴۸			
۷۳	مهندسی زلزله شریان‌های حیاتی	۳	۳			۳۲			۴۸			

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		تعداد ساعات**		پیش‌نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۷۴	مباحث ویژه***	۳	۳			۳۲			۴۸			
۷۵	درس اختیاری از سایر رشته گرایش های تحصیلات تکمیلی****	۳	۳			۳۲			۴۸			

* گذراندن ۶ واحد از دروس این جدول، علاوه بر دروس اجباری مندرج در جدول ۲ الزامی است. دانشجویان می‌توانند علاوه بر دروس این جدول، دروس ردیف ۱ تا ۳ از جدول (۲) را نیز به عنوان واحد تخصصی اختیاری اخذ نمایند. دانشجو نباید دروسی را اخذ نماید که قبلاً آن‌ها را در دوره کارشناسی ارشد گذرانده است.

** ساعت آموزش برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت، عملی ۳۲ ساعت، عملی (از نوع کارگاهی) ۴۸ ساعت، کارآموزی و کارورزی ۶۴ یا ۱۲۸

*** درس مباحث ویژه (با سرفصل متغیر بسته به نیمسال) با تایید گروه آموزشی ارائه می‌گردد و اخذ آن توسط دانشجو منوط به تایید استاد راهنما می‌باشد.

**** هر دانشجوی دکتری می‌تواند با تایید استاد راهنما و گروه آموزشی، یک درس اختیاری خارج از جدول فوق را از سایر رشته-گرایش‌های تحصیلات تکمیلی دانشگاه اخذ نماید.

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

الف) عنوان درس به فارسی: تحلیل و طراحی سدهای بتنی			
عنوان درس به انگلیسی:	Analysis and Design of Concrete Dams	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☒	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- هدف از ارائه این درس تسلط بر مبانی طراحی سدهای بتنی به ویژه در شرایط بارگذاری مختلف و همچنین بررسی کیفیت بتن استفاده شده تحت این شرایط می باشد.

پ) سرفصل‌ها:

- آشنایی و معرفی انواع سدهای بتنی
- معیارهای انتخاب ساختگاه سد شامل عوامل منابع آب، اقتصاد، هندسه و مهندسی ژئو تکنیک
- سدهای بتنی قوسی
  - مصالح، مکانیزمهای باربری، خصوصیات ساخت، انواع سرریزهای ممکن
  - معیارهای شکل قوس، شکل طره، شکل سد، روش های بهینه سازی شکل، تعریف ریاضی شکل بدنه
  - کنترل کلان پایداری تکیه‌گاه‌ها، معیارهای توزیع تنش
- بتن حجیم سدها
  - مسائل حرارتی، طرح اختلاط، روش های پیش و پس سردکردن مصالح و بتن و محاسبات آنها
  - بتن غلتکی در سدها
  - خرابی بتن در سدهای بتنی
- 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
- 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
- رفتار دینامیکی سدهای بتنی قوسی و سدهای وزنی
- مقدمه ای بر روش تحلیل آزمون بار
- مدل ریاضی و روش های تحلیل سدهای بتنی شامل سازه، پی و دریاچه-روش اجزا محدود
- تعیین ضرایب اطمینان تنش و طراحی بتن-آیین نامه های طراحی
- نکات تحلیل و طرح سدهای بتنی قوسی شامل روش های ۲ و ۳ بعدی
- نکات تحلیل و طرح سدهای بتنی وزنی
- نکات تحلیل و طرح سدهای چندقوسی و قوسی وزنی
- روش های اجرا و تجهیزات رفتارسنجی سدهای بتنی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۶۰ درصد
پروژه	۱۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Izrailovich, B.V., Isaakovich, V.A., Grigorievich, G.E., Alexandrovich, L.Y. and Borisovich, M.Y., ۲۰۲۱. Concrete Gravity and Arch Dams on Rock Foundation. CRC Press.

۲- Chopra, A.K., ۲۰۲۰. Earthquake Engineering for Concrete Dams: Analysis, Design, and Evaluation. John Wiley & Sons.

۳- Weaver, K. and Bruce, D., ۲۰۰۷. Dam Foundation Grouting. American Society of Civil Engineers.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: اندرکنش آب و سازه			
عنوان درس به انگلیسی:	Water-Structure Interaction	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☒ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☐ تخصصی اختیاری	☐ نظری-عملی
		☐ پروژه	
تعداد ساعت:	٤٨	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

- آشنایی با معادلات حاکم بر اندرکنش سیستم آب و سازه در حالت‌های آب تراکم‌پذیر و تراکم ناپذیر و روش حل آن‌ها

پ) سرفصل‌ها:

۱. معادلات حاکم در آب (ناویه استوکز، اولر، معادله موج و ...)
۲. مروری بر تحلیل دینامیکی سازه ها، بالاخص روشهای مستقیم و مودال در محدوده فرکانس
۳. محاسبه تحلیلی فشارهای هیدرودینامیک در حالات ساده شده
٤. روش عددی حل معادله موج در حالت دوبعدی و بحث در ارتباط با المان نیمه بینهایت دو بعدی
٥. اندرکنش سیستم سازه و آب برای مدل آب تراکم ناپذیر
   - المان نیمه بینهایت سه بعدی، المان اجزا محدود سیال، المان میان لایه ای
   - ترکیب المان های فوق
٦. روش حل در محدوده زمان با استفاده از ماتریس های جرم افزوده دقیق و جرم افزوده تقریبی (وسترگارد اصلاح شده)
۷. اندرکنش سیستم سازه و آب برای مدل آب تراکم پذیر
   - شرایط مرزی مختلف محدوده آب روش تحلیل در محدوده فرکانس شامل المانهای محدود سیال المان نیمه بینهایت و ترکیب این دو محدوده
۸. روش تحلیل در محدوده زمان
   - روابط حاکم با استفاده از فشارهای گره ای-کاربرد پتانسیل سرعت

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۳۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/عملکردی)	۴۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Fluid-structure Interactions: Models, Analysis and Finite Elements, Thomas Richter, Springer, ۲۰۱۷.

۲- Computational Fluid-Structure Interaction: Methods and Applications, Yuri Bazilevs, Kenji Takizawa, Tayfun E. Tezduyar, Wiley, ۲۰۱۳.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: تئوری ورق و پوسته			
عنوان درس به انگلیسی:	Theory of Plates and Shells	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☒	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با:
  - تحلیل صفحات مستطیلی و دایره‌ای در قالب تغییر شکل‌های کوچک تحت نیروهای عمود بر صفحه به روش تحلیلی
  - تحلیل صفحات مستقر بر بستر ارتجاعی
  - تحلیل پوسته‌های دوار و پوسته‌ها به‌صورت کلی
  - روش‌های تقریبی مبتنی بر انرژی
  - تحلیل عددی صفحات و پوسته‌ها

پ) سرفصل‌ها:

۱. خمش یک‌جهته ورق
۲. خمش خالص ورق
۳. خمش متقارن ورق‌های دایره‌ای
٤. ورق تحت بار جانبی
٥. ورق‌های مستطیلی با تکیه‌گاه ساده و سایر شرایط حدی
٦. ورق‌های با هندسه‌های دیگر
۷. ورق بر روی بستر الاستیک
۸. روش‌های انرژی و تقریبی در تحلیل ورق
۹. ورق‌های غیرایزوتوپیک
۱۰. تحلیل ورق تحت بار جانبی و بار صفحه و ناپایداری ورق
۱۱. تغییر شکل بزرگ در ورق
۱۲. پوسته‌های بدون خمش
۱۳. مبانی پوسته‌های تحت خمش
۱٤. روش‌های عددی و اجزای محدود

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Plates and Shells: Theory and Analysis by Ansel C. Ugural, CRC Press, ۲۰۱۷

۲- The Theory of Plates and Shells, S.Timoshenko, McGraw Hill, ۱۹٦٤.

۳- Theory and Analysis of Plates: Classical and Numerical Methods, Rudolph Szilard, Prentice-Hall, ۱۹۷۳.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: دینامیک سازه			
عنوان درس به انگلیسی:	Dynamics of Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☒	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- تعیین مدل‌های تحلیلی سازه‌های مختلف معادل یک و چند درجه آزادی و معادلات رفتاری و حل آن‌ها در راستای مشخص نمودن ویژگی‌های تغییر مکانی نقاط شاخص و نیروهای داخلی سازه‌ها

پ) سرفصل‌ها:

۱. یادآوری اصول رفتار دینامیکی سازه‌ها در مقایسه با رفتار استاتیکی آن‌ها در قالب قانون دوم نیوتن
۲. تعیین مدل‌های تحلیلی جرم متمرکز معادل یک درجه آزادی سازه‌ها و معادله رفتاری و حل آن‌ها
۳. بررسی رفتار ارتعاش آزاد سازه‌های معادل یک درجه آزادی با میرایی و بدون میرایی
٤. آنالیز سازه‌های یک درجه آزادی در برابر نیروهای پریودیک و ضربه‌ای و کاربرد طیف پاسخ
٥. کاهندگی ارتعاش تحمیلی، نوسانات مکانی، و نیروهای دینامیکی در انواع سازه‌ها
٦. روش رایلی در تحلیل دینامیکی سازه‌ها و تعیین ویژگی‌های دینامیکی ارتعاش آزاد آن‌ها
۷. مدلسازی جرم پیوسته سازه‌های تیری‌شکل و تعیین معادلات رفتاری و حل آن‌ها
۸. آشنایی با اصول روش فرکانسی در تحلیل دینامیکی سازه‌ها و شرایط مناسب کاربرد آن
۹. به‌کارگیری روش اجزای محدود در تعیین ماتریس‌های سختی و جرم سازه‌های تیری شکل
۱۰. تحلیل دینامیکی مودال سازه‌های چند درجه آزادی با مدل جرم متمرکز در ارتعاش آزاد و بارگذاری دینامیکی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۳۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱-Dynamics of Structures, Anil K. Chopra, Prentice-Hall, ۲۰۱٦.

۲-Dynamics of Structures, Ray Clough & Joseph Penzien, McGraw-Hill College, Subsequent edition, ۱۹۷۵.

۳- Structural Dynamics: Theory and Computation, Mario Paz & Young Hoon Kim, Springer Nature Switzerland, ۲۰۱۹.

۴- دینامیک سازه‌ها، تالیف دکتر خسرو برگی (انتشارات دانشگاه تهران- چاپ یازدهم)

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: هیدرولیک محاسباتی ۲			
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Hydraulics II	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☒	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مفاهیم کلی هیدرودینامیک جریان در فضای چند بعدی
- آشنایی با مفاهیم کلی روش‌های عددی تفاضل‌های محدود (Finite Difference)، احجام محدود (Finite Volume) و معایب و مزایای هر یک در شبیه‌سازی‌های هیدرودینامیک جریان چند بعدی
- کسب مهارت‌ها و دانش لازم برای توسعه‌ی روش‌های عددی جدید متناسب با نیاز خاص کاربردی
- کسب مهارت و دانش لازم برای توسعه‌ی مدل‌های شبیه‌ساز جریان برای فضاهای پیچیده

پ) سرفصل‌ها:

۱. مبانی تئوریک مدلسازی عددی
۲. لزوم و موارد کاربرد روش‌های عددی و مدلسازی ریاضی
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)
٤. یادآوری کلی روش‌های عددی (تفاضل محدود، حجم کنترل، حجم محدود، روش خطوط مشخصه)
٥. انواع معادلات دیفرانسیل پاره‌ای و طبقه‌بندی آن‌ها (بیضوی، سهموی، هذلولوی) و اشاره به روش‌های عددی متناسب آنها
٦. معرفی و استخراج معادلات حاکم بر جریان در فضای چند بعدی
۷. بررسی خواص اجزای مختلف تشکیل دهنده‌ی معادلات حاکم
۸. توسعه‌ی روش‌های عددی مناسب برای هر کدام از اجزای تشکیل‌دهنده‌ی معادلات حاکم
۹. معرفی و بررسی روش تفکیک زمانی
۱۰. الگوریتم‌های به‌کارگیری روش تفکیک زمانی برای حل فضای چند بعدی
۱۱. تولید شبکه‌ی منظم برای فضای غیرمنظم دوبعدی
۱۲. انواع شرایط مرزی و مدیریت داده‌های آن‌ها در فضای غیرمنظم چند بعدی.
۱۳. تولید شبکه‌ی نابسامان مثلثی
۱٤. حل عددی معادلات انتقال و انتشار دوبعدی روی شبکه‌ی مثلثی و توسعه‌ی مدل عددی مربوطه
۱٥. حل عددی معادلات جریان دوبعدی روی شبکه‌ی مثلثی و توسعه‌ی مدل عددی مربوطه
۱٦. نکات حل عددی در جریان‌های دوبعدی قائم
۱۷. به‌کارگیری مدل‌های توسعه‌یافته برای یک مسئله‌ی کاربردی واقعی

ت) روش یاددهی - یادگیری مناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۳۵ درصد
پروژه	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Versteeg, H. K., Malalasekera W. (۱۹۹۵), An Introduction to Computational Fluid Dynamics The Finite Volume Method, Longman Scientific & Technical.

۲- Abbott ,M. B. Basco D. R. (۱۹۸۹), Computational Fluid Dynamics An Introduction For Engineers, Longman Scientific & Technical.

۳- Yanenko, N. N. (۱۹۷۱), The Method of Fractional Step, Springer-Verlag.

٤- Patankar, S.V. (۱۹۸۰), Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Hemisphere, Washington D.C.

٥- Vreugdenhill, C. B. (۱۹۹٤), Numerical Methods For Shallow-Water Flow, Cluwer Academic Publishers, The Netherlands.

٦- Popescu, I., ۲۰۱٤, Computational Hydraulics: Numerical Methods and Modelling, Iwa Pub.

۷- Ferziger, Joel H., Perić, Milovan, Street, Robert L., ۲۰۱۹, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: اجزای محدود غیرخطی			
عنوان درس به انگلیسی:	Nonlinear Finite Element	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☒	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- تقسیم‌بندی رفتار غیرخطی به رفتار غیرخطی مصالح و رفتار غیرخطی هندسی و تحلیل سازه‌ها با این نوع رفتارهای غیرخطی بر پایه روش اجزای محدود اهداف این درس هستند. تحلیل همگرایی روش‌های عددی نیز از اهداف این درس می‌باشد.

پ) سرفصل‌ها:

- تقسیم‌بندی انواع غیرخطی سازه به صورت هندسی و مصالح
- مقدمه‌ای بر روابط تنش و کرنش مصالح در ناحیه خطی
- فرمول‌بندی روابط تنش و کرنش مصالح در ناحیه غیرخطی
- فرمول‌بندی اجزای محدود در آنالیز غیرخطی هندسی
- فرمول‌بندی ماتریس سختی سخت‌شوندگی در اثر تنش محوری
- فرمول‌بندی اجزای محدود در ناحیه غیرخطی مصالح
- فرمول‌بندی حل متواتر در المان محدود و معیارهای همگرایی حل عددی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Owen, D. R. J. and Hinton, E., Finite Elements in Plasticity: Theory and Practice, Pineridge Press Limited, ۱۹۸۰.

۲- Zienkiewicz, O. and Taylor, Robert. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals. Butterworth-Heinemann. ۲۰۱۳.

۳- Bathe, K. J., Finite Element Procedures, Klaus-Jurgen Bathe, ۲۰۰۷.

٤- Kim, N. H., Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis, Springer, ۲۰۱٤.

٥-Wriggers, P., Nonlinear Finite Element Methods, Springer, ۲۰۰۸.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: مباحث خاص در هیدرولیک محاسباتی			
عنوان درس به انگلیسی:	Special Topics in Computational Hydraulics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☒	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

آشنا کردن دانشجویان با مباحث پیشرفته‌تر در سیالات و هیدرولیک محاسباتی

پ) سرفصل‌ها:

۱. روش حجم کنترل
۲. هندسه‌های نامنظم
۳. حل معادلات ناویر استوکس
٤. مدلسازی آشفتگی
٥. شبیه‌سازی سطح آزاد
٦. روش‌های تسخیر شوک
۷. مدلسازی جریان‌های چند فازه

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Patankar S. ۱۹۸۰. Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Hemisphere Publishing

۲- Fletcher C.A.J. ۱۹۸۸, Computational Techniques for Fluid Dynamics ۱ Springer- Verlag Berlin Heidelberg

۳- Fletcher C.A.J. ۱۹۹۱, Computational Techniques for Fluid Dynamics ۲, Specific Techniques for Flow Categories, Springer- Verlag Berlin Heidelberg Different

٤- Pope, S. B. ۲۰۰۰, Turbulent Flows, Cambridge University Press

٥- Crowe C. T., Schwarzkopf J.D., Sommerfeld M. and Tsuji Y. ۲۰۱۲, Multiphase Flows with Droplets and Particles, CRS Press

٦- Finite Element Method for Flow Problems, Donea & Huerta, ۲۰۰۳

۷- The Finite Element Method fot Fluid Dynamics, Zienkiewics, Taylor, Nithiarasu, ۲۰۱٤

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: طراحی اجزای سازه‌های هیدرولیکی			
عنوان درس به انگلیسی:	Hydraulic Structures Detail Design	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☒	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با اجزای سازه‌های هیدرولیکی و نیروهای موثر بر آن‌ها و طراحی اجزا در برابر نیروها

پ) سرفصل‌ها:

۱. انواع بارهای وارده (آب، خاک، زلزله، سازه)
۲. برآورد بارهای آب (استاتیکی، دینامیکی ناشی از زلزله، بالابر، فرسایشی و سرعت)
۳. برآورد بارهای خاک (محرک، مقاوم، دینامیکی، رانش زمین)
٤. برآورد بارهای سازه‌ای (مرده، زنده، دینامیکی، خستگی، زمان اجرا، واژگونی و لغزش)
٥. طرح سازه‌ای دریچه‌های سطحی (بارهای وارده، دریچه قائم، دریچه قطاعی، دریچه استوانه‌ای، تکیه گاه دریچه‌ها، آشغالگیری دریچه‌ها، سیستم حرکت دریچه‌ها)
٦. طرح سازه‌ای دریچه‌های تخلیه تحتانی (بارهای وارده، انواع دریچه‌ها، آشغالگیری، سیستم حرکت، بازسازی)
۷. طرح حوضچه آرامش (بارهای وارده، انواع حوضچه آرامش، بهینه‌سازی ابعاد، نکات طراحی سازه‌ای)
۸. طرح سرریز پرتابه‌ای (بارهای وارده به سطح سرریز، میزان استهلاک انرژی، نکات طراحی سازه‌ای)
۹. طراحی سرریز نیلوفری (بارهای وارده، نکات طرح بدنه، کتاب طرح تاج سرریز)
۱۰. طرح دیواره‌های حفاظتی (بارهای وارده، پتانسیل حرکت خاک، طرح تثبیت شیب خاکی، طرح دیواره‌های نگهدارنده، طرح تثبیت درزه و گسل)
۱۱. طرح تونل (بارهای وارده، روش‌های اجرا، طرح بدنه تونل، طراح پوشش تونل طرح مغار و فضاهای زیرزمینی، هوادهی جریان در تونل، طرح تونل با زوایای مختلف نسبت به افق)

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- USBR, Design of Small Dams, ۳rd Edition, ۱۹۸۷.

۲- P. Novak, A.I.B Moffat, C. Nalluri and R. Narayanan, Hydraulic Structures, Routledge, ۲۰۰۷.

۳- M.M. Grishin, Hydraulic Structures, Vol.۱, Vol.۲, Mir Publishers, ۱۹۸۷.

۱- Novak P., Mofat A.I.B, Nalluri C. and Narayanan R. Hydraulic Structures, Taylor and Francis, ۲۰۰۷.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: هیدرودینامیک			
عنوان درس به انگلیسی:	Hydrodynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☒	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مطالب سیالات پیشرفته و جریانات دوبعدی و سه‌بعدی شامل معادلات ناویر استوکس، جریان‌های ایده‌آل، و مبانی پایه‌ای لایه مرزی

پ) سرفصل‌ها:

۱. یادآوری مباحث مکانیک سیالات: سینماتیک و دینامیک سیالات شامل (لزجت، معادله اساسی استاتیک سیالات، تراکم‌پذیری، جریان دائمی و جریان غیردائمی، تقسیم‌بندی جریان‌ها از دیدگاه سرعت، روابط انتگرالی جریان، میدان سرعت و شتاب، انواع حرکت و علت آن‌ها در سیالات (حرکت‌های انتقالی، چرخشی و تغیر شکل‌های خطی و برشی) و ...
۲. روش‌های بررسی جریان سیالات، دیدگاه اولری، دیدگاه لاگرانژی، مفهوم حجم کنترل، رابطه‌ی کلی بیانگر ارتباط دو دیدگاه، مشتق توابع میدان سرعت و بدست آوردن میدان شتاب و انواع بردارهای سرعت و بردارهای شتاب)، مفهوم تنسور و معرفی تنسور تنش.
۳. معادلات دیفرانسیل حاکم بر جریان و ارتباط بین دیدگاه اولری و لاگرانژی و بدست آوردن رابطه پیوستگی، رابطه اندازه حرکت و رابطه مومنتم.
٤. اثبات کامل رابطه ناویر-استوکس بر اساس نیروهای مومنتم، نیروهای بدنی، نیروهای تغییر فشار و نیروهای لزجی که بصورت بردارهای تنش بر روی سطح المان وارد می‌شود. (در مختصات مختلف دکارتی، استوانه‌ای و کروی). حل مثال‌های کاربردی در این رابطه، مانند جریان در کانال‌ها و جریان در لوله‌ها در حالت‌های ماندگار و غیرماندگار همچنین یکنواخت و غیر یکنواخت. بدست آوردن پروفیل سرعت در جریان‌های آرام ساده، جریان سیال لزج و خواص فیزیکی معادله ناویراستوکس
٥. مفاهیم و توابع خط جریان، خط پتانسیل و خط رگه در حالت‌های مختلف جریان ماندگار و غیر ماندگار
٦. تعریف جریان‌های آشفته در سیالات شامل تعریف آشفتگی و تاثیر آن در میدان‌های سرعت و شتاب، سرعت متوسط و سرعت نوسانی، تغییر معادلات ناویر استوکس در جریان‌های آشفته. بیان مفهوم و معادلات سرعت برشی. تقسیم‌بندی لایه‌های جریان و بیان قوانین پرانتل. زبری در جریان‌های آشفته و معادلات پروفیل سرعت آشفته در لایه‌های حرکت سیال. حل مثال‌های کاربردی در این رابطه. تخمین تنش برشی، تخمین لزجت آشفتگی. مفهوم و تعاریف چرخش، ورتیسیتی و سیرکولاسیون
۷. تعریف جریان‌های ایده‌آل و معادلات جریان سیال ایده‌آل (استخراج معادله پیوستگی و حرکت، شکل‌های مختلف معادلات دردستگاه‌های مختصات متفاوت)
۸. جریان سیال ایده‌آل (رابطه اویلر، تابع جریان، تابع پتانسیل، رابطه برنولی، کاربرد توابع تحلیلی، جریان‌های پتانسیل دوبعدی، شبکه جریان)
۹. کاربردهای جریان سیال ایده‌آل (جریان‌های پایه‌ای ایده‌آل، شامل جریان خطی یا ساده ایده‌آل، جریان چشمه و چاه، جریان ورتکس و جریان دوتایی. و توام کردن چند جریان ساده، بیان جریان‌های ایده‌آل در محیط متخلخل، جریان سرریز)
۱۰. تبدیل‌های همسان و ترکیب جریان‌های پایه ایده‌آل 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)
۱۱. بدست آوردن معادلات جریان‌های ایده‌آل پایه و ترکیب آن‌ها با استفاده از توابع مختلط
۱۲. جریان آرام (جریان کوئت: جریان در مجرای مستطیلی، جریان در لوله، جریان در اطراف نقطه ایستایی)

۱۳. لایه مرزی، شامل مفهوم لایه مرزی، ضخامت و سرعت لایه مرزی، رابطه پرانتل، ساده سازی معادلات پیوستگی و ناویر استوکس در لایه مرزی نازک، مفاهیم و معادلات ضخامت جابجایی و ضخامت مومنتم، پروفیل سرعت در لایه مرزی و پروفیل سرعت مشابه و غیر مشابه در جریانهای غیر یکنواخت، معادله انتگرال مومنتم 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 راه‌حل‌های تقریبی و تاثیر گرادیان فشار.

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۳۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- هیدرودینامیک، دکتر حسن احمدی کرویق-مهندس فرهنگ راد، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۲.

۲- هیدرودینامیک، دکتر محمدرضا چمنی، دکتر عبدالرضا کبیری سامانی، مهندس محمدجواد اعرابی، انتشارات ارکان دانش، ۱۴۰۰.

۳- Kundu, P.K. and I.M. Cohen (۲۰۰٤). Fluid Mechanics, Academic Press/Elsevier

٤- Acheson, D.J. (۱۹۹۰). Elementary Fluid Dynamics, Oxford Press.

٥- Batchelor, G.K. (۱۹٦۷). An Introduction to Fluid Mechanics. Cambridge University Press.

٦- Lamb, H. (۱۹۳۲). Hydrodynamics. (٦ ed.) Cambridge University Press (also Dover).

۷- Liggett, J.A. (۱۹۹٤), Fluid Mechanics, McGraw Hill

۸- Paterson, A. R.(۱۹۸۳). A First Course in Fluid Dynamics, Cambridge

۹- Schlichting, H. (۱۹۷٥). Boundary-Layer Theory. (۱۱ ed.) McGraw-Hill.

۱۰- Sherman, F.S. (۱۹۹۰). Viscous flow. McGraw Hill.

۱۱- Sommerfeld, A. (۱۹٥۰). Mechanics of Deformable Bodies, Academic Press.

۱۲- Trittton, D.J.(۱۹۷۷) Physical Fluid Dynamics. Van Nostrand Reinhold (U.K.).

۱۳- Van Dyke, M. (۱۹۸۲). An Album of Fluid Motion. Parabolic Press.

۱٤- White, F.M. (۱۹۷٥). Viscous Fluid Flow, McGraw-Hill

۱٥- Guyon. E, Hulin. J.P, Petit .L, Mitescu. C.D. (۲۰۱۹)., Physical Hydrodynamics

-

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: مهندسی رسوب			
عنوان درس به انگلیسی:	Sediment Engineering	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☒	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مفاهیم انتقال رسوب غیرچسبنده و چسبنده در رودخانه‌ها

پ) سرفصل‌ها:

۱. مروری بر فرایندهای رودخانه‌ای
۲. خصوصیات کلی رسوب و تقسیم‌بندی رسوب به چسبنده و غیرچسبنده
۳. معادلات حاکم بر سیال حاوی رسوب و حرکت ذرات در سیال
٤. پروفیل سرعت در شرایط آشفته و غیرآشفته
٥. حرکت آغازین ذرات رسوب غیرچسبنده، تنش‌های وارد بر ذرات رسوب
٦. ارتباط دبی رودخانه و رسوب آن در فصول مختلف
۷. مبانی و فرمول‌های نرخ انتقال رسوب به شکل بار بستر، بار معلق و بار کل تحت جریان
۸. مدل‌های انتقال رسوب نظیر مدل بایکر، بوون-بگنولد-بیالرد
۹. رسوب چسبنده، به هم پیوستن ذرات، جدا شدن ذرات، نشست ذرات، تغییر چگالی، تحکیم گل و لای
۱۰. آب شستگی پایه پل‌ها و شمع‌ها، گروه شمع و سایر سازه‌های رودخانه‌ای
۱۱. رسوب‌گذاری در بالادست بندهای انحرافی و مخازن سدها
۱۲. فرسایش در پایین‌دست سدها
۱۳. رسوب‌گذاری و فرسایش در اطراف آبگیرها و سازه‌های رودخانه‌ای

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Yang, C. T., “Sediment Transport – Theory and Practice”. International Edition,McGraw-Hill, ۱۹۹۶.

۲- Sturm, T. W., “Open Channel Hydraulics”. International Edition, McGraw-Hill, ۲۰۰۱.

۳- Ouillon, S, Sediment Transport in Coastal Waters, Mdpi AG, ۲۰۱۹.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: مهندسی رودخانه			
عنوان درس به انگلیسی:	River Engineering	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☒	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با اصول مهندسی رودخانه
- شناخت هیدرولیک و مورفولوژی رودخانه

پ) سرفصل‌ها:

۱۲. آشنایی با معادلات جریان‌های سطح آزاد با مرزهای صلب
۱۳. تئوری جریان در مجراهای آبرفتی
۱٤. پهنه‌بندی سیلاب و هدایت رودخانه
۱٥. فرآیند حمل مواد رسوبی در رودخانه و مروری بر مورفولوژی رودخانه
۱٦. تاثیرات متقابل سازه‌های رودخانه‌ای (سد - بند - پل) با رودخانه
۱۷. رسوب‌گذاری و فرسایش در اطراف بندها و سدها و سازه‌های رودخانه‌ای
۱۸. طرح و محاسبه بناهای حفاظتی در مقابل سیل و فرسایش
۱۹. رودخانه‌های شهری و تمهیدات ساخت و ساز و توسعه عمرانی اطراف رودخانه
۲۰. روش‌های انحراف رودخانه جهت اجرای ساختمان
۲۱. بهره‌برداری از آب رودخانه‌ها
۲۲. هیدرولیک جزر و مد در رودخانه‌ها و مصب‌ها
۲۳. رودخانه‌های ساحلی و اثرات کارهای مهندسی بر مصب‌های جزر و مدی
۲٤. .کشتیرانی و ترابری در رودخانه‌ها
۲٥. طراحی هیدرولیکی راه‌های آبی میان‌زمینی و ابنیه وابسته
۲٦. استفاده از مدل‌ها در کارهای رودخانه‌ای
۲۷. بهره‌برداری از آب و تخلیه پساب در رودخانه

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر ۱۰ درصد

میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۱۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- S.K. Garg, River Engineering, “Khanna Publishing House”, Khanna Publishing House, ۲۰۱۹.

۲- Tadahiko Nakao, “Basics of River Engineering focusing on Flood Control”, NextPublishing Authors Press, ۲۰۲۱.

۳- P.Ph. Jansen, “Principles of River Engineering: The non-tidel alluvial river”, VSSD, ۱۹۹۴.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: روش اجزای محدود			
عنوان درس به انگلیسی:	Finite Element Method	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آموزش اصول و پایه‌های روش اجزای محدود، شناخت و به‌کارگیری انواع المان‌های یک تا سه‌بعدی برای حل مسائل انتقال نیرو، انتقال حرارت و هر نوع دستگاه معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزیی

پ) سرفصل‌ها:

۱. معرفی کلی روش اجزای محدود و تقسیم بندی اولیه بر اساس نوع المان شامل: المان‌های مورد بحث تحلیل ماتریسی (محوری، تیر پیوسته، خرپا، شبکه، قاب)، المان‌های مورد استفاده در مسائل الاستیسیته، خمش صفحه
۲. معرفی روش باقیمانده وزن‌دار و گالرکین و کاربرد آن در اجزای محدود برای حل مسائل یک بعدی
۳. معرفی روش کار مجازی و انرژی و فرمولاسیون مسائل الاستیسیته دو و سه بعدی به کمک روش‌های مذکور
٤. ماتریس سختی المان‌های مثلثی سه گرهی (CST) برای حل حالات تنش و کرنش صفحه‌ای
٥. ماتریس سختی المان‌های مثلثی منظم درجه بالاتر (QST، LST، ...)
٦. بردار نیروهای گرهی سازگار و معادل با اثر بارهای گسترده و ترکشن‌ها برای مسائل دو بعدی
۷. بحث در ارتباط با برنامه‌نویسی برای المان‌های اجزای محدود و توضیح در ارتباط با نحوه بهینه حل معادلات، تکنیک خط آسمان (Skyline solver or active column solver)
۸. ماتریس سختی المان‌های چهاروجهی ایزوپارامتریک دوبعدی شامل: المان‌هایی که گره‌های آن یک شبکه تشکیل می‌دهند (۴ و ۹ و ۱۶ و ۲۵ گره‌ای) المان‌های سرندیپیتی (Serendipity) مانند المان‌های ۸ گره‌ای و ...
۹. ماتریس سختی المان‌های ایزوپارامتریک (LST و QST نامنظم)
۱۰. توضیح درباره انتگرال‌گیری عددی و کاربرد آن در المان‌های چهاروجهی یا مثلثی شکل
۱۱. ماتریس سختی المان‌های چهاروجهی ایزوپارامتریک با تعداد گره‌های متغیر (المان‌هایی با تعداد گره‌های متغیر مابین ۹-۴ برای استفاده در شبکه‌بندی‌های نامنظم)
۱۲. ماتریس سختی المان‌های سه‌بعدی شامل: المان‌های آجری شکل (Brick) (المان‌های ۸، ۲۰ و ۲۷ گره‌ای)، المان‌های هرمی شکل (Pyramid) (المان‌های ۴، ۱۰ و ... گره‌ای)، المان‌های گوه‌ای شکل (Wedge) (المان‌های ۶، ۱۵ و ... گرهی)
۱۳. اثرات حرارت و نحوه اعمال آن در مسائل مرتبط با الاستیسیته (بردار نیروهای سازگار گره‌ای معادل با حرارت در مسائل ۲ و ۳ بعدی)
۱٤. کاربرد اجزای محدود در مسائل میدان (Field problems)، به‌طور مثال: استفاده از اجزای محدود برای حل معادلات دیفرانسیل مرتبط با معادله لاپلاس، هلمهولتز و غیره، توضیح درباره مسائل عملی مرتبط با معادلات مزبور مانند محاسبه فشارهای هیدرودینامیک (Hydrodynamic)، فشارهای منفذی (Seepage problems) یا مسائل انتقال حرارت (Heat Equation)
۱٥. ماتریس سختی المان‌های با تقارن محوری (Axisymmetric problems) در حالت استفاده از المانهای مثلثی یا چهاروجهی
۱٦. مقدمه‌ای بر خمش صفحات و المان‌های مربوط به آن

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۳۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۳۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و نظایر آن‌ها برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Logan D. L., A First Course in the Finite Element Method, Cengage Learning, ۲۰۱۲.

۲- Bathe K. J., Finite Element Procedures, Prentice Hall, ۲۰۱٤.

۳- Zienkiewicz, O. C., Taylor, R. L., Zhu, J. Z., The Finite Element Method, Butterworth- Heinemann, ۲۰۱۳.

٤- Tirupathi, R., Chandrupatla, A., Belegundu, D., Introduction to Finite Elements in Engineering, Pearson, ۲۰۱۲.

٥- Hinton, E., Owen, D. R., An Introduction to Finite Element Computations, Pineridge Press, ۱۹۸۰.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: هیدرولیک محاسباتی			
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Hydraulics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با اصول و مقدمات روش‌های عددی مختلف در مسائل هیدرولیکی
- آشنایی با انواع معادلات بیضوی، سهموی و هذلولوی و روش‌های گسسته‌سازی آن‌ها

پ) سرفصل‌ها:

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 طبقه‌بندی آن‌ها (بیضوی، سهموی، هذلولی)
٤. معرفی و مقایسه مبانی روش‌های مختلف عددی (تفاضل محدود، حجم کنترل، حجم محدود، جزء محدود، جزء مرزی، روش مشخصات، روشهای طیفی . . .)
٥. حل عددی معادلات بیضوی (معادله لاپلاس و پواسون) شیوه‌های منقطع‌سازی (ژاکوبی- گاوس- سایدل- جاروی خطی)- شرایط مرزی
٦. حل عددی معادلات سهموی (معادله پخش) شیوه‌های منقطع‌سازی (صریح- ضمنی- کرانک- نیکولسون- ADI)- شرایط مرزی
۷. حل عددی معادلات هذلولی (معادله انتقال)- شیوه‌های منقطع‌سازی- شرایط مرزی
۸. تبیین مرتبه دقت، سازگاری، پایداری و همگرایی روش عددی

بخش دوم: کاربرد روش‌های عددی در هیدرولیک محاسباتی

۹. مدلسازی عددی جریان درکانال‌ها و رودخانه‌ها- جریان های یک و دوبعدی، دائمی و غیر دائمی
۱۰. حل معادله انتقال– انتشار در محیط‌های آبی
۱۱. حل عددی جریان در مجاری تحت فشار و ضربه قوچ یا چکش آبی
۱۲. حل عددی جریان در محیط های متخلخل

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Abbot, M.B. and A.W. Minns, ۱۹۹٤, Computational Hydraulics, Ashgate Pub. Co.

۲- Chaudhry, M. H. ۱۹۹۳. Open-Channel Flow. Prentice-Hall, Inc.

۳- Chaudhry, M.H., ۱۹۸۷, Applied Hydraulic Transients, Van Nostrand Reinhold

٤- Cunge, J.A., F. M. Holly, Jr., and A. Verwey, ۱۹۸۰, Practical Aspects of Computational River Hydraulics, Pitman Publishing Limited, London

٥- Julien, P.Y., ۲۰۰۲, River Mechanics, Cambridge University Press, New York

٦- Vreugdenhil, C.B., ۱۹۸۹, Computational Hydraulics - An Introduction, Springer-Verlag, Berlin

۷- Smith, G.D., ۱۹۸٥, Numerical Solution of Partial Differential Equations: Finite Difference Methods – Third Edition, Clarendon Press, Oxford

۸- Popescu, I., ۲۰۱٤, Computational Hydraulics: Numerical Methods and Modelling, Iwa Pub.

۹- Ferziger, Joel H., Perić, Milovan, Street, Robert L., ۲۰۱۹, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: طراحی هیدرولیکی سازه‌های آبی			
عنوان درس به انگلیسی:	Hydraulic Design of Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با تئوری‌ها و مبانی پیشرفته در هیدرولیک، به‌خصوص هیدرولیک کانال‌های باز
- آشنایی دانشجویان با روش‌های تحلیل هیدرولیکی مسائل مرتبط با سازه‌های هیدرولیکی

پ) سرفصل‌ها:

۱۱. مروری برانواع سازه‌های هیدرولیکی وابسته به بندها و سدها و پل‌ها و مولفه‌های آن‌ها و چگونگی هماهنگی اجزای آن‌ها
۱۲. بررسی عوامل مختلف محیطی موثر در انتخاب محل و مشخصات سدها (هیدرولوژیکی، هیدرولیکی، زمین‌شناسی، ژئوتکنیکی، سازه‌ای)
۱۳. آشنایی با انواع بارها و بارگذاری‌ها (آب، زیرفشار، خاک، سازه‌ای، استاتیکی، دینامیکی، زمین لرزه، نوسانات، رانش، بارهای حین ساخت، بارهای بهره‌برداری، کنترل پایداری لغزش واژگونی)
۱٤. تعیین ارتفاع و جانمایی اجزای سدها
۱٥. طرح هیدرولیکی انواع دریچه‌ها (سطحی، تحت فشار، نوسانات فشار)
۱٦. طرح هیدرولیکی سرریزهای رو باز (لبه آبریز، شوت، پلکانی)
۱۷. طرح هیدرولیکی سرریزهای بسته (نیلوفری، سیفونی، جانبی)
۱۸. خلاءزایی (نوسانات فشار در سرعت زیاد، خلاءزایی، هوادهی)
۱۹. طرح هیدرولیکی بندها و سدهای کوچک (بدنه وسرریز)
۲۰. طرح هیدرولیکی سازه‌های انرژی‌گاه (حوضچه آرامش، پرتابه آب)
۲۱. آشنایی با روش‌های کاهش تراوش (آب‌بندی بدنه و پی و تکیه گاه سد، دیواره آب‌بند)

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/عملکردی)	۳۰ درصد
پروژه	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Novak P., Mofat A.I.B, Nalluri C. and Narayanan R. ۲۰۰۷, Hydraulic Structures, Taylor and Francis
۲- USBR, ۱۹۷۳, Design of Small Dams.
۳- Peterka, A. J., ۲۰۰۵, Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators, USBR.
٤- Vischer D. L. and Hager W.H., ۱۹۹۸, Dam Hydraulics, Wiley.
٥- Chen, S., ۲۰۱٥, Hydraulic Structures, Springer.
٦- Smith, C., ۱۹۹٥, Hydraulic structures, University of Saskatchewan Printing Service.
٦- Chopra, Anil K., ۲۰۱٦, Dynamics of Structures, Prentice-Hall.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: تحلیل و طراحی سدهای خاکی			
عنوان درس به انگلیسی:	Analysis and Design of Embankment Dams	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- هدف از این درس آشنایی دانشجویان با چگونگی طراحی، اجرا و رفتارنگاری سدهای خاکی و مشکلات و مسائل مربوط به آن می‌باشد.

پ) سرفصل‌ها:

۱. کلیات
۲. تراوش آب از بدنه سد و راه‌های کنترل آن
۳. کنترل تراوش از پی سدهای خاکی
٤. پایداری شیروانی‌ها
٥. تحلیل دینامیکی سدهای خاکی
٦. سدهای سنگریزه‌ای
۷. ترک و ترک هیدرولیکی
۸. آماده‌سازی و بهسازی پی
۹. کاربرد ابزار دقیق در سدهای خاکی
۱۰. مزایای استفاده از ابزار در مهندسی ژئوتکنیک
۱۱. انواع مبدل‌ها (حسگرها) وسیستم‌های قرائت ابزار
۱۲. اندازه‌گیری فشار آب منفذی
۱۳. اندازه‌گیری تنش کل در خاک
۱٤. اندازه‌گیری تغییر شکل‌ها
۱٥. اندازه‌گیری نیرو و کرنش
۱٦. جمع‌آوری، پردازش، ارائه، تفسیر و گزارش اطلاعات ابزار دقیق
۱۷. ابزار دقیق در سدهای خاکی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۲۵ درصد
پروژه	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Sharma, H.D. (۱۹۹۱). “Embankment Dams”, Oxford & IBH Publishing Co.

۲- Fell, R., MacGregor, P., Stapledon, D., Bell, G., and Foster, Mark (۲۰۱٤) “Geotechnical Engineering of Embankment Dams”, CRC Press.

۳- Kutzner, C. (۱۹۹۷) “Earth and Rockfill Dams”, Routledge.

٤- Dunnicliff, John, (۲۰۰۸)" Geotechnical Instrumentation for Monitoring Field Performance,” John Wiley & Sons.

٥- Wegmann, E. (۱۹۲۷), The Design and Construction of Dams: Including Masonry, Earth, Rock-Fill, Timber, and Steel Structures, Also the Principal Types of Movable Dams, John Wiley & Sons.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: مکانیک محاسباتی			
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Mechanics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری	☐ نظری-عملی
		☐ پروژه/ رساله / پایان‌نامه	
تعداد ساعت:	۴۸	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با روش‌های عددی و ریاضی حل معادلات حاکم بر مسائل مهندسی عمران با تاکید بر مسائل میدانی

پ) سرفصل‌ها:

۱. معرفی معادله کواسی هارمونیک یک‌بعدی (معادله حاکم، شرایط مرزی، منقطع کردن محیط فیزیکی، منقطع کردن معادلات حاکم، مراحل حل عددی به روش۱-اجزا محدود ۲-تفاضل محدود)، مدلسازی۱-خرپا و ۲-انتقال حرارت
۲. معرفی معادله کواسی هارمونیک دوبعدی (معادله حاکم، شرایط اولیه و مرزی، منقطع کردن محیط فیزیکی، منقطع کردن معادلات حاکم، مراحل حل عددی به روش۱-اجزا محدود ۲-تفاضل محدود)، مدلسازی۱-پیچش و ۲-آب 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 صفحه‌ای
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 سیستم‌های دینامیکی (معادله حاکم، شرایط اولیه و مرزی، مراحل حل عددی به روش۱-اجزا محدود (نیومارک و مودال) و ۲-تفاضل محدود)، مدلسازی مثال اندرکش سد و مخزن

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/عملکردی)	۳۵ درصد
پروژه	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Hinton.E, Owen D.R.j.(۱۹۸۵), An Introduction to Finite Element Computations, Pineridge Press Limited, Swansea, U.k.

۲- Smith, G.D.(۱۹٦٥), Numerical Solution of Partial Differential Equations, Oxford University Press.

۳- Bathe, K.J. (۱۹۸۲), Finite Element Procedures in Engineering Analysis, Prentice-Hall, New Jersey.

٤- Lee, G.C. and Tsai C.S., (۱۹۹۱), "Time Domain Analysis of Dam-Reservoir System. I: Exact Solution", Journal of Engineering Mechanics.

٥- Zienkiewicz, O.C. (۱۹۸۷), The Finite Element method, McGraw Hill.

٦- Ghaboussi. J , Xiping. S.W, (۲۰۱٦), Numerical Methods in Computational Mechanics, CRC Press.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: تکنولوژی عالی بتن			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Concrete Technology	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- شناخت عمیق خواص و 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 افزودنی‌ها و آثار آن روی بتن، و برآورد مقاومت بتن استفاده‌شده در سازه از اهداف دیگر این درس است.

پ) سرفصل‌ها:

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، مدل‌های هیدراتاسیون، اثر مواد مختلف در هیدراتاسیون
۲. مقاومت بتن: مقاومت در فشار و در کشش، تاثیر عوامل مختلف در مقاومت، معادلات مقاومت، روابط بین مقاومت‌های مختلف بتن، روابط بین تخلخل و مقاومت، خستگی و مقاومت ضربه‌ای
۳. تغییرشکل‌های وابسته به زمان بتن: ضریب الاستیسیته استاتیکی و دینامیکی، روابط بین مقاومت و مدول الاستیسیته، روابط بین مدول‌ها و عوامل موثر بر میزان مدول‌ها، ضریب پواسون، اندازه‌گیری مدول‌ها بتن باتوجه به مدول فازهای تشکیل‌دهنده، عوامل موثر بر انقباض بتن، محاسبات میزان انقباض از آیین‌نامه‌های مختلف، اندازه‌گیری میزان انقباض، خزش و عوامل موثر بر خزش بتن، انواع تغییر شکل‌ها، محاسبات میزان خزش از آیین‌نامه‌های مختلف، اندازه‌گیری خزش، اثرات خزش در سازه
٤. طرح بتن: عوامل اساسی در طرح بتن، روابط بین مقاومت‌های مشخصه و هدف، مراحل طرح بتن، روش‌های وزنی و حجمی طرح بتن، طرح بتن با حباب هوا، طرح بتن‌های ویژه، طراحی بر اساس دوام
٥. بتن تازه: رئولوژی بتن، مقایسه شیوه‌های مختلف سنجش کارایی، روش دو نقطه‌ای سنجش کارایی
٦. مواد افزودنی و پوزولان‌ها در بتن: انواع مواد افزودنی و پوزولان‌ها، تاثیر مواد افزودنی و پوزولان‌ها بر خواص بتن تازه و سخت‌شده، مکانیزم عمل مواد افزودنی و پوزولان‌ها، کاربرد مواد افزودنی و پوزولان‌ها در بتن، تاثیر مواد افزودنی و پوزولان‌ها در دوام بتن
۷. بتن حجیم و کنترل دمای آن (عوامل موثر بر دمای بتن حجیم، مکانیزم‌های صدمه به بتن حجیم در اثر دمای بالا، فرایند شبیه‌سازی حرارت تولید شده در بتن حجیم، راهکارهای کنترل دما و اختلاف دما در بتن حجیم)
۸. دوام بتن: خرابی‌های بتن، خرابی‌های شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی، مکانیسم خرابی‌ها، خوردگی‌های سولفاتی، کلریدی، کربناتی، واکنش قلیایی سنگدانه‌ها، یخ زدن و آب شدن، سایش و فرسایش و خلازایی، روش‌های پیشگیری خرابی‌ها، روش‌های افزایش دوام
۹. ارزیابی بتن در سازه: مقاومت تسریع‌شده، آزمایشات غیرمخرب (چکش اشمیت، ماورای صوت، بیرون آوردن و ...)، روش‌های حرارتی، دستگاه‌های با امواج مختلف، آزمایشات مغزه‌گیری، پذیرش بتن، روش‌های بررسی آماری

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- P. K. Mehta and J. M. Monteiro, “Concrete: Microstructure, Properties, and Materials”, McGraw-Hill Professional, ۳rd Edition, ۲۰۰۵

۲- John Newman and B. S. Choo, “Advanced Concrete Technology ۳: Processes”, Butterworth-Heinemann, ۱st Edition, ۲۰۰۳

۳- A. Neville and J. J. Brooks, “Concrete Technology”, Pearson Education Canada, ۲nd Edition

٤- A. Neville, “Properties of Concrete”, Prentice Hall, ٥th Edition, ۲۰۱۲

٥- F. M. Lea, “The Chemistry of Cement”, Chemical Publishing Company, England Edition, ۱۹۷۱

٦- V. S. Ramachandran, J. J. Beaudoin, “Handbook of Analytical Techniques in Concrete Science and Technology: Principles, Techniques and Applications (Building Materials Series)”, William Andrew, ۱st Edition, ۲۰۰۰

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: ریاضیات عالی مهندسی			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Engineering Mathematics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با مباحث معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزیی، نگاشت‌ها و انتگرال‌گیری با کمک توابع مختلط

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر فضاهای برداری
۲. سری فوریه
۳. تبدیل فوریه
٤. معادلات با مشتقات جزیی بسته به مورد با شرایط مرزی و شرایط اولیه متفاوت به روش فوریه شامل: معادلات موج، معادلات انتقال حرارت، معادلات لاپلاس، معادلات پواسون
٥. حل معادلات موج به روش دالامبر
٦. اعداد و توابع مختلط
۷. تبدیل همدیس شامل توابع مقدماتی، ترکیب توابع مقدماتی، تبدیل موبیوس و ترکیب توابع مقدماتی و تبدیل موبیوس
۸. انتگرال‌گیری به روش مانده‌ها و مقدار اصلی کوشی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۳۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Advanced Engineering Mathematics, Erwin Kreyszig. Wiley, ۲۰۱۱.
۲- Advanced Engineering Mathematics, Dennis G. Zill. Jones & Bartlett Learning, ۲۰۰۹.
۳- Advanced Mathematics for Engineers and Scientists, Schumm series, McGraw Hill, ۲۰۰۹.

٤- Complex Variables, M.R. Speigel, McGraw-Hill Education, ۱۹۸۰.
٥-Fourier Transforms, I. Sneddon, Dover Publications, ۲۰۱۰.
۶- ریاضیات مهندسی، جلیل راشد محصل، انتشارات دانشگاه تهران ۱۳۹۷

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: روش‌های تحلیل لرزه‌ای سازه‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Methods for Seismic Analysis of Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی 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.
- آشنایی با نرم‌افزارهای تخصصی و شناخت کاربردی آن‌ها

پ) سرفصل‌ها:

۲۸. مقدمه و یادآوری شامل: نقش تحلیل در طراحی بر مبنای عملکرد، لزوم وارد شدن به تحلیل‌های غیرخطی و دسته‌بندی پدیده‌های غیرخطی

۲۹. مبانی تحلیل‌های عددی غیرخطی شامل:

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

ب- تشکیل معادلات انتگرالی غیرخطی استاتیکی و دینامیکی

پ-روش‌های حل معادلات غیرخطی و کاربرد آن‌ها در پدیده‌های مختلف غیرخطی

۳۰. تکنولوژی المان‌های غیرخطی شامل:

الف-المان‌های غیرخطی محیط پیوسته

ب-المان‌های مهندسی

پ-المان میله‌ای غیرخطی و کاربردهای آن

ت-المان تیر غیرخطی شامل مفاصل خمشی-محوری و برشی

ث-المان‌های کلی‌نگر دیوارهای برشی

۳۱. تحلیل‌های مورد استفاده در ارزیابی لرزه‌ای شامل:

الف-مبانی و گام‌های اجرائی تحلیل بار افزون

ب-مبانی و گام‌های اجرائی انواع تحلیل‌های تکرار خطی

۳۲. مدلسازی پدیده‌های غیرخطی در طراحی شامل:

الف-دیوارهای برشی بتن مسلح و فولادی

ب-انواع تحلیل‌های دینامیکی خطی

پ-مسائل تماس استاتیکی و دینامیکی شامل پی‌های نواری و گسترده و برخورد ساختمان‌های مجاور

ت-حرکت غیر یکنواخت پایه

ث-جداسازی لرزه‌ای پایه

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۱۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Council, B. S. S. (۲۰۰۰). FEMA ۳۵٦-Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings. Washington DC: Federal Emergency Management agency.

۲- Hurley, M. J., & Rosenbaum, E. R. (۲۰۱۵). Performance-based fire safety design. CRC Press.

۳- Plevris.V, Kremmyda.G , Fahjan, Y. (۲۰۱۷). Performance-based Seismic Design of Concrete Structures and Infrastructures. ۱۰,٤۰۱۸/۹۷۸-۱-٥۲۲٥-۲۰۸۹-٤. American Society of Civil Engineers. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, American Society of Civil Engineers.

٤- Moehle J.P. (۱۹۹٦). Displacement-based seismic design criteria. Earthquake Engineering Research at Berkeley, Report No. UCB/EERC-۹٦/۰۱. Earthquake Engineering Research Center, UC Berkeley.

٥- Kowalsky M.J., Priestley M.J.N, MacRae G.A.(۱۹۹٤). Displacement-based design, a ethodology for seismic design applied to single degree of freedom reinforced concrete structures. Report No. SSRP- ۹٤/۱٦. Structural Systems Research, University of California, San Diego, La Jolla, California.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: مدلسازی جریان و آلودگی منابع آب سطحی			
عنوان درس به انگلیسی:	Surface Water Flow and Pollution Modeling	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مبانی و مشخصه‌های جریان آب در رودخانه‌ها و مخازن سد و دریاچه‌ها و مصب‌ها و سواحل
- آشنایی با مباحث مختلف کیفیت آب‌های سطحی
- آشنایی با انواع آلودگی‌های محلول و معلق و نفتی
- آشنایی با مدلسازی یک‌بعدی و دوبعدی جریان و کیفیت آب

پ) سرفصل‌ها:

۱. کلیات، مفاهیم پایه ـ تعاریف، منابع و مصارف آب ـ انواع منابع آلاینده آب‌های سطحی
۲. اشاره به قوانین مرتبط با کیفیت آب و استانداردهای کیفی مصارف مختلف – کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب – کلاسه‌بندی آلاینده‌ها، نشانگرها و اندیس‌های کیفی آب ـ کیفیت آب طبیعی ـ مواد آلاینده و سمی - اثرات حرارت بر محیط‌های آبی و حیات آبزیان
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 ـ مروری بر مبانی منقطع‌سازی و حل عددی معادلات - مبانی مدلسازی کیفی ـ توازن جرمی و مدل جریان ماندگار - بالانس دما و مدلسازی حرارتی محیط‌های آبی
٤. مبانی مدلسازی جریان آب سطحی یک بعدی – نکات مدلسازی جریان یک‌بعدی در رودخانه در حالت دائمی و غیردائمی و تنظیم شرایط اولیه و مرزی - اکسیژن محلول و مدل پایه و معادله استریتر فلپس در رودخانه‌ها
٥. نرم‌افزارهای مدلسازی یک‌بعدی جریان و کیفیت آب‌های سطحی ـ معرفی و کار عملی با یکی از نرم افزارهای شناخته‌شده (مانند HEC-RAS یا Qual۲K)، ارائه مثال‌ها و مطالعات موردی مدلسازی یک‌بعدی جریان و کیفیت آب سطحی، انجام مدلسازی یک‌بعدی جریان و کیفیت رودخانه با نرم‌افزار مربوطه
٦. مبانی مدلسازی جریان دوبعدی در قائم برای شبیه‌سازی جریان وکیفیت آب در مخزن سدها - توزیع قائم دما و اثر لایه‌بندی بر کیفیت آب - معرفی و کار عملی با یکی از نرم افزارهای شناخته‌شده (مانند CE-Qual-W۲)، ارائه مثال‌ها و مطالعات موردی مدلسازی دوبعدی در قائم جریان و کیفیت آب مخازن سد، انجام مدلسازی جریان و کیفیت آب مخزن سد با نرم‌افزار مربوطه
۷. مبانی مدلسازی جریان دو بعدی در پلان برای شبیه‌سازی آب کم عمق - مدلسازی جریان و کیفیت آب کم عمق در نقاط ساحلی و بنادر – مدلسازی جریان و کیفیت آب در خورها و مصب رودخانه‌ها - مدلسازی جریان و کیفیت آب دریاچه‌ها - معرفی و کار عملی با یکی از نرم‌افزارهای شناخته‌شده (مانند Mike۲۱)، 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
۸. آشنایی و اشاره به توانایی‌ها و امکانات مدل‌های سه بعدی و کاربردهای آنها (مانند Flow۳D یا Open FOAM یا Fluent) - توصیف نکات مدلسازی‌های سه‌بعدی

ت) روش یاددهی ـ یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Ioannis Tsanis, Jian Wu, Huihua Shen, Caterina Valeo, ۲۰۰٦, "Environmental Hydraulics, Volume ٥٦, ۱st Edition, Hydrodynamic and Pollutant Transport Models of Lakes and Coastal Waters", Elsevier Science

۲- James L. Martin, Steven C. McCutcheon, ۱۹۹۸, "Hydrodynamics and Transport for Water Quality Modeling", CRC Press

۳- Jerald L. Schnoor, ۱۹۹٦, "Environmental Modeling: Fate and Transport of Pollutants in Water, Air, and Soil", ۱st Edition, Wiley-Interscience

٤- Mohanty, Pratap K., ۲۰۰۸, "Monitoring and Modelling Lakes and Coastal Environments", Springer

٥- Steven C. Chapra, ۲۰۰۸, "Surface Water-Quality Modeling", Waveland Press

٦- W. Michaelis, ۲۰۱۳, "Estuarine Water Quality Management: Monitoring, Modelling and Research", Springer-Verlag

۷- Y. Jun Xu, Vijay P. Singh, ۲۰۱٤, "Coastal Environment and Water Quality", Water Resources Publications

۸- Zhen-Gang Ji, ۲۰۱۷, "Hydrodynamics and Water Quality: Modeling Rivers, Lakes, and Estuaries, ۲nd Edition", Wiley

۹- B Abbott, W. Alan Price, ۱۹۹۲, "Coastal, Estuarial and Harbour Engineer's Reference Book", CRC Press

۱۰- Chapra, S. C. (۲۰۰۸). "Surface water-quality modeling." McGraw-Hill series in water resources and environmental engineering. ISBN-۱۰: ۱٥۷۷٦٦٦۰٥٤.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: مدلسازی جریان و آلودگی منابع آب زیرزمینی			
عنوان درس به انگلیسی:	Groundwater Flow and Pollution Modeling	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با خصوصیات و مبانی ارزیابی کیفی منابع آب زیرزمینی
- آشنایی با مبانی مدلسازی کیفیت منابع آب زیرزمینی
- آشنایی با نرم افزارهای قابل استفاده برای مدلسازی کیفیت منابع آب زیرزمینی

پ) سرفصل‌ها:

الف- جریان آب زیرزمینی

۱. معادله جریان آب زیرزمینی و حل تحلیلی (قانون دارسی و تعمیم آن، معادله جریان در آبخوان‌های آزاد و تحت فشار، جریان یک‌بعدی، دوبعدی و سه بعدی، جریان شعاعی، تئوری پتانسیل و جریان‌های ترکیبی، اشاره به اعداد مختلط و نگاشت همدیس در حل جریان دوبعدی ماندگار)
۲. اشاره به حل عددی معادله جریان آب زیرزمینی (انواع روش‌های عددی حل معادله دیفرانسیل جزئی آب زیرزمینی، حل عددی جریان ماندگار در آبخوان‌های تحت فشار و آزاد به روش تفاضل محدود، حل عددی جریان غیرماندگار در آبخوان‌های تحت فشارو آزاد به روش تفاضل محدود، روش اجزای محدود و کاربرد آن در حل معادلات جریان ماندگار و غیرماندگار، شیوه منقطع‌سازی مکانی و منقطع‌سازی زمانی، تعیین شرایط اولیه و شرایط مرزی سیستم)
۳. مدلسازی کامپیوتری جریان آب زیرزمینی (آشنایی با نرم افزارهای شناخته‌شده جریان آب زیرزمینی (ازجملهMODFLOW)، اطلاعات مورد نیاز مدلسازی و منابع آن‌ها، ساخت مدل، کالیبراسیون مدل و حل معکوس (آشنایی با نرم افزارهای PEST و MODOPTIM)، صحت‌سنجی مدل، کاربرد مدل در پیش‌بینی اثرات سناریوهای آتی، کاربرد مدل در بهینه سازی بهره‌برداری آب زیرزمینی، نقش مدلسازی کمی در مدلسازی کیفی آب زیرزمینی)
٤. شبیه‌سازی جریان و انتقال در ناحیه غیر اشباع (مفاهیم اولیه محیط ناحیه غیراشباع، معادله جریان در حالت نیمه‌اشباع، انتقال محلول تحت جریان نیمه‌اشباع، کدهای عمومی مدلسازی حالت اشباع متغیر)

ب- آلودگی آب زیرزمینی

۵. کیفیت آب زیرزمینی (کیفیت آب زیرزمینی طبیعی، معیارهای کیفیتی آب، نمونه‌برداری کیفی آب زیرزمینی، واکنش‌های 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)، ایزوتوپ‌های زیست‌محیطی 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)
٦. آلودگی آب زیرزمینی (معیارها و استانداردهای کیفی آب (شرب، صنعت، کشاورزی)، آلودگی‌های مرتبط با استفاده‌های آب (شرب، صنعت و کشاورزی)، سایر عوامل آلاینده آب زیرزمینی، LNAPLها وDNAPLها، ترقیق آلودگی و مکانیسم‌های مرتبط)
۷. معادله انتقال و انتشار آلاینده‌ها در آب زیر زمینی (قانون دارسی و انتقال انتشاری (Advective)، انتقال پخشی (Dipersive) و انتقال جرم، انتقال با واکنش‌های شیمیایی، مدل‌های ریاضی و راه‌حل‌های تحلیلی)

۸. اشاره به حل عددی معادله انتقال و انتشار (شبیه سازی انتقال Advective (روش ردیابی ذرات (Particle Tracking)، تبیین ناحیه گیرش (Capture Zone))، شبیه‌سازی انتقال Advective-Dipersive (روش‌های اویلری، لاگرانژی، و ترکیبی)، شبیه‌سازی فرایندهای غیرتعادلی و انتقال واکنشی (Reactive) ، شیوه منقطع‌سازی مکانی و منقطع‌سازی زمانی، تعیین شرایط اولیه و شرایط مرزی)

۹. مدل‌سازی کامپیوتری انتقال و انتشار آلاینده (مدلسازی عددی و کامپیوتری، تعریف اهداف، جمع‌آوری اطالعات و توسعه مدل مفهومی، ورودی‌ها و خروجی‌ها، پارامترهای جریان، پارامترهای انتقال، پارامترهای شیمیایی، کالیبراسیون مدل و تحلیل حساسیت، تحلیل عدم قطعیت، معرفی و کار با نرم افزارDMS۳MT)

۱۰. شبیه‌سازی جریان و انتقال چگالی وابسته (معادله جریان در شرایط چگالی متغیر، معادله انتقال محلول، مراحل عمومی حل مدل، کدهای عمومی چگالی متغیر، مدلسازی نفوذ آب دریا، معرفی و کار با نرم افزارSEAWAT)

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

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

۲- Karamouz, M., A. Ahmadi, M. Akhbari (۲۰۱۲) Groundwater Hydrology Engineering, Planning and Management, CRC Press. Boca Raton, FL. ISBN: ۹۷۸-۱-٤۳۹۸-۳۷٥٦-٦

۳- Fetter, C.W., (۲۰۰۱) Applied Hydrogeology, ٤th edition, Prentice Hall, ISBN: ۰۱۳۰۸۸۲۳۹۹.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: مکانیک سنگ			
عنوان درس به انگلیسی:	Rock Mechanics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۳۲	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

هدف از ارائه این درس آشنایی دانشجویان با اصول مکانیک سنگ و کاربرد آن در مهندسی عمران می‌باشد. در این درس، پس از تشریح سیستم‌های طبقه‌بندی توده‌های سنگی، ویژگی‌های رفتار مکانیکی سنگ، همراه با آزمایش‌های مربوط، تشریح می‌شود. سپس کاربرد مکانیک سنگ در حالت‌های زیر مورد بحث قرار داده می‌شود:

- الف- تحلیل پایداری و تغییرشکل‌پذیری فضاهای حفاری‌شده در سنگ
- ب-تحلیل پایداری شیروانی‌های سنگی
- ج-تعیین ظرفیت باربری و نشست پی‌های سطحی و عمیق واقع در سنگ

با توجه به اینکه بسیاری از سازه‌ها مثل سدها، نیروگاه‌ها و تونل‌ها بر روی سنگ یا داخل سنگ احداث می‌شوند، آشنایی با اصول مکانیک سنگ در مهندسی آب و سازه‌های هیدرولیکی اهمیت قابل توجهی دارد.

پ) سرفصل‌ها:

۱. کلیات کاربرد مکانیک سنگ در طرح‌های مهندسی عمران
۲. خصوصیات سنگ‌ها و طبقه‌بندی توده‌های سنگی
   ۲-۱- منشاء سنگ‌ها
   ۲-۲- خصوصیات فیزیکی و بافت سنگ‌ها
   ۲-۳- آزمایش‌های تعیین خصوصیات شاخص (Index Properties) سنگ‌ها
   ۲-۴- طبقه‌بندی توده‌های سنگی
۳. مقاومت سنگ و معیارهای گسیختگی
   ۳-۱- مکانیسم‌های گسیختگی سنگ
   ۳-۲- آزمون‌های آزمایشگاهی
   ۳-۳- معیارهای گسیختگی (مور-کولمب، هوک و براون،...)
   ۳-۴- اثر رطوبت و فشار آب حفره‌ای
   ۳-۵- اثر سرعت بارگذاری و تکرار بارگذاری
   ۳-۶- اثر اندازه نمونه و سایر عوامل
٤. تنش‌های برجا در توده‌های سنگی
   ۴-۱- عوامل طبیعی تعیین‌کننده امتداد تنش‌های اصلی
   ۴-۲- تخمین اولیه امتداد تنش‌های اصلی
   ۴-۳- حدود تغییرات نسبت تنش‌های افقی به تنش قائم
   ۴-۴- اندازه‌گیری مقدار و امتداد تنش‌های اصلی با آزمون‌های درجا
٥. سطوح ناپیوستگی در سنگ‌ها
   ۵-۱- انواع ناپیوستگی‌ها و تاثیر آن‌ها بر رفتار سنگ

۵-۲- اندازه‌گیری و تعریف امتداد ناپیوستگی‌ها
۵-۳- اندازه‌گیری مقاومت برشی درزه‌ها بوسیله آزمون‌های آزمایشگاهی و محلی
۵-۴- پدیده اتساع در حین برش درزه‌ها
۵-۵- اثر فشار آب حفره‌ای

۶. تغییرشکل‌پذیری سنگ‌ها
۶-۱- رفتار ارتجاعی توده همسان و غیرهمسان
۶-۲- رفتار ارتجاعی توده سنگی با لایه‌بندی منظم
۶-۳- آزمون‌های آزمایشگاهی و محلی
۶-۴- اثر خردشدگی توده سنگ
۶-۵- رفتار تابع زمان سنگ

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

۸. کاربرد مکانیک سنگ در تحلیل پایداری شیروانی‌های سنگی
۸-۱- مکانیسم‌های ناپایداری شیروانی‌های سنگی
۸-۲- تحلیل سینماتیکی لغزش صفحه‌ای، لغزش گوه‌ای و واژگونی (Toppling)
۸-۳- تحلیل استاتیکی پایداری بلوک‌های سنگی در حالات دوبعدی و سه‌بعدی
۸-۴- کاربرد از روش قطعات در تحلیل پایداری شیروانی‌های سنگی

۹. کاربرد مکانیک سنگ در مهندسی پی
۹-۱- مسائل خاص پی‌های واقع در زمین‌های سنگی
۹-۲- توزیع تنش در توده‌های سنگی لایه لایه
۹-۳- ظرفیت باربری و نشست پی‌های سطحی واقع در سنگ
۹-۴- ظرفیت باربری و نشست پی‌های عمیق

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۴۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Goodman, R.E., Introduction to Rock Mechanics, ۱۹۸۹, Wiley.

۲- Brady, B.H.G. and Brown, E.T., Rock Mechanics, ۲۰۰٤, Springer.
۳- Hudson, J.A. and Harrison, J.P., Engineering Rock Mechanics, ۲۰۰۰, Elsevier Science.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: مکانیک شکست			
عنوان درس به انگلیسی:	Fracture Mechanics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- 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، نیمه‌ترد، و با تغییرشکل‌های ماندگار محدود مورد بررسی قرار می‌گیرد.

پ) سرفصل‌ها:

۱. جایگاه تئوری‌های تحلیل آسیب در مهندسی عمران
۲. تاریخچه مکانیک شکست
۳. مروری بر مباحث پایه الاستیسیته
٤. تحلیل ترک ترد
٥. پلاستیسیته نوک ترک
٦. معیارهای بازشدگی ترک
۷. انتگرال J
۸. تحلیل خزش و خستگی
۹. مبانی و فرمول‌بندی اجزاء محدود سینگولار
۱۰. روش‌های عددی محاسبه K، G و J
۱۱. دینامیک ترک
۱۲. ترک در محیط‌های غیرایزوتروپ
۱۳. ترک چسبنده
۱٤. مبانی و فرمول‌بندی پایه روش اجزاء محدود توسعه‌یافته XFEM

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جوابی کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۳۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/عملکردی)	۴۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Lecture Notes in Frame Mechanics, V. E. Saouma, University of Colorado, ۲۰۰۰

۲- Fracture Mechanics: “Fundamentals and Applications, T. Andrson, Taylor & Francis, ۲۰۰۵

۳- Extended Finite Element Method for Fracture Analysis of Structures, Wiley/Blackwell, ۲۰۰۸

٤- XEFM Fracture Analysis of Composites, S. Mohammadi, Wiley, ۲۰۱۲

٥- Discontinuum Mechanics, S. Mohammadi, WIT Press, ۲۰۰۳

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: کاربرد RS و GIS در مهندسی عمران و آزمایشگاه			
عنوان درس به انگلیسی:	RS and GIS Application in Civil Engineering (Water Resources) & Laboratory	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با نحوه پردازش و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای جهت مدلسازی و پایش منابع آب و محیط‌زیست
- آشنایی با مدیریت اطلاعات و داده‌ها و انجام تحلیل‌های مکانی جهت مدیریت منابع آب و محیط زیست در محیط GIS

پ) سرفصل‌ها:

الف- سنجش از دور (RS)

۱. کلیات سنجش از دور (مقدمه، تاریخچه سنجش از دور، ارکان سیستم سنجش از دور، مفاهیم بنیادی سنجش از دور)
۲. فیزیک سنجش از دور (ویژگی‌های طیف الکترومغناطیس، تعامل انرژی خورشیدی با اتمسفر و زمین، سنجش از دور نوری و حرارتی و معرفی قوانین و معادلات پایه)
۳. ماهواره‌ها و سنجنده‌ها (انواع ماهواره‌ها و سنجنده‌ها، ویژگی‌های سنجنده‌های زمینی و نحوه دریافت آن‌ها)
٤. ویژگی‌های تصاویر ماهواره‌ای (ساختار تصاویر ماهواره‌ای، انواع تفکیک در تصاویر ماهواره‌ای)
٥. فرایندهای اصلی پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای (پیش‌پردازش، بارزسازی، طبقه‌بندی و پس‌پردازش)
٦. روش‌های تصحیح خطاها (رادیومتریک و هندسی تصاویر ماهواره‌ای) و روش‌های بارزسازی تصاویر ماهواره‌ای (بسط کنتراست، فیلترینگ، نسبت‌گیری طیفی، تجزیه به مولفه‌های اصلی)
۷. روش‌های کلاسیک طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای (طبقه‌بندی نظارت‌نشده و نظارت‌شده، نمونه‌گیری، ارزیابی صحت طبقه‌بندی، برآورد ماتریس خطا، محاسبه ضریب کاپا)
۸. کاربرد سنجش از دور در شناسایی سطوح و پوشش آن‌ها (جنس زمین، سطوح آب، هموارى سطوح، مشخصات پوشش گیاهی، سطح برف و یخ)
۹. مدلسازی بیلان آب و بیلان انرژی با استفاده از داده‌های سنجش از دور
۱۰. کاربرد سنجش از دور در تعیین میزان بارش، دما، تغییر اقلیم و خشکسالی

ب- سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

۱۱. کلیات سیستم اطلاعات جغرافیایی (تعاریف، اجزاء، آشنایی با ساختار داده‌های مکانی، داده‌های برداری، شبکه‌ای)
۱۲. آشنایی با داده‌های توصیفی و کاربرد آن‌ها در سامانه اطلاعات جغرافیایی (انواع جداول توصیفی، نحوه تولید و ویرایش آن‌ها، انواع ارتباط جداول، نحوه اتصال آن‌ها با یکدیگر و به داده‌های مکانی)
۱۳. رقومی‌سازی داده‌ها (زمین مرجع نمودن نقشه‌ها، رقومی‌سازی و ویرایش انواع داده‌ها) ...
۱٤. تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی برداری (یکپارچه‌سازی، جداسازی، ادغام، اتصال، یکسان‌سازی موضوعی، حریم‌یابی، تولید چندضلعی هایتیسن)

۱۵. مدل رقومی زمین (ساختار مدل رقومی زمین، کاربرد مدل در تهیه نقشه‌های شیب، وجه شیب، هیپسومتری، نقشه‌های سایه و روشن، مدل‌های هیدرولوژیکی، تهیه نقشه حوضه آبریز، استخراج شبکه آب‌راه‌های حوضه، ترسیم میدان دید، تعیین حجم و سطح خاکبرداری و خاکریزی)
۱۶. استفاده از آمار مکانی جهت تهیه نقشه‌های مکانی پارامترهای مختلف محیطی
۱۷. آماده‌سازی نقشه‌ها به منظور تهیه خروجی (نمادسازی کارتوگرافیک عوارض مکانی، استفاده از رنگ، تولید و تنظیم عناصر نقشه نظیر شبکه مختصاتی، راهنما، مقیاس و...)
۱۸. تعریف داده‌های عمرانی (داده‌های مسیر رودخانه و جاده، داده‌های سطوح طبیعی بیابان و کوه و جنگل، داده‌های سطوح آب دریاچه و دریا، داده‌های شهری)

*اجرای پروژه

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود. همچنین، دانشجویان از طریق انجام پروژه، کاربرد اصول مورد آموزش را به صورت عملیاتی فرا می‌گیرند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- سید باقر فاطمی، یوسف رضایی. ۱۳۹۳. مبانی سنجش از دور، انتشارات آزاده.

۲- علوی‌پناه سیدکاظم، ۱۳۸۲، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران.

۳- Dixon, B., & Uddameri, V. (۲۰۱۶). GIS and geocomputation for water resources science and engineering. Chichester West Sussex, UK: Wiley and Sons.

٤- Bastiaansen, W. G. M., Menenti, M., Feddes, R. A., and Holtslag, A. A. M. (۱۹۹۸). A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL). ۱: Formulation. J. Hydrol., ۲۱۲–۲۱۳, ۱۹۸–۲۱۲.

٥- Jensen. J, R. ۲۰۰۷. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, ۲nd Edition. Upper Saddle River, NJ : Pearson Prentice Hall.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: آب‌های زیرزمینی پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Groundwater	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با خصوصیات آبخوان‌ها
- آشنایی با مفاهیم پایه در مدلسازی و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی
- آشنایی با اصول مدیریت کمی و کیفی آبخوان‌ها
- آشنایی با اصول به‌سازی، احیاء و کنترل آبخوان‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- کلیات و مفاهیم پایه (تاریخچه، آشنایی با انواع محیط متخلخل، انواع آبخوان (آزاد، تحت فشار، نشتی، موضعی) و خصوصیات آن‌ها، جنبه‌های علمی، مهندسی و مدیریت آب زیرزمینی.
- هیدرولوژی آب زیرزمینی و مقدمه مدلسازی (رویکرد پیوسته Continuum در محیط متخلخل، سیکل هیدرولوژی و معادله بیلان آب زیرزمینی، اطلاعات و داده‌های آب‌های زیرزمینی و چگونگی ثبت و ضبط آن‌ها)
- مفاهیم جریان آب‌های زیرزمینی (مفاهیم تخلخل و هدایت هیدرولیکی و ذخیره و گذردهی آبخوان، ناهمگنی و ناهمسانی درآبخوان‌ها)
- معادله عمومی جریان آب‌های زیرزمینی در آبخوان‌های تحت فشار و آزاد (قانون دارسی و کاربرد آن در حل مسائل جریان یک‌بعدی آب زیرزمینی، فرضیات دوپویی-فورکهایمر و کاربرد آن در جریان در آبخوان‌ها) تئوری پتانسیل و شبکه های جریان: جریان دوبعدی ماندگار
- هیدرولیک آب زیرزمینی - چاه آبخوان آزاد و تحت فشار (هیدرولیک چاه در جریان ماندگار، هیدرولیک چاه در جریان غیرماندگار، آزمایش‌های 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، سیستم‌های چندچاهی)
- کیفیت آب‌های زیرزمینی و آلودگی آب‌های زیرزمینی (کیفیت طبیعی آب زیرزمینی، شوری آب زیرزمینی و منابع آن، مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی آب زیرزمینی، منابع آلاینده آب زیرزمینی: شهری و صنعتی و کشاورزی، آلاینده‌های محلول و غیر محلول آب زیرزمینی: LNAPLها و DNAPLها، روش‌های کاهش و کنترل آلودگی آب زیرزمینی)
- تحلیل آلودگی آب‌های زیرزمینی (معادله انتقال، پخش، جذب، تاخیر Advection - Dispersion, Diffusion, Retardation آلاینده‌ها در آب زیرزمینی، حل تحلیلی معادله انتقال، پخش، جذب، تاخیر)
- مدلسازی آب‌های زیرزمینی (انواع مدل‌های 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 بسته‌های نرم‌افزاری مربوطه و کاربرد آن‌ها)
- آب‌های زیرزمینی (تکنیک‌های شبیه‌سازی شامل شبکه عصبی مصنوعی، شبکه‌های فازی، مدل برنامه‌ریزی ومدیریت‌های بهینه‌سازی، حل تعارض)، بهره‌برداری توامان از آب‌های سطحی و زیرزمینی
- احیا و کنترل آبخوان، بهسازی آب‌های زیرزمینی (پایش کمی-کیفی آب زیرزمینی، روش های احیای آبخوان (Aquifer Restoration)
- مدیریت ریسک و مخاطرات آب‌های زیرزمینی (ارزیابی ریسک، مسائل مربوط به آسیب‌پذیری، تاب‌آوری و اطمینان‌پذیری، روش Drastic مخاطرات وارده بر آب‌های زیرزمینی شامل سیل، خشکسالی و آلودگی‌های گسترده)

- اثرات تغییر اقلیم بر آب زیرزمینی (سازگاری با تغییرات اقلیم، اثرات تغییر اقلیم بر چرخه هیدرولوژیکی، تهاجم آب شور شامل انواع مسائل شوری در آبخوان‌ها و آبخوان‌های ساحلی و جزیره‌ای، تخمین فصل مشترک (Interface) آب شور و شیرین، روش‌های کنترل تهاجم آب شور)

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۵ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۳۵ درصد
پروژه	۱۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Karamouz, M., A. Ahmadi, M. Akhbari (۲۰۱۲) Groundwater Hydrology Engineering, Planning and Management, CRC Press. Boca Raton, FL. ISBN: ۹۷۸-۱-٤۳۹۸-۳۷٥٦-٦

۲- Fetter, C.W., (۲۰۰۱) Applied Hydrogeology, ٤th edition, Prentice Hall, ISBN: ۰۱۳۰۸۸۲۳۹۹.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: تحلیل و مدیریت سیستم‌های منابع آب			
عنوان درس به انگلیسی:	Water Resources System Analysis	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- تشریح عملکردهای طبیعی اصلی و کاربردهای انسانی از سیستم‌های منابع آب شامل آب‌های زیرزمینی، تالاب‌ها، دریاچه‌ها/سدها و خورها.
- شناسایی مولفه‌های اساسی جهت مشخص‌کردن ماهیت کمی و کیفی سیستم‌های منابع آب و توانایی تجزیه و تحلیل عملکرد سیستم‌های منابع آب.
- مطرح کردن مسائل مورد بحث دریک سیستم منابع آب با تعریف فرآیندهای بیوفیزیکی، شیمیایی و هیدرولوژیکی وتعاملات آن‌ها، عملکردهای طبیعی و نحوه استفاده انسان از این سیستم و مدلسازی این فرآیندها

پ) سرفصل‌ها:

سرفصل‌های نظری:

۱. اصول و مبانی تحلیل سیستم‌های منابع آب، پایداری سیستم‌های منابع آب و IWRM
۲. دسته‌بندی کلی روش‌های بهینه‌سازی
۳. نحوه فرموله نمودن مسائل بهینه‌سازی تک‌هدفه (نحوه تعریف توابع هدف، محدودیت‌ها، فضای مجاز تصمیم و ...)
٤. معرفی روش برنامه‌ریزی خطی برای حل مسئله بهینه‌سازی - معرفی روش Simplex - کاربرد نرم‌افزار برای حل مسائل برنامه‌ریزی خطی
٥. عدم قطعیت‌ها در فرآیند مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب
٦. فرموله‌بندی روش برنامه‌ریزی خطی غیر قطعی (برنامه‌ریزی شانسی)
۷. روش‌های تبدیل به مسائل چندهدفه به تک‌هدفه و کاربرد تحلیل حساسیت در مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب
۸. بهینه‌سازی غیرخطی و خطی کردن مدل‌های غیرخطی
۹. نحوه فرموله نمودن مدل بهینه‌سازی بهره‌برداری از مخزن در سیستم‌های رودخانه – مخزن
۱۰. معرفی روش بهینه‌سازی پویای قطعی و نحوه فرموله کردن مدل پویای قطعی برای بهینه‌سازی بهره‌برداری از مخزن (معرفی مختصر مدل‌های پویای غیرقطعی برای بهینه‌سازی بهره‌برداری از مخزن)
۱۱. مدل‌های شبیه‌سازی سیستم‌های رودخانه – مخزن و کاربردهای آن
۱۲. معرفی روش‌های تدوین و استفاده از سیاست‌های استاتیک و دینامیک بهره‌برداری از مخازن در زمان واقعی
۱۳. مقدمه‌ای بر تحلیل‌های اقتصادی در مدیریت منابع آب
۱٤. ظرفیت‌سازی و فرموله نمودن مدل‌های بهینه‌سازی برای توسعه منابع آب
۱٥. منطقه‌بندی و مدیریت تخصیص خدمات عمومی و مدیریت نیروی انسانی در بخش‌های خدماتی
۱٦. مقدمه‌ای بر دسته‌بندی شاخص‌های سنجش کیفیت آب و بهینه‌سازی راندمان تصفیه با درنظرگرفتن تغییرات DO و ODB درسیستم‌های رودخانه‌ای
۱۷. معرفی ساختار مدل بهینه‌سازی بهره‌برداری از سیستم‌های چندمخزنه موازی و سری

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۵ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- بزرگ حداد، امید، یاسمن بلوری یزدی، پریساسادات آشفته (مترجمان)، مهندسی و مدیریت سامانه‌های آبی، نشر نوآور، ۱۳۹۱

۲- Karamouz, M., Szidarovszky, F, and Zahraie, B., Water Resources Systems Analysis, Lewis Publisher, Boca Raton, Florida ۳۳٤۳۱, USA, ۲۰۰۳ (٦۰۰ pages).

۳- Loucks, D. P., Stedinger, J. R., and Haith. D. A., Water Resources Systems Planning and Analysis”

٤- Daniel P. Loucks and van Beek, Eelco, ۲۰۱۸,Water Resource Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models, and Applications

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: تحلیل سیستم و برنامه‌ریزی زیرساخت‌های آبی			
عنوان درس به انگلیسی:	Systems Analysis and Planning of Water Infrastructure	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

این درس، مروری بر اصول و مسائل مربوط به تحلیل سیستم‌ها و چالش‌ها در مدیریت منابع آبی است. تحلیل سیستم هم تحلیل خود تأسیسات (زیرساخت، و غیره) و هم عملکرد عملیاتی آن‌ها را شامل می‌شود. چالش‌های جدید شامل حکمرانی آب، پایداری محیطی، رویکرد جامع برای برنامه‌ریزی محیطی، IWRM و تغییرات اقلیمی مطرح و توجه ویژه به محیط‌های شهری بزرگ می‌شود. اندرکنش آب با مدیریت آلودگی خاک و هوا در این درس بررسی می‌شود. ابزار و تکنیک‌های مختلف برای تحلیل سیستم و برنامه‌ریزی سیستم‌های آب معرفی می‌شوند. مدیریت سیلاب و سیستم‌های جمع‌آوری توأمان و مشکلات ناشی از سرریز این سیستم‌ها (CSO) با توجه به فرایند تاب‌آوری در مقابل سیل مورد بحث قرار می‌گیرد. همچنین بهترین راهکارهای مدیریتی (BMPs) برای بهبود کاهش رواناب و سیل وآلودگی آب و خاک نیز مورد بحث قرار می‌گیرد. حل اختلاف در تخصیص آب، امنیت آب، اصول برنامه ریزی برای آمادگی و مدیریت بحران نیز شرح داده می‌شود. اصول ریاضی کاربردی و پیشرفته تحلیل سیستم در دو قسمت متمرکز یک و دو تشریح خواهد شد.

پ) سرفصل‌ها:

۱. تغییر پارادایم و تاثیر پارادایم اکولوژیکی در برنامه‌ریزی آب و محیط زیست: رویکرد جامع و سیستمی–کنوانسیون‌های جهانی. همچنین مقدمه‌ای بر اصول IWRM: حکمرانی آب و برنامه‌ریزی زیست‌محیطی؛ تغییر رویکرد از مدیریت عرضه به مدیریت تقاضا
۲. چالش‌های چرخه آب بخصوص در نواحی شهری و تعاملات آن: نگرش و راهکارهای سیستمی
۳. مقدمه‌ای بر خصوصیات، همبستگی‌ها و بهره‌برداری از زیرساخت‌های آب
٤. سیستم‌های تامین آب(ذخیره، انتقال، توزیع)، مخازن و سدها، تونل‌های انتقال، تصفیه‌خانه‌های آب، سیستم‌های توزیع آب
٥. سیستم‌های جمع آوری و مدیریت آب باران (storm water management) و زهکشی
٦. سیستم‌های کنترل، تصفیه و بهترین راهکارهای مدیریتی(BMPs) وتوسعه کم اثر (LID)
۷. آب قابل برنامه‌ریزی، مدیریت تقاضا، کم‌آبیاری، الگوی بهینه کشت، مدیریت نشت و فشار در شبکه، افزایش راندمان تخصیص و راندمان مصرف کننده آخر (End user)
۸. مدیریت سیل، تاب آوری شهرهای در مقابل سیل شهری، سرریز ترکیب فاضلاب و آب ناشی از سیل(CSO)
۹. تحلیل وابستگی بهم زیرساخت‌ها (Interdependencies) و با زیرساخت‌های غیرآبی از جمله حمل و نقل
۱۰. اصول تحلیل سیستم: قسمت یک: الف) مدل‌های شبیه‌سازی و برنامه‌ریزی شی‌گرا؛ ب) مدل‌های بهینه‌سازی (برنامه‌ریزی پویای استوکستیک و محاسبات تکاملی و فراکاوشی ج) مدل‌ها و تحلیل‌های مالی و اقتصادی آب، آمار و احتمالات در برنامه‌ریزی
۱۱. گرمایش جهانی و شهرها به عنوان جزایر حرارتی: چگونگی تأثیر بر برنامه‌ریزی زیرساخت‌های آب
۱۲. 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
۱۳. آشنایی و کاربرد نرم‌افزارهای شبیه‌سازی بهره‌برداری و پشتیبانی در تصمیم گیری DSS (MATLAB، EPANET، APWE)

۱۴. مدیریت سیستم‌های آب شهری: الف) حفاظت از آب و مدیریت استفاده مجدد؛ ب) مدیریت تأسیسات و زیرساخت‌های آبی؛ ج)برنامه‌ریزی برای امنیت آب – برنامه‌ریزی آماده سازی – مدیریت بحران (اثر وضوح نقشه‌ها)، مدیریت دارایی Asset Management

۱۵. تغییر پارادایم و تاثیر پارادایم اکولوژیکی در برنامه‌ریزی آب و محیط زیست: رویکرد جامع و سیستمی – کنوانسیون‌های جهانی. همچنین مقدمه‌ای بر اصول IWRM: حکمرانی آب و برنامه ریزی زیست‌محیطی؛ تغییر رویکرد ازمدیریت عرضه به مدیریت تقاضا

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژ]

ارزشیابی مستمر	۲۵ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۳۵ درصد
پروژه	۱۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- کارآموز، م. احمدی، آ. فلاحی، م. مهندسی سیستم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۵

۲- Karamouz, M. Moridi, A. Nazif, S. (۲۰۱۰), Urban water engineering and management, CRC press, Taylor and Francis publishing; Boca Raton, FL, ٦۰۰ Pages.

۳- Karamouz, M. Szidarovsky, F. Zahraie, B. (۲۰۰۳), Water resources systems analysis, CRC press, Lewis publishers; Boca Raton, FL, ٥۹۰ Pages.

٤- Buchholz, R. A. (۱۹۹۳), Principal of environmental management: The greening of business, Prentice Hall, New Jersey, ٤۳۲ Pages.

٥- Marselek, J. Jimanez, B., Karamouz, M. (۲۰۰۷), Urban water cycle processes and interactions, Taylor and Francis publishing; Boca Raton, FL, ۱۳۱ Pages.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف: عنوان درس به فارسی: شکست سد، تئوری و کاربردها			
عنوان درس به انگلیسی:	Dam Break: Theory and Applications	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری	☐ نظری-عملی
		☐ پروژه/ رساله / پایان‌نامه	
تعداد ساعت:	٤٨	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

آشنا کردن دانشجویان با پدیده شکست سد و جنبه‌های تئوری و عملی آن

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: سوابق شکست سد، دلایل شکست سد، مکانیزم‌های شکست سد، مطالعات شکست سد، سوابق، دلایل و چالش‌های آن، پیچیدگی‌ها و جذابیت‌های تئوریک
۲. هیدرولیک شکست سد، مرور مباحث مربوطه از هیدرولیک پیشرفته، توسعه شکاف در سدهای خاکی
۳. هیدرودینامیک شکست سد: مسئله ریمن، تسخیر شوک
٤. مدلسازی عددی شکست سد: مدلسازی‌های یک‌بعدی، دوبعدی و یک‌بعدی-دوبعدی، روش‌های عددی تسخیر شوک، مطالعات آزمایشگاهی به منظور صحت‌سنجی مدل عددی، نرم‌افزارهای تجاری و مدل‌های تحقیقاتی
۵. مدیریت بحران، مدیریت سیلاب و شکست سد
٦. تهیه برنامه اقدام اضطراریEAP

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Migena Zagonjolli . Dam Break Modelling, Risk Assessment and Uncertainty Analysis for Flood Mitigation, CRC press, Taylor and Francis publishing; Boca Raton, FL, ۲۰۱۸.

۲- D. J. Needham, S. Mcgovern, J. A. Leach. The Linearised Dam-break Problem (Series on Analysis, Applications and Computation), World Scientific Pub Co Inc., ۲۰۲۰.

۳- Shock-Capturing Methods for Free-Surface Shallow Flows, Toro, ۲۰۰۱
٤- Dam-break Problems, Solutions and Case Studies, Wrachien, Mambretti, ۲۰۰۹

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: مکانیک محیط پیوسته			
عنوان درس به انگلیسی:	Continuum Mechanics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با صورت‌بندی ریاضی و حل معادلات حاکم بر رفتار مکانیکی جامدات پیوسته و سیالات

پ) سرفصل‌ها:

۱. تانسور: تبدیل بردارهای پایه تانسور، حساب تانسور، مقادیر اصلی و جهات اصلی، قضیه Cayley-Hamilton
۲. سینماتیک محیط پیوسته: بیان مادی، بیان فضایی، بیان نسبی، نرخ زمانی ماده، نرخ تغییرشکل، نرخ چرخش
۳. کرنش و تغییرشکل محدود: گرادیان جابه‌جایی، بیان لاگرانژی، بیان اویلری، کشیدگی، تغییر زاویه، تغییر جهت، تغییر حجم، تغییر سطح، تانسورهای تغییرشکل راست و چپ، تانسورهای کشیدگی و چرخش، نرخ تغییرات تانسورهای کشیدگی و چرخش، سازگاری کرنش‌ها
٤. بقای جرم و معادلات پیوستگی: معادلات پیوستگی، بیان مادی شرایط پیوستگی، مشتق مادی انتگرال‌های حجمی
٥. تنش و اصول مومنتوم: تنش Cauchy، تنش کوپلی، تنش‌های اول و دوم Piola-Kirchhoff، انواع تنش‌ها و کرنش‌های مزدوج و ارتباط آن‌ها، معادلات حرکت و تعادل
٦. قوانین انرژی برای محیط پیوسته: قانون اول ترمودینامیک برای محیط پیوسته، توان تنش، انرژی داخلی، انتروپی و قانون دوم ترمودینامیک، فرآیندهای بازگشت‌پذیر و بازگشت‌ناپذیر، متغیرها و توابع حالت، انرژی آزاد Helmholtz، آنتالپی، تابع Gibbs، تابع زوال
۷. قوانین اساسی متشکله مواد: تانسورهای ایزوتروپیک، تغییر دستگاه مرجع و تبدیل حادثه، بردار و تانسور، عینیت، مشتقات عینی Jaumann و سایرین، تفکیک تغییر شکل‌های الاستیک و غیرالاستیک

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱) Introduction to Continuum Mechanics, Michael Lai, David Ruben, & Erhard Krempl, Elsevier, ۲۰۰۹.
۲) Continuum Mechanics for Engineers, G. Thomas Mase & George E. Mase, CRC Press, ۱۹۹۹.
۳) Continuum Mechanics, D. Frederick & T.S. Chang, Allyn and Bacon, ۱۹٦٥.
٤) Continuum Mechanics: An Introductory Text for Engineers, Philip Hodge, McGraw-Hill, ۱۹۷۰.
٥) Mechanics of Continua, A. Eringen, Krieger Pub, ۱۹۸۰.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: مهندسی و مدیریت سیلاب			
عنوان درس به انگلیسی:	Engineering and Management of Floods	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با روش‌های مدیریت سیلاب

پ) سرفصل‌ها:

۱. مبانی و تاریخچه مدیریت سیلاب
۲. هیدرولوژی حوزه آبریز و سیلاب دشت
۳. روندیابی سیلاب در رودخانه و دشت
٤. مدلسازی و مدیریت سیلاب در مخزن سد
٥. پهنه‌بندی سیلاب و هدایت رودخانه
٦. برآورد فرسایش و رسوب ناشی از سیلاب و تاثیر سیلاب بر مورفولوژی رودخانه
۷. ارزیابی خسارت سیلاب
۸. مدیریت ریسک و مدیریت بحران در مدیریت جامع سیلاب
۹. مبانی سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار سیلاب
۱۰. تمهیدات سازه‌ای کاهش اثرات سیلاب
۱۱. تمهیدات غیرسازه‌ای کاهش اثرات سیلاب
۱۲. تمهیدات رودخانه‌های سیلابی در مناطق مختلف (شهری – ساحلی – کوهستانی – دشت)
۱۳. مطالعه‌های موردی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۱۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Tadahiko Nakao, “Basics of River Engineering focusing on Flood Control”, NextPublishing Authors Press, ۲۰۲۱

۲- S.N. Ghosh, “Flood Control and Drainage Engineering”, ۴th Edition

۳- J. Paul Guyer, “An Introduction to Flood Control Engineering”, ۲۰۱۷

۴- Chris Zevenbergen, Adrian Cashman, Niki Evelpidou, “Urban Flood Management”, CRC Press, ۲۰۱۰

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: مدل‌های آشفتگی			
عنوان درس به انگلیسی:	Turbulence Models	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مدل‌های مختلف آشفتگی

پ) سرفصل‌ها:

۱. یادآوری مکانیک و دینامیک سیالات – انواع جریان تحت فشار و سطح آزاد – اعداد بدون بعد
۲. استنتاج معادلات دینامیک سیالات و متوسط‌گیری زمانی و مکانی آن‌ها
۳. مفاهیم اساس آشفتگی – جریان لایه‌ای و انتقالی آشفته – پدیده رسوخ یا پخش (Diffusion) در توربولانس – مقیاس‌های طول در جریان مغشوش
٤. مدل‌های آشفتگی از نوع متوسط زمانی: مدل‌های صفر، یک و دو معادله‌ای
٥. مدل‌های آشفتگی از نوع متوسط زمانی: مدل‌های تنش رینولدز و جبری
٦. نظریه ساختارهای جریان دوبعدی – روش تابع دیوار – قانون کسر سرعت – توابع شدت آشفتگی – اثرات زبری
۷. مدل‌های توربولانس از نوع متوسط مکانی و چرخش‌های بزرگ
۸. مقایسه و کاربرد مدل‌های توربولانس در جریان‌های مختلف
۹. روش‌های اصلی در اندازه‌گیری جریان مغشوش: روش اندازه‌گیری سرعت، دما و فشار
۱۰. بررسی حالت‌های خاص (بررسی ویک (Wake)) و جت آزاد در جریان آزاد موازی و اختلاط
۱۱. مدل‌های توربولانس از نوع متوسط زمانی مرتبه سوم و غیر ایزوتروپیک
۱۲. بررسی نمونه‌های کاربرد مدل‌های آشفتگی و ارزیابی مزایای هر یک

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جوابی کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (توصیفی/عملکردی)	۴۵ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Turbulence: An Introduction for Scientists and Engineers, P.A. Davidson, Oxford University Press, ۲۰۱۵.

۲- Fundamentals of Turbulence Modeling, Ching-Jen Chen, CRC Press, ۱۹۹۷.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: مدل‌های فیزیکی و اندازه‌گیری‌های میدانی			
عنوان درس به انگلیسی:	Physical Models and Field Measurements	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با اصول ساخت مدل‌های فیزیکی بر اساس اصول تشابه در مدل‌های هیدرولیکی و سازه‌ای به‌گونه‌ای که امکان اندازه‌گیری مستقیم نتایج از مدل‌های با مقیاس امکان‌پذیر و تعمیم نتایج حاصل از اندازه‌گیری به نمونه‌های واقعی میسر گردد.

پ) سرفصل‌ها:

مدل‌های فیزیکی

۱. لزوم بررسی مدل هیدرولیکی انواع سازه‌های هیدرولیکی و دریایی
۲. روش‌های تحقیق در مدل‌های فیزیکی
۳. تحلیل ابعادی در طراحی مدل‌های هیدرولیکی
٤. بررسی مدل‌های فیزیکی با مقیاس‌های مختلف ابعادی
٥. مدل‌های فیزیکی جریان با سطح آزاد (رودخانه، مخزن، دریا، بندر، ...)
٦. مدل‌های فیزیکی امواج کوتاه و بلند (مخزن، ساحل، بندر، ...)
۷. مدل‌های فیزیکی انواع سازه‌های دریایی (موج‌شکن، اسکله، سکو، دیوار ساحلی، ...)
۸. بررسی و اصلاح طرح جانمایی کلی بنادر با کاربرد نتایج مدل‌های فیزیکی
۹. مدل‌های فیزیکی سازه‌های هیدرولیکی (دریچه، آبگیر، سرریز، حوضچه آرامش، ...)
۱۰. بررسی و اصلاح طرح جانمایی تاسیسات در سازه‌های هیدرولیکی با کاربرد نتایج مدل‌های فیزیکی

اندازه‌گیری‌های میدانی

۱۱. تجهیزات اندازه‌گیری میدانی پارامترهای هیدرولیکی (سرعت و فشار و تراز آب)
۱۲. تجهیزات اندازه‌گیری میدانی پارامترهای کیفی آب
۱۳. نکات اندازه‌گیری میدانی و نگهداری و حمل نمونه‌ها
۱٤. ارزیابی دقت و خطای اندازه‌گیری‌ها
۱٥. ارزیابی صحت نتایج سنجش و اعتمادپذیری داده‌ها
۱٦. تحلیل و بررسی داده‌های اندازه‌گیری

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۱۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- R. Martins, Recent Advances in Hydraulic Physical Modeling, Springer, ۱۹۸۹.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: سامانه‌های برق‌آبی			
عنوان درس به انگلیسی:	Hydro–Electric Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با سیستم‌های برق‌آبی و تجهیزات مربوطه

پ) سرفصل‌ها:

۱. نیازهای انرژی، منابع مختلف تامین انرژی و مقایسه آن‌ها با یکدیگر، نمایش عمومی تاسیسات یک نیروگاه آبی، واحدهای سنجش در اقتصاد برق‌آبی
۲. سیمای عمومی انرژی برق‌آبی (وضعیت برق‌آبی در ایران و جهان - عملکرد سیستم نیرو - انواع پروژه‌های برق‌آبی – اجزای پروژه برق‌آبی، اجزای نیروگاه و انواع توربین)
۳. داده‌های انرژی برق‌آبی (تحلیل منابع بار و داده‌های هیدرولوژیکی - منابع داده‌ها و دسترسی به آن‌ها – روش‌های پیش‌بینی بار – داده‌های جریان، تبخیر، بارش و رسوب - منحنی دبی-اشل پایاب نیروگاه - خصوصیات هندسی مخزن - خصوصیات کیفی جریان - نیازهای پایین‌دست)
۴. محاسبه انرژی برق‌آبی (روابط مومنتم در جریان‌های ماندگار و غیر ماندگار – انتقال انرژی آب به پره‌های متحرک- معادله توان آب - انواع انرژی‌های برق‌آبی)
۵. تامین انرژی برق‌آبی (روش منحنی تداوم جریان - روش شبیه‌سازی بهره‌برداری از مخزن – مشخصه‌های توربین و انتخاب آن – شبیه‌سازی سدهای چندمنظوره – استراتژی‌های تولید نیرو)
۶. تقسیم بندی نیروگاه‌ها (نیروگاه با کار دائم، با مخزن کوتاه با مخزن بلند مدت ، نیروگاه برق آبی با فشار کم، متوسط و زیاد)
۷. تاسیسات برق‌آبی (تاسیسات برروی رودخانه‌های جلگه‌ای، کوهستانی اعم از کانال آب‌رو، سد انحرافی، نیروگاه و کانال خروج آب، تاسیسات برق‌آبی با انحراف مستقیم از دره‌های وحشی
۸. توربین‌ها (تقسیم‌بندی، تجزیه و تحلیل ضریب بهره توربین آبی، شرح توربین فرانسیس و کاپلان، پلتن، مشخصات توربین‌های آبی، انتخاب توربین)
۹. مخزن موج (تشریح پدیده نوسان مایع در مخزن موج در اثر باز و بسته شدن شیرهای تغذیه‌کننده توربین، محاسبه هیدرولیکی مخزن موج انواع مختلف مخزن موج، تعادل مخزن موج و شرط)
۱۰. طراحی نیروگاه – نیازمندی‌های سیستم نیرو – محدودیت‌های فیزیکی و زیست‌محیطی - انتخاب گزینه‌ها (جریانی، مخزنی، تلمبه-ذخیره‌ای) - تعیین نوع توربین و تعداد واحدها - محاسبه انرژی‌های پیک و ثانویه و تعیین ظرفیت نصب نیروگاه - تعیین مشخصات سایر اجزای نیروگاه (ژنراتور، محفظه حلزونی، پنستاک، خروجی و ...)
۱۱. نیروگاه‌های تلمبه-ذخیره‌ای (ارزیابی نیروگاه‌های تلمبه-ذخیره‌ای - مفاهیم پایه تلمبه-ذخیره‌ای - انواع نیروگاه‌های تلمبه-ذخیره‌ای – مشخصه‌های عمومی نیروگاه‌های تلمبه-ذخیره‌ای خارج از بستر و داخل بستر - روند کلی مطالعات و محاسبه انرژی‌های تولیدشده و مصرف‌شده - تحلیل اقتصادی نیروگاه‌های تلمبه-ذخیره‌ای)
۱۲. ارزیابی اقتصادی پروژه‌های برق‌آبی (انواع روش‌های برآورد هزینه - هزینه‌های ساختمانی، هزینه‌های جایگزینی، بهره‌برداری و نگهداری – هزینه‌های سرمایه‌گذاری - منافع نیروگاه برق‌آبی (نیروگاه جایگزین حرارتی) - منافع زیست محیطی - تحلیل مالی)

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۱۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Hermann-Josef Wagner, Jyotirmay Mathur, “Introduction to Hydro Energy Systems: Basics, Technology and Operation (Green Energy and Technology)”, Springer, ۲۰۱۱.

۲- Jack J. Fritz, “Small and Mini Hydropower Systems: Resource Assessment and Project Feasibility”, ۱st Edition, McGraw-Hill, ۱۹۸٤.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: محاسبات نرم			
عنوان درس به انگلیسی:	Soft Computations	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☒ نظری	☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ عملی	☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳	☐ نظری-عملی	☒ تخصصی اختیاری
			☐ پروژه
تعداد ساعت:	٤٨		☐ مهارتی-اشتغال پذیری
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است	☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مبانی روش‌های بهینه‌سازی تکاملی و مشخصا الگوریتم ژنتیک، تئوری مجموعه‌های فازی و شبکه‌های عصبی مصنوعی و کاربردهای این روش‌ها در مهندسی عمران

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر مفهوم محاسبه دقیق، مفهوم الگوریتم، تفکیک محاسبات نرم از محاسبات دقیق
۲. مقدمه‌ای بر مفهوم یادگیری و ارتباط آن با طبقه‌بندی داده‌ها، روش‌های مختلف طبقه‌بندی داده‌ها
۳. مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی کلاسیک و الگوریتم جستجو، مقدمه‌ای بر نظریه زنجیرهای مارکوف مستقل از زمان
٤. الگوریتم ژنتیک Genetic Algorithm-GA
   ۱. معرفی کلی از روش‌های بهینه‌سازی تکاملی (الگوریتم تبرید شبیه‌سازی شده SA، الگوریتم PSO، الگوریتم ژنتیکی GA، تحلیل نظریه آن‌ها)
   ۲. الگوریتم ژنتیک (مفاهیم پایه در الگوریتم ژنتیک، کدگذاری متغیرهای تصمیم، تابع ارزیابی و مشخصات آن، عملکردهای الگوریتم ژنتیک)
   ۳. مدلسازی ژنتیک (عملگرهای الگوریتم ژنتیک، مدل‌سازی ژنتیک، روش‌های بهینه‌سازی جندهدفه در الگوریتم ژنتیک)
٥. تئوری مجموعه‌های فازی و منطق فازی Fuzzy Logic
   ۱. مفاهیم پایه در تئوری منطق فازی (مقایسه مجموعه‌های فازی و کلاسیک، عملگرهای فازی، روابط فازی، روش‌های غیرفازی‌ساز)
   ۲. سیستم‌های استنتاج فازی (FIS)
   ۳. خوشه‌بندی فازی، رگرسیون فازی، تصمیم‌گیری فازی
٦. شبکه‌های عصبی مصنوعی Artificial Neural Network-ANN
   ۱. مبانی شبکه‌های عصبی (نورون خطی، تحقق توابع خطی با شبکه‌های عصبی خطی، مدلسازی خطی فرآیندها با تاکید بر تاخیر در ورودی‌ها و خروجی‌ها)
   ۲. قضیه تقریب عمومی، تقریب توابع غیرخطی با شبکه‌های عصبی، مقدمه‌ای بر مدلسازی فرآیندهای غیرخطی با شبکه عصبی
   ۳. شبکه‌های عصبی مصنوعی توسعه‌یافته (معماری شبکه‌های ساده، معرفی انواع ساختارهای کنترل‌کننده‌های عصبی مانند کنترل پیش‌خور و کنترل پس‌خور، شبکه پس‌انتشار خطا، شبکه برسیترون چندلایه MLP، شبکه‌های زمانی، شبکه‌های آماری GRNN
۷. سیستم‌های تلفیقی Hybrid Systems
   ۱. الگوریتم‌های تکاملی (انواع مختلف، الگوریتم‌های تکامل ترکیبی، گستره‌های ترکیبات و کاربرد آن‌ها در تحلیل الگوریتم‌های تکاملی و جستجوی هوشمند)
   ۲. سیستم‌های عصبی فازی (ANFIS) و طراحی کنترل‌کننده فازی به کمک شبکه عصبی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود. ارائه درس همراه با مروری بر نمونه‌های کاربرد تئوری‌های الگوریتم ژنتیک و مجموعه‌های فازی و شبکه‌های عصبی مصنوعی و سیستم‌های تلفیقی در زمینه‌های مختلف مهندسی عمران و انجام پروژه در این خصوص توصیه می‌شود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۱۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- B. H. V. Topping & Y. Tsompanakis, Soft Computing in Civil and Structural Engineering. Saxe-Coburg Publications. ۲۰۱۰.

۲- Hassanali Mosalman Yazdi. Genetic Algorithms in Designing and Optimizing of Structures. LAP LAMBERT Academic Publishing. ۲۰۱۳.

۳- Mitsuo Gen and Runwei Cheng. Genetic Algorithms and Engineering Design (Engineering Design and Automation). Wiley-Interscience. ۱۹۹۷.

٤- Charu C. Aggarwal. Neural Networks and Deep Learning: A Textbook. Springer. ۲۰۱۸.

٥- Enric Trillas and Luka Eciolaza. Fuzzy Logic: An Introductory Course for Engineering Students. Springer. ۲۰۱۵.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: هیدرولیک پل			
عنوان درس به انگلیسی:	Bridge Hydraulics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری ☐ پروژه/ رساله / پایان‌نامه	☐ نظری-عملی
تعداد ساعت:	٤٨	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

- بررسی عوامل موثر بر هیدرولیک جریان رودخانه و رسوب در ساختگاه پل و تاثیر آن‌ها بر هندسه و توپوگرافی در حین بهره‌برداری و تغییر نیروهای ناشی از آن‌ها بر پل‌ها و روش‌های کاهش اثر مخرب آب‌شستگی بر سازه پل

پ) سرفصل‌ها:

۱. پیشینه و مراجع علمی پل‌سازی (تاریخچه پل در ایران، تاریخچه پل در جهان، آشنایی با مشخصات و معماری پل‌های قدیمی، آیین‌نامه‌های طرح هندسی راه و پل، آیین‌نامه‌های بارگذاری و طرح سازه‌ای پل، دستورالعمل‌های مطالعات هیدرولیکی و آبشستگی)
۲. طبقه‌بندی پل‌ها (از نظر ابعاد و بزرگی دهانه، نوع مصالح، نوع ساخت و اجرا، نوع معماری، سیستم سازه‌ای)
۳. انتخاب موقعیت و مشخصات پل (تعیین مسیر راه و راه‌آهن، مشخصات زمین و خاک، مستحدثات و موانع طبیعی، مبانی تعیین اولیه ابعاد دهانه‌ها و مشخصات پایه‌ها و عرشه و نوع اجرا)
٤. معماری و سازه پل (پل‌های ساده عرشه و پایه، پل‌های مرکب عرشه و پایه، پل‌های قوسی، پل‌های کابلی معلق، پل‌های کابلی ترکه‌ای، پل‌های کابلی مرکب ...)
٥. آشنایی با نیروهای وارده (نیروهای محرک و مقاوم خاک، نیروهای مرده عرشه، نیروهای زنده و بار ترافیک، نیروهای آب و جریان، نیروهای دینامیکی و زلزله ...)
٦. مبانی روش‌های تحلیل و طراحی پل (تحلیل استاتیکی، تحلیل دینامیکی، روش‌های طراحی خطی و غیرخطی و LRFD)
۷. هیدرولوژی پل و آب‌رو (تعیین حوضه آبریز، تعیین جنس زمین و پوشش و میزان بارش، انتخاب روش برآورد، تخمین دبی طرح)
۸. هیدرولیک آب‌رو (تعیین مشخصات و ابعاد آب‌رو، طرح ابعاد آب‌رو، انتخاب تیپ آب‌رو)
۹. هیدرولیک پل (تعیین ابعاد بازشدگی مجموع دهانه‌ها باتوجه به اقتصاد طرح، روندیابی جریان متغیر تدریجی، بهینه‌سازی دهانه‌ها و ابعاد)
۱۰. فرسایش و آبکنی (فرسایش عمومی، فرسایش تنگ‌شدگی، آبکنی موضعی اطراف پایه و کوله، اصلاح مشخصات پل باتوجه به فرسایش)
۱۱. اجزاء پل (پی و شمع و سرشمع، پایه و ستون، کوله باز و بسته، عرشه ساده و مرکب، دیواره‌های هدایت جریان، روسازی پل، حفاظ‌ها و جزئیات ...)
۱۲. زمین‌شناسی و ژئوتکنیک پل (نکات مهم زمین‌شناسی، انتخاب مشخصات پی با توجه به پارامترهای ژئوتکنیکی، انواع پی، اثر فرسایش در انتخاب مشخصات پی)
۱۳. توجیه‌پذیری پل (انتخاب ابعاد با توجه به بودجه، انتخاب نوع پل، جایگزینی پل با آب‌رو بزرگ، جایگرینی موقت پل با آب‌نما، توسعه پل، توجیه فنی و اقتصادی)
۱٤. نکات خاص (تعمیر و نگهداری پل، توسعه آینده پل، طرح راه جایگزین پل، پدافند غیرعامل ...)

ت) روش یاددهی یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه محتوایی به‌همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۳۵ درصد
پروژه	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- F. V. Farraday, F. G. Charlton, Hydraulic Factors in Bridge Design, American Society of Civil Engineers ۱۹۸۳.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: اجرای سد و سازه‌های هیدرولیکی			
عنوان درس به انگلیسی:	Construction of Dam and Hydraulic Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با اصول کلی طراحی سازه سد و سازه‌های وابسته به آن و روش اجرای آن‌ها با توجه به عوامل موثر بر سازه نظیر اثرات حرارتی، قالب‌بندی، حرارت هیدراسیون، زمان‌بندی اجرای پروژه

پ) سرفصل‌ها:

۱. بازبینی میدانی (بررسی منابع قرضه و دپوی مصالح، شناسایی نهایی جزئیات محل اجرا)
۲. تردد و اقامت (راه‌های دسترسی و جایگزین، پل‌ها و تونل‌های دسترسی و جایگزین، موقعیت‌های استقرار و اقامت)
۳. انحراف آب (تخمین مدت اجرا، تعیین دبی انحراف آب، طراحی و اجرای سیستم انحراف آب در بالادست و پائین‌دست)
٤. اجرای بتن (نکات قالب‌بندی و حمل و نگهداری مصالح، تأمین آب، ساخت بتن، بتن‌ریزی و عمل‌آوری، نگهداری بتن)
٥. اجرای بتن حجیم (قالب‌های لغزان، بتن‌ریزی حجیم، کنترل دمای بتن، عمل‌آوری و نگهداری، کاربرد مواد افزودنی بتن حجیم)
٦. عملیات خاکبرداری (منابع دپو، تثبیت مثبت و شیروانی، مهارهای خاک و سنگ، لایه‌های هوازده، انفجار در خاک و سنگ، احداث ترانشه، ماشین‌آلات خاکبرداری و حفاری)
۷. عملیات خاکریزی (منابع قرضه، تراکم و تحکیم خاک، کنترل رطوبت خاک، نشست لایه‌های خاکریزی، خاکریزی در کنارسازه‌ها)
۸. اجرای تونل (روش‌های اجرا، ماشین‌آلات تونل‌سازی، تونل‌سازی در سنگ، تونل‌سازی در خاک، اجرای پوشش و لاینینگ تونل)
۹. اجرای دریچه‌ها (جابجایی و حمل دریچه‌ها، نصب دریچه‌ها، کنترل عملکرد دریچه‌ها، نصب دریچه (در زیر آب)
۱۰. اجرای دیواره آب‌بند (روش‌های اجرا، حفاری قائم، تزریق بتن در خاک، تزریق بتن در سنگ)
۱۱. کنترل فنی اجرا (آزمایشگاه مصالح و خاک و بتن، ابزار دقیق و ابزارگذاری، پایش و کنترل تغییر مکان‌ها در بدنه و دیواره‌ها، پایش و کنترل تراوش)
۱۲. برنامه و مدیریت اجرا (تهیه برنامه زمانی اجرا، رفع تداخل عملیات پیمانکاری، تهیه برنامه هزینه، تهیه برنامه نیروهای انسانی، بهینه‌سازی اجرا)

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد

میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Sheng-Hong Chen, Hydraulic Structures, Springer, ۲۰۱۵.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: هیدرولوژی مهندسی پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Hydrology	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☒ نظری	☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ عملی	☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳	☐ نظری-عملی	☒ تخصصی اختیاری
			☐ پروژه/ رساله / پایان‌نامه
تعداد ساعت:	۴۸		☐ مهارتی-اشتغال پذیری
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مفاهیم پیشرفته هیدرولوژی

پ) سرفصل‌ها:

۱. کلیات و مفاهیم پایه (سیکل هیدرولوژی، مفهوم سیستم هیدرولوژیکی، حوضه‌های 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 (چرخش‌های اتمسفری و بخار آب، بارش باران، تبخیر، تعریق، جریان غیراشباع، نفوذ: (معادلات گرین-امپت، فیلیپ، هورتون)، و تلفات بارش (NRCS و SCS)، بارش مازاد، روش‌های سنجش و پایش پدیده‌های بارش)

٤. تحلیل بارش-رواناب (رواناب مستقیم، جریان سطحی، هیدروگراف جریان، شبکه آبراهه‌ای و قوانین هورتون، سیستم‌های خطی، توابع پاسخ و انتگرال پیچشی)

۵. هیدروگراف جریان (هیدروگراف واحد: مشاهداتی و ساختگی (SCS، Snyder، Clark)، جریان پایه، محاسبه هیدروگراف سیلاب با استفاده از هیدروگراف واحد)

٦. روندیابی سیل (روندیابی سیل در مخزن: روش پالس و رانج‌کوتا، روندیابی سیل در رودخانه: روش ماسکینگام و کار، معرفی مدل‌های کامپیوتری)

۷. مبانی هیدرولوژی آماری (مبانی آمار و احتمال در هیدرولوژی، تکمیل نواقص داده‌ها: رگرسیون و تست‌های آماری، توابع توزیع احتمالاتی، تخمین پارامترهای توزیع و تست های نکویی برازش)

۸. تحلیل فراوانی (تحلیل فراوانی با استفاده از توابع توزیع احتمالاتی: روش فاکتور فراوانی و ترسیم‌های احتمالاتی، معرفی نرم افزارهای کاربردی تحلیل فراوانی مانند: HEC-SSP، HYFA، HYFRAN، تحلیل فراوانی سیلاب منطقه‌ای)

۹. تخمین بارش برف و تلفات (خصوصیات آب و یخ و برف، شناخت مراحل وقوع و انبارش برف، تعیین میزان آب معادل برف، مدلسازی گیرش برف، اندازه‌گیری برف در زمان ریزش، ادوات برف‌سنجی، اندازه‌گیری عمق برف، اندازه‌گیری 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، سیلاب‌های ناشی از ذوب برف و باران روی برف)

۱۱. طراحی هیدرولوژیکی (رگبارهای طراحی (Design Storms)، روش‌های محاسبه مشخصه‌های هیتوگراف رگبار طرح، بارش حداکثر محتمل (PMP)، رگبار حداکثر محتمل (PMS)، روش‌های محاسبه مشخصات رگبار حداکثر محتمل (عمق، توزیع زمانی و مکانی)، سیلاب حداکثر محتمل (PMF)، سیلاب‌های طراحی (Design Floods)، تحلیل اطمینان (تحلیل عدم قطعیت، تعیین حدود اطمینان)

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۱۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Chow Ven Te, Larry W. Mays, “Applied Hydrology”, McGraw-Hill, ۱۹۸۸.

۲- V. Yevjevich, W.L. Lane, “Applied Modeling of Hydrologic Time Series”, Water Resources Pubns, ۱۹۹۷.

۳- Keith W. Hipel, “Stochastic and Statistical Methods in Hydrology and Environmental Engineering: Time Series Analysis in Hydrology and Environmental Engineering (Water Science and Technology Library, ۱۰/۳)”, Softcover reprint of hardcover ۳rd Edition, ۱۹۹٤.

٤- NOAA, “Advanced Hydrologic Prediction Services: concept of services and operations”, University of California Libraries, ۲۰۰۲.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: ارزیابی اثرات زیست‌محیطی طرح‌های عمرانی

عنوان درس به انگلیسی:	Environmental Assessment of Civil Engineering Projects	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری	☐ نظری-عملی
		☐ پروژه/ رساله / پایان‌نامه	
تعداد ساعت:	٤٨	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

- آشنایی با اثرات زیست‌محیطی در حوزه مهندسی آب

پ) سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم پایه (تعریف و ضرورت ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، تاریخچه ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، اهداف اصلی ارزیابی اثرات زیست‌محیطی طرح‌های عمرانی)
۲. توسعه پایدار و شاخص‌های پایداری
۳. مفهوم نگرش اکوسیستمی در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی
٤. اثرات زیست‌محیطی طرح‌های توسعه عمرانی بر محیط‌های آبی و راهکارهای سازه‌ای و غیرسازه‌ای کنترل آن
٥. اثرات زیست‌محیطی طرح‌های سدسازی (اثرات فیزیکی و شیمیایی سدها بر محیط زیست و نحوه مدلسازی آن‌ها، اثرات بیولوژیکی سدها بر محیط زیست، اثرات بر گونه‌های حیوانی و گیاهی، اثرات خاص زیست‌محیطی سدهای باطله، اثرات اقتصادی و اجتماعی احداث سدها)
٦. اثرات زیست‌محیطی طرح‌های عمرانی بر محیط خاک و راهکارهای کنترل آن‌ها
۷. اثرات زیست‌محیطی طرح‌های عمرانی بر محیط هوا (آلودگی هوا و آلودگی صوتی) و روش‌های کنترل آن‌ها
۸. اقتصاد محیط زیست و حسابرسی زیست‌محیطی
۹. روش‌های ارزیابی زیست‌محیطی طرح‌های عمرانی (چک‌لیست‌ها، ماتریس‌ها و روش‌های مبتنی بر تحلیل‌های چندمعیاره)
۱۰. نگرشی بر روش‌های پیشنهادی توسط سازمان‌های بین‌المللی برای ارزیابی زیست‌محیطی طرح‌های عمرانی (روش‌های بانک جهانی، ICOLD، ICID و UNEP)
۱۱. مبانی پدافند غیرعامل و کاربرد آن در ارزیابی طرح‌های عمرانی
۱۲. نحوه تهیه گزارش ارزیابی اثرات زیست‌محیطی
۱۳. بررسی و نقد نمونه‌هایی از ارزیابی‌های زیست‌محیطی انجام‌شده در سطح ملی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر ۱۰ درصد
میان‌ترم ۲۰ درصد

آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Morteza Soltani, Hossein Gholami, Shahide Dehghan, “Environmental Impact of Water Engineering”, LAP LAMBERT Academic Publishing, ۲۰۲۲.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: زمین‌شناسی مهندسی پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	**Advanced Engineering Geology**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ☒
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐

تعداد واحد:	۲		تخصصی اختیاری ☒ / نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۳۲		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

آشنایی با روش‌ها و اصول زمین‌شناسی به‌منظور اکتشاف زمین جهت احداث سازه‌های مختلف

- آشنایی با نمونه‌هایی از تصاویر ماهواره‌ای و دامنه کاربرد آن در فعالیت‌های عمرانی
- برجسته‌بینی و کار با عکس‌های هوایی، روش تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی توسط عکس هوایی
- نقشه‌خوانی و تهیه نیمرخ از نقشه‌های زمین‌شناسی
- آشنایی با انواع نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی
- مبانی و کاربردهای سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS
- بازدید صحرایی یک روزه از زمین

پ) سرفصل‌ها:

۱. شناسایی‌های سطحی:
الف) آشنایی با کاربردها و نحوه کسب اطلاعات از نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی، نقشه‌های زمین‌شناسی، نقشه‌های آب‌شناسی و ...
ب) عملیات شناسایی صحرایی و برداشت زمین‌شناسی
ج) آشنایی با کاربردها و نحوه تهیه انواع نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی

۲. اکتشافات زیر زمینی:
الف) آشنایی عمومی با روش‌های ژئوفیزیکی مسائل لرزه‌نگاری، مقاومت مخصوص، گرانی‌سنجی و ...
ب) حفاری و برداشت چاهک، ترانشه، گمانه و تونل
ج) طراحی شبکه اکتشافات زیرزمینی

۳. نمونه‌گیری‌های ژئوتکنیکی:
الف) انواع و مشخصات نمونه‌ها
ب) انواع نمونه‌گیری‌ها
ج) روش‌های نمونه‌گیری در سنگ و خاک و در دریا و خشکی

٤. پردازش داده‌های ژئوتکنیکی:
الف) تعیین وضعیت لایه‌ها و رسم نیم‌رخ‌ها
ب) روش تهیه و کاربرد نقشه‌های ساختاری و نمودارهای سه‌بعدی
ج) تحلیل اطلاعات توسط تصاویر استریوگرافیک
د) تدوین مطالب و تهیه گزارش ژئوتکنیکی

٥. عملیات اکتشافی ویژه: جهت سازه‌هایی چون راه، تونل‌ها و فضاهای زیرزمینی، دامنه‌های ناپایدار، سد و مخزن و ...

٦. بازدید صحرایی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- معماریان، حسین (۱۳۸۴) زمین‌شناسی برای مهندسین، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- معماریان، حسین (۱۳۸۳) زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران.

۳- Bell F.G., ۲۰۰٤, Engineering Geology and Construction, Spoon Press, USA.

٤- Hack R et.al (Eds), ۲۰۰٤, Engineering Geology for Infra-Structures Planning in Europe. ۸۰۳p., International Association of Engineering Geology and Environment.

٥- Hunt R.E., ۲۰۰٥, Geotechnical Engineering Investigation Handbook, ۱۰٦٦p. Boca Raton Pub.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: اکتشافات ژئوفیزیک			
عنوان درس به انگلیسی:	Geophysics Explorations	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۳۲	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با چگونگی اندازه‌گیری و تعیین پارامترهای موثر بر تحلیل: مقاومتی، لرزه‌ای و پایداری برشی

پ) سرفصل‌ها:

۱. معرفی و مفاهیم پایه
۲. مروری بر روش‌های ژئوفیزیک و امواج لرزه‌ای
۳. روش‌های جمع‌آوری-پردازش و تفسیر داده‌های لرزه‌ای
٤. بررسی روش‌های اکتشافی گران‌سنجی
٥. بررسی روش‌های اکتشافی مغناطیسی
٦. بررسی روش‌های اکتشافی الکتریکی
۷. بررسی روش‌های اکتشافی لرزه‌ای

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- P. Kearey, M. Brooks, I. Hill, An Introduction to Geophysical Explorations, ۳rd Edition, Wiley-Blackwell, ۲۰۰۲.

۲- M. Lander, L. Amundsen, Introduction to Exploration Geophysics with Recent Advances, Bivrost, ۲۰۱۸.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: مکانیک خاک پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Soil Mechanics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مباحث پیشرفته در زمینه مکانیک خاک‌های اشباع و نیمه‌اشباع و روش‌های تحلیل سازه‌های خاکی

پ) سرفصل‌ها:

۱. تنش موثر
- ۱-۱- مفهوم تنش موثر و ضرورت تعریف آن
- ۱-۲- تاثیر سطح تماس دانه‌ها
- ۱-۳- تاثیر تراکم‌پذیری دانه‌های جامد
- ۱-۴- تاثیر سایر عوامل
- ۱-۵- ارزیابی تنش موثر ترزاقی

۲. اصول مکانیک خاک‌های نیمه‌اشباع
- ۲-۱- رابطه بیشاپ برای تنش موثر
- ۲-۲- نظریه متغیرهای حالت تنش مستقل
- ۲-۳- مقاومت برشی خاک‌های نیمه‌اشباع
- ۲-۴- تغییر شکل خاک‌های نیمه‌اشباع
- ۲-۵- کاربرد در مسائل متداول مکانیک خاک

۳. خواص خاک‌های رسی
- ۳-۱- انواع کانی‌های رسی
- ۳-۲- اثر نوع کانی در خواص فیزیکی و مکانیکی رس‌ها
- ۳-۳- تاثیر نیروهای فیزیکوشیمیایی بر تنش موثر

٤. مبانی روش‌های تحلیل در مکانیک خاک
- ۴-۱- حل کامل مسئله در محیط‌های پیوسته
- ۴-۲- تحلیل‌های الاستیک
- ۴-۳- آنالیز حدی
- ۴-۴- تعادل حدی
- ۴-۵- روش خطوط مشخصه

۵. تحکیم
- ۵-۱- کلیات
- ۵-۲- تئوری تحکیم ترزاقی و محدودیت‌های آن
- ۵-۳- تحکیم خاک‌های غیرهمگن و با ضخامت متغیر
- ۵-۴- تحکیم غیرخطی
- ۵-۵- تحکیم سه‌بعدی

۵-۶- تئوری Biot
۵-۷- تحکیم ثانویه
٦. مقاومت برشی
۶-۱- مقاومت برشی خاک‌های چسبنده
۶-۲- مقاومت برشی خاک‌های دانه‌ای
۶-۳- آزمون‌های آزمایشگاهی تعیین پارامترهای مقاومت برشی
۶-۴- معیارهای گسیختگی
۷. مکانیک خاک حالت بحرانی
۷-۱- رفتار خاک‌ها در حالت‌ها و مسیرهای مختلف تنش
۷-۲- حالت بحرانی و جایگاه آن در مکانیک خاک
۷-۳- سطوح حالت مرزی (سطح روسکو و غیره)
۷-۴- مدل حالت بحرانی CAM-CLAY

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Wood, D.M., (۱۹۹۰), “Soil Behaviour and Critical State Soil Mechanics”, Cambridge Univ. Press.

۲- Fredlunf, D.G. and Rahardjo, H., (۱۹۹۳), “Soil Mechanics for Unsaturated Soils”, John Wiley and Sons.

۳- Terzaghi, K.; Peck, R.B.; Mesri, G. (۱۹۹٦), “Soil Mechanics in Engineering Practice”, ۳rd Edition.

٤- Atkinson, J., (۱۹۹۳) “The Mechanics of Soils and Foundations”, Mc Graw-Hill.

٥- Atkinson, J., (۱۹۷۸) “The Mechanics of Soil: An Introduction to Critical State Soil Mechanics”, Mc Graw-Hill.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: طراحی و اجرای تونل و فضاهای زیرزمینی			
عنوان درس به انگلیسی:	Design and Construction of Tunnels and Underground Spaces	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۳۲	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مبانی ژئوتکنیکی و اصول طرح و اجرای سازه‌های زیرزمینی بخصوص تونل‌های مرتبط با مهندسی عمران مانند تونل‌های راه، راه‌آهن و تونل‌های آب
- روش‌های مختلف حفاری تونل‌ها و روش‌های پایدارسازی و طراحی پوشش تونل‌ها

پ) سرفصل‌ها:

۱. مشخصات هندسی تونل‌ها
۱-۱- تونل‌های راه
۱-۲- تونل‌های راه‌آهن
۱-۳- سایر تونل‌ها
۲. بررسی‌های ژئوتکنیکی
۲-۱- گمانه‌های اکتشافی
۲-۲- گالری‌های اکتشافی
۲-۳- آزمایش‌های برجا
۲-۴- آزمایش‌های آزمایشگاهی
۳. تحلیل تنش و تغییر شکل در اطراف تونل‌ها
۳-۱- محیط ارتجاعی
۳-۲- محیط ارتجاعی-خمیری
۳-۳- سایر شرایط (مانند محیط لایه‌ای)
٤. حفاری تونل‌ها به روش چال‌زنی و انفجار
۴-۱- چال‌زنی
۴-۲- خرج‌گذاری
۴-۳- آتش‌کاری
۴-۴- روش‌های تهیه
۴-۵- روش‌های آب‌کشی
۴-۶- تخمین میزان ارتعاشات ناشی از آتش‌کاری
۴-۷- انفجار کنترل‌شده
٥. حفاری تونل‌ها با TBM
۵-۱- اجزای اصلی و اصول کار TBM
۵-۲- انواع TBM (باز، تک سپری، دو سپری)

۵-۳- انتخاب نوع TBM برای شرایط خاص
۵-۴- تخمین نرخ پیشروی در شرایط مختلف
۵-۵- روش‌های جمع‌آوری و حمل مواد حفاری‌شده به خارج تونل

٦. حفاری تونل‌ها با کله‌گاوی (Roadheader)
۶-۱- اجزای اصلی و اصول کار کله‌گاوی
۶-۲- انواع کله‌گاوی (تاج مخروطی، تاج طبلکی)
۶-۳- انتخاب نوع کله‌گاوی برای شرایط خاص
۶-۴- تخمین نرخ پیشروی در شرایط مختلف
۶-۵- روش‌های جمع‌آوری و حمل مواد حفاری‌شده به خارج تونل

۷. راکبولت
۷-۱- اصول کلی و هدف از نصب راکبولت
۷-۲- راکبولت‌های گیردارشده بصورت مکانیکی
۷-۳- راکبولت‌های گیردارشده با رزین
۷-۴- میل‌مهارهای تزریق‌شده
۷-۵- میل‌مهارهای اصطکاکی یا مجموعه شکافدار
۷-۶- میل‌مهارهای از نوع AWELLEX
۷-۷- مشخصات بار-تغییر شکل انواع راکبولت‌ها و میل‌مهارها

۸. شاتکریت
۸-۱- انواع شاتکریت
۸-۲- طرح اختلاط شاتکریت
۸-۳- خصوصیات هندسی شاتکریت
۸-۴- استفاده از توری سیمی یا الیاف فولادی در شاتکریت
۸-۵- نحوه اجرای صحیح شاتکریت

۹. روش‌های مهم تجربی برای طراحی حائل تول
۹-۱- روش ترزاقی
۹-۲- روش RSR
۹-۳- روش RMR
۹-۴- روش Q

۱۰. اصول کاربرد روش‌های عددی در طراحی تونل‌ها
۱۰-۱- روش‌های مبتنی بر محیط‌های پیوسته
۱۰-۲- روش‌های مبتنی بر محیط‌های مجزا
۱۰-۳- معرفی چند برنامه کامپیوتری

۱۱. اصول کاربرد روش‌های عددی در طراحی تونل‌ها
۱۱-۱- هدف از ابزاربندی
۱۱-۲- خصوصیات مهم ابزار از قبیل دقت، دامنه اندازه‌ای
۱۱-۳- انواع مختلف ابزار دقیق
۱۱-۴- زمان مناسب برای نصب ابزار
۱۱-۵- نحوه تفسیر و استفاده از نتایج

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Bickel, J.O., Kuesel, T.R. and King, E.H., Tunnel Engineering Handbook, ۱۹۹٦, Chapman & Hall.

۲- Hoek, E. and Brown, E.T., Underground Excavations in Rock, ۱۹۹٤, E & FN SPON.

۳- Whittaker, B.N. and Frith. R.C., Tunneling, Design, Stability and Construction, ۱۹۹۰, The Institute of Mining and Metallurgy.

٤- Lopez Jimeno, C., Lopez Jimeno, E. and Ayala Carcedo, F.J., Drilling and Blasting of Rocks, ۱۹۹٥, A.A.Blakema.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: تئوری الاستیسیته			
عنوان درس به انگلیسی:	Theory of Elasticity	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- محاسبات تنش و کرنش در اجسام پیوسته با رفتار ارتجاعی تحت نیروهای استاتیکی

پ) سرفصل‌ها:

۱. جبر اندیسی (بیان بردار، تانسور، گرادیان، دیورژانس، کرل و لاپلاسین ... به صورت اندیسی)
۲. آنالیز تنش (قضیه کوشی، مقادیر و راستاهای اصلی برای تانسور تنش، تغییرناپذیرهای تانسور تنش، دایره مور، تنش انحراف‌آور، معادله تعادل در دستگاه‌های مختلف)
۳. آنالیز تغییر شکل و کرنش (تانسور کرنش، محاسبه تغییر طول، زاویه، مساحت و حجم در دو دستگاه مادی و فضایی، تغییر شکل‌های کوچک)
٤. رابطه تنش-کرنش (قضیه اول و دوم کاستیلیانو، بررسی مواد ارتوتروپ، ایزوتروپ جانبی، ایزوتروپ)
٥. معادلات حاکم بر مسائل تئوری ارتجاعی (شامل معادلات ناویه، معادلات بلترامی-میشل، اصل اجتماع قوا، اصل سن ونان)
٦. توابع پتانسیل (معرفی بردارها و توابع گوناگون برای مجزاسازی معادلات حاکم بر مسائل الاستیسیته)
۷. حل مسائل یک‌بعدی (مسائل یک‌بعدی در دستگاه‌های مختلف)
۸. حل مسائل دوبعدی (مسائل دوبعدی در دستگاه کارتزین و دستگاه قطبی)
۹. حل مسئله پیچش
۱۰. حل مسئله خمش

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- محمد رحیمیان و مرتضی اسکندری قادی، مکانیک محیط‌های پیوسته، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم، ۱۳۹۳

۲- محمد رحیمیان و مرتضی اسکندری قادی، تئوری ارتجاعی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۱۳۹۳

۳- مرتضی اسکندری قادی، مقدمه‌ای بر مکانیک محیط‌های پیوسته، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۲

٤- Timoshenko, S., Goodier, J. N., Theory of Elasticity, McGraw Hill, ۳rd Ed., ۱۹۷۰.

٥- Slaughter, W. S., The Linearized Theory of Elasticity, Springer, ۲۰۰۲.

٦- Lai, W. M., Rubin, D., Krempl, E., Introduction to Continuum Mechanics, Elsevier, ۲۰۱۰.

۷- Reddy, J. N., An Introduction to Continuum Mechanics, Cambridge University Press, ۲۰۰۸.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: اندرکنش خاک و سازه			
عنوان درس به انگلیسی:	Soil-Structure Interaction	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری	☐ نظری-عملی
		☐ پروژه/ رساله / پایان‌نامه	
تعداد ساعت:	٤٨	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

- آشنایی با روش‌های درنظرگیری نقش خاک در پاسخ لرزه‌ای سازه‌ها

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر اندرکنش خاک و سازه و تاثیر آن بر پاسخ‌های سازه و خاک
۲. مقدمه‌ای بر دینامیک سازه‌ها
۳. اشاره‌ای بر تئوری انتشار امواج در خاک در حالت یک و دو بعدی
٤. انواع روش‌های تحلیل اندرکنش خاک و سازه
٥. اندرکنش خاک و سازه برای مدل توام خاک و سازه با تکیه بر مدلسازی مرزهای بی‌نهایت
٦. اندرکنش خاک و سازه با استفاده از مدل زیرسازه
۷. اندرکنش خاک و سازه برای پی‌های صلب
۸. اندرکنش سینماتیک و ارائه روش‌های برآورد آن
۹. تعیین تابع امپدانس خاک
۱۰. اندرکنش اینرسیال در مدل اندرکنشی خاک و سازه
۱۱. نحوه تعیین زمان متناوب و میرایی معادل سیستم اندرکنش خاک و سازه
۱۲. بررسی رویکرد آیین‌نامه‌های لرزه‌ای برای در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/عملکردی)	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱) Dynamic Soil-Structure Interaction, John P. Wolf, Prentice Hall, ۱۹۸۵.

۲) Soil-Structure Interaction for Building Structures, NIST GCR ۱۲-۹۱۷-۲۱, NEHRP, ۲۰۱۲.

۳) A Practical Guide to Soil-Structure Interaction, FEMA P-۲۰۹۱, ۲۰۲۰.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: تئوری پلاستیسیته			
عنوان درس به انگلیسی:	Theory of Plasticity	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- هدف اصلی این درس شناخت رفتار مواد در محدوده غیرارتجاعی شامل قوانین جریان پلاستیک، سخت‌شوندگی، پایداری، و تعامد و تحدب این قوانین است. به‌علاوه، تولید چنین رفتاری برای مواد جدید و انجام محاسبات عددی برای تحلیل مواد در ناحیه غیرارتجاعی نیز جزء اهداف این درس است.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه
۲. رفتار غیرخطی در مسائل یک‌بعدی
۳. مدل‌های عددی رفتار غیرخطی در مسائل یک‌بعدی
٤. مرور مبانی مکانیک محیط پیوسته (تانسور تنش و کرنش، و معادلات تعادل)
٥. معیارهای تسلیم (ترسکا، فون میزس، رانکین، مور کلمب، دراگر-پراگر)، دیگر معیارها
٦. تحلیل تنش برای حالت الاستیک-پلاستیک کامل، معیار بارگذاری، پتانسیل پلاستیک، و قانون جریان
۷. روابط ساختاری به‌صورت تغییراتی
۸. قوانین جریان پلاستیک، سخت‌شوندگی، پایداری، تعامد، و تحدب
۹. مدل‌های عددی رفتار الاستیک-پلاستیک کامل
۱۰. تحلیل تنش در حالت سخت‌شوندگی، تئوری تغییرشکل، سطح بارگذاری
۱۱. مدل‌های عددی رفتار الاستیک-پلاستیک سخت‌شونده
۱۲. پلاستیسیته نرم‌شونده
۱۳. مقدمه‌ای بر مدل‌های پیشرفته (مدل‌های چندسطحی، تئوری زمان ذاتی، روابط در فضای کرنش، مدل‌های مناسب برای فلزات و بتن، مکانیک پلاستیک-آسیب)
۱٤. تحلیل حدی
۱٥. روش‌های عددی پیشرفته

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر ۱۵ درصد

میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Plasticity for Structural Engineers, W. F. Chen, C. Han, CRC Press, ۱۹۸۵
۲- Finite Element in Plasticity, D. |R. J. Owen, E. Hinton, Pineridge Press, ۱۹۸۷
۳- Computational Methods in Plasticity, E. D. S. Neto, D. R. J. Owen, Wiley, ۲۰۰۸

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: آمار و احتمالات پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Probability and Statistics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- یادگیری مباحث پیشرفته نظری و کاربردی آمار و احتمالات و آشنایی با کاربردهای آن در مسائل مهندسی

پ) سرفصل‌ها:

۱. مروری بر احتمالات (احتمال مستقل و وابسته، قاعده بیز، تعریف متغیر تصادفی، امید ریاضی)
۲. توابع توزیع احتمال گسسته (توزیع‌های دوجمله‌ای و چند جمله‌ای، فوق هندسی، دوجمله‌ای منفی، پواسون)
۳. توابع توزیع احتمال پیوسته (یکنواخت، نرمال، گاما، نمایی، بتا، لوگ نرمال، وایبل، بتا، و ...)
٤. توسعه مدل ریاضی (جمع‌آوری اطلاعات برای توزیع تجربی، فرض برای توزیع نظری و براورد پارامترها، آزمون نکویی برازش برای هماهنگی توزیع نظری و تجربی، کای اسکوار، کولموگروف و اسمیرنوف)
٥. رگرسیون خطی-چند متغیری و تولید متغیرهای تصادفی بر اساس توزیع‌های مختلف یکنواخت، نرمال، و نظایر آن‌ها در حالت یکبعدی و دو بعدی
٦. روشهای شبیه‌سازی مونت کارلو (اصول، کاربردها، و مثال)
۷. زنجیرهای مارکوف (مدل‌های مارکوف با زمان گسسته، Recurrence و Ergodicity، توابع لیاپانوف و مارتینگیلز، مقادیر ویژه و زنجیرهای مارکوف ناهمگن، میدان‌های گیبز و شبیه‌سازی مونت کارلو، مدل‌های مارکوف با زمان پیوسته، حساب پواسون و تئوری صف)

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Probability and Statistics for Engineers and Scientists, R. Walpole, R. Myers, S. Myers, K. Ye, Pearson, ۲۰۱۱.

۲- Markov Chains: Gibbs Fields, Monte Carlo Simulation and Queues, Pierre Brémaud, Springer, ۲۰۲۰.

۳- Introduction to Probability and Statistics ۱۵th Edition, William Mendenhall, Robert J. Beaver, Barbara M. Beaver, Cengage Learning, ۲۰۱۹.

٤-Introduction to Probability, Statistics, and Random Processes, Hossein Pishro-Nik, Kappa Research, ۲۰۱٤.

٥- Applied Statistics and Probability for Engineers, Douglas Montgomery & George Runger, Wiley, ۲۰۱۳.

٦- Statistics For Engineers and Scientists, William Navidi, Mc-Graw Hill, ۲۰۲٤.

۷- Advanced Probability and Statistics: Applications to Physics and Engineering, Harish Parthasarathy, CRC Press, ۲۰۲۲.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: مقاومت مصالح پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Strength of Materials	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مباحث پیشرفته مکانیک جامدات و تحلیل مسائل کاربردی الاستیسیته

پ) سرفصل‌ها:

۱. معادلات رفتار الاستیک (معادلات تعادل- قانون هوک برای حالت ایزوتروپیک، غیرایزوتروپیک، و اورتوتروپیک- مسائل کرنش مسطح و تنش مسطح-مختصات قطبی-تنش‌های اصلی و تنش برشی-کرنش‌ها و تغییرمکان‌ها-تبدیل مختصات)
۲. معیارهای تسلیم (محدودیت کاربرد داده‌های آزمایش تک محوره، رفتار غیرخطی مصالح، انواع معیارهای تسلیم)
۳. روش‌های انرژی (انرژی پتانسیل- کار مجازی- قضیه دوم کاستیلیانو و اصل کار مجازی- تعیین تغییرشکلهای سازه‌های معین- سازه‌های نامعین استاتیکی)
٤. مسائل کلاسیک مقاومت مصالح پیشرفته
   a. پیچش (پیچش میله منشوری با مقطع دایره‌ای، روش سنت ونان، حل الاستیک خطی، شبیه‌سازی حباب صابون برای مسائل پیچش، پیچش مقطع مستطیلی نازک، پیچش مقطع جدارنازک توخالی با دو انتهای مقید، حل عددی مسئله‌ی پیچش، پیچش پلاستیک)
   b. خمش نامتقارن تیرهای مستقیم (مرکز برش، تنش‌های خمشی، تغییرشکل‌های خمشی، تاثیر بارهای مایل)
   c. تیرهای خمیده (تنشهای مماسی و شعاعی در تیرهای خمیده، تغییرشکل‌های تیرهای خمیده، تیرهای خمیده نامعین)
   d. تیر بر روی بستر الاستیک (تئوری عمومی، تیر به طول بینهایت تحت اثر بار متمرکز، تیر به طول بینهایت تحت اثر بار گسترده، تیر نیمه بینهایت تحت اثر بار انتهایی، تیرهای کوتاه)
   e. استوانه با جداره ضخیم
   f. مسائل تمرکز تنش
   g. تنش‌های تماسی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر ۱۵ درصد

میان‌ترم ۳۰ درصد

آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی) ۵۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Advanced Mechanics of Materials, A. Boresi, R. Schmidt, and O. Sidebottom. John Wiley & Sons, ۱۹۹۳.

۲- Advanced Solid Mechanics: Theory, Worked Examples, and Problems, P. R. Lancaster and D. Mitchell, Macmillan Press, ۱۹۸۰.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: مکانیک مواد مرکب			
عنوان درس به انگلیسی:	Mechanics of Composite Materials	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری	☐ نظری-عملی
		☐ پروژه/ رساله / پایان‌نامه	
تعداد ساعت:	٤٨	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

- آشنایی با اصول تحلیلی و فرمول‌بندی مواد مرکب (کامپوزیت)

پ) سرفصل‌ها:

۱. کلیات، تعاریف، جداول الیاف و ماتریس بخشی، روابط تنش-کرنش تک لایه (ایزوتروپ و اورتوتروپ خاص)
۲. روابط تنش-کرنش تک لایه در حالت کلی اورتوتروپ، محاسبه ثوابت الاستیک در راستای بارگذاری، حل مثال، روابط استحکام تک لایه (ایزوتروپ و اورتروپ)
۳. معیارهای استحکام Tsai-Hill، Tsai-Wu، روابط ساختاری (سفتی) یک و چندلایه
٤. معادلات ساختاری لمینه ها، حل مثال، تحلیل گسیختگی لمینه‌ها، تئوری اولین گسیختگی
٥. تحلیل گسیختگی لمینه‌ها، تئوری آخرین گسیختگی، حل مثال، تحلیل میکرومکانیک مواد مرکب
٦. محاسبه استحکام، تحلیل تنش‌های حرارتی، حل مثال، کاربرد سازه‌ای معادلات تعادل صفحه مرکب
۷. خمش، کمانش، و ارتعاش صفحات مرکب، مکانیک مقاطع تیرهای جدارنازک مرکب تحت بارهای متعارف استاتیکی
۸. بررسی تنش‌ها در اطراف سوراخ در صفحات کامپوزیتی، تنش‌های بین لایه‌ای
۹. معرفی آزمونه‌های استاندارد پایه مواد مرکب

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Lawrence, C. Bank., “Composites for Construction: Structural Design with FRP Materials”, Wiley, ۱st Edition, ۲۰۰٦

۲- Fib Bulletin ۱٤, “Externally Bonded FRP Reinforcement for RC Structures”, ۲۰۰۱

۳- G. C. Eckold, “Design and Manufacture of Composite Structures (Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering”, Woodhead Publishing, ۱st Edition, ۱۹۹٤

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: میکرومکانیک			
عنوان درس به انگلیسی:	Micromechanics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری	☐ نظری-عملی
		☐ پروژه	
تعداد ساعت:	٤٨	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت ☐ موسسه نیست	مرتبط با مأموریت/آمایش ☐ موسسه است

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مکانیک ریزساختار مواد به منظور کاربرد در پلاستیسیته، شکست، خستگی، معادلات ساختاری، و نظایر آن.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه
- تئوری کرنش ویژه
  - تعریف کرنش ویژه
  - پاسخ تناوبی
  - روش سری فوریه و انتگرال فوریه
  - روش تابع گرین
  - تابع گرین استاتیکی
  - اینکلوژن و ناهمگونی
- اینکلوژن همسانگرد
  - پاسخ اشلبی
  - نقاط درونی
  - نقاط بیرونی
  - اینکلوژن بیضوی با کرنش ویژه چند جمله‌ای
- ناهمگونی بیضوی
  - روش کرنش معادل

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۳۵ درصد
آزمون نهایی (توشتاری/عملکردی)	۴۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱-T. Mura, Micromechanics of Defects in Solids (Mechanics of Elastic and Inelastic Solids), Springer, ۱۹۸۷.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: مهندسی زلزله پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Earthquake Engineering	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری	☐ نظری-عملی
		☐ پروژه	
تعداد ساعت:	٤٨	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با مفاهیم لرزه‌شناسی و مباحث پیشرفته مهندسی زلزله

پ) سرفصل‌ها:

- مبانی لرزه‌زمین‌ساخت، شناخت گسل‌های فعال و روش‌های مدلسازی چشمه‌های لرزه‌ای
- مبانی زلزله شناسی و شبکه‌های لرزه‌نگاری، لرزه‌خیزی و مدلسازی پارامترهای لرزه‌ای
- شبکه شتابنگاری و پردازش شتابنگاشت‌ها، مبانی و روش‌های براورد خطر زلزله، تعیین زلزله طرح در پروژه‌های مهم، روش‌های محاسبه طیف پاسخ و تولید طیف طرح
- روش انتخاب شتاب‌نگاشت‌ها برای تحلیل‌های مهندسی زلزله
- پاسخ لرزه‌ای سیستم‌های خطی
- پاسخ لرزه‌ای سیستم‌های غیرخطی
- روش‌های تحلیل آیین‌نامه‌ای در برابر زلزله، از جمله روش‌های طیفی و دینامیکی بر اساس عملکرد
- مبانی و کاربرد ایین‌نامه‌های مرتبط ملی (مباحث مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰) و بین‌المللی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۳۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Steven Kramer. Geotechnical Earthquake Engineering. Pearson, ۱۹۹٦.

۲- Keiiti Aki and Paul Richard. Quantitative Seismology. University Science Books. ۲۰۰۹.

۳- Thorne Lay and Terry Wallace. Modern Global Seismology. Academic Press. ۱۹۹۵.
٤- B. M. Bath. Spectral Analysis in Geophysics. Elsevier. ۲۰۱٦.
٥- Anil K. Chopra. Dynamics of Structures. Prentice-hall. ۲۰۱٦.
٦- Paul Richards. Seismic Principles. Independently published. ۲۰۲۰.
۷- R. Villaverde. Fundamental Concepts of Earthquake Engineering. CRC Press. ۲۰۰۹.
۸- F. Naeim. The Seismic Design Handbook. Springer. ۲۰۰۱.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: پایداری سازه‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Stability of Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- در این درس تلاش می‌شود ضمن معرفی عوامل موثر در رفتار کمانشی سیستم‌های مختلف، روش‌های دقیق، تقریبی، عددی و تحلیلی مناسب با هر کدام را به بحث گذارد و نهایتا مبانی استفاده از این اصول در آئین‌نامه‌های طراحی را ارائه دهد.

پ) سرفصل‌ها:

۱۹. معرفی اصولی عمومی کمانش: مفاهیم روش‌ها - میله‌های صلب - ستون اویلری و طول موثر
۲۰. کمانش ارتجاعی و "ارتجاعی-خمیری" ستون‌ها با نقص اولیه – نحوه استفاده از این اصول در تدوین آئین‌نامه‌ها
۲۱. روش‌های تقریبی و کاربرد آن‌ها در حل مسائل پایداری: بار بحرانی با استفاده از منحنی تغییر شکل تقریبی – انرژی پتانسیل ایستا – روش رایلی-ریتز و روش گالرکین – تفاوت‌های محدود
۲۲. تیر-ستون‌ها: بررسی بارگذاری‌های مختلف – تاثیر نیروی محوری بر روی سختی خمشی – مقاومت نهایی – کمانش غیرارتجاعی ستون‌ها – بررسی رفتار ستون‌ها با استفاده از روش عناصر محدود – بررسی پایداری تیر-ستون‌ها
۲۳. تیرها: کمانش پیچشی و پیچشی جانبی – کمانش جانبی تیرهای با مقطع مستطیل در خمش خالص – کمانش جانبی تیرهای I شکل – روابط کنترل و طراحی مربوطه در آیین‌نامه‌ها
۲٤. کمانش قاب‌ها: بررسی بارگذاری‌های مختلف – تاثیر نیروی محوری بر روی سختی خمشی – مقاومت نهایی – روش Perturbation – روابط کنترل و طراحی مربوطه در آیین‌نامه‌ها
۲۵. درآمدی بر کمانش صفحات: معادله دیفرانسیل کمانش صفحات – استفاده از روش گالرکین و اجرای محدود برای محاسبه بار بحرانی صفحه – رفتار بعد از کمانش صفحه تحت تاثیر نیروهای فشاری – روابط طراحی مربوطه در آیین‌نامه‌ها
۲٦. طرح مهاربندی برای تامین پایداری

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۳۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Chen, W. F. & Lui, E. M., Structural Stability: Theory & Implementation, Elsevier, ۱۹۸۷.

۲- Chajes, Alex, Principles of Structural Stability Theory, Prentice Hall, Englewood Cliffs, ۱۹۷٤.

۳- Ziemian, R.D, Guide to Stability Design Criteria for Metal Structures, John Wiley & Sons, Inc., ۲۰۱۰.

٤- Gambhir, M.L., Stability Analysis and Design of Structures, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ۲۰۰٤.

٥- Bleich F., Buckling Strength of Metal Structures, Energy Societies Monographs, Mc Graw Hill, ۱۹٥۲.

٦- Timoshenko, S.P., and Gere, J.M., Theory of Elastic Stability, Mc Graw Hill, ۱۹٦۱.

۷- Farshad, M., Stability of Structures, Elsevier Science, ۱۹۹٤.

۸- Galambos, T.V & Surovek, A.E., Structural Stability of Steel: Concepts and Applications for Engineers, John Wiley & Sons, ۲۰۰۸.

۹- Chen, W.F. & Han, D.J., Tubular Members in Offshore Structures, Pitman, London, ۱۹۸٥.

۱۰- Brush, D.O. & Almorth, B.O., Buckling of Bars, Plates and Shells, McGraw Hill, ۱۹۷٥.

۱۱- Horne, M.R. & Merchant, W., The Stability of Frames, Pergamon Press, ۱۹٦٥.

۱۲- Simitses, G.J., An Introduction to the Elastic Stability of Structures; Prentice Hall, ۱۹۷٦.

۱۳- C. H. Yoo & S. C. Lee, Stability of Structures: Principles and Applications, Butterworth-Heinemann, ۲۰۱۱.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: قابلیت اعتماد سازه‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Reliability of Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- هدف نهایی در این درس، یادگیری نحوه تعامل با عدم‌قطعیت‌ها در مهندسی می‌باشد. درس بر سه موضوع اصلی تمرکز می‌کند:

۱) مدل‌سازی احتمالاتی با هدف فراگیری ساخت مدل‌های مهندسی با درنظرگیری عدم‌قطعیت‌های موجود در پدیده‌ها؛

۲) تحلیل قابلیت اعتماد با هدف فراگیری محاسبه احتمال رویداد پدیده‌ها؛

۳) تحلیل تصمیم‌گیری با هدف فراگیری تصمیم‌گیری منطقی و ریسک‌مبنا به خصوص در طراحی.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه و پیش‌زمینه
   - انگیزش
   - عدم قطعیت‌ها
   - تئوری مجموعه‌ها
   - تئوری احتمالات
۲. تحلیل تصمیم‌گیری
   - درخت تصمیم‌گیری
   - تئوری هزینه مورد انتظار
   - تئوری مطلوبیت مورد انتظار
   - مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی مبتنی بر قابلیت اعتماد
   - تحلیل ترمینال
   - تحلیل پیشین-پسین
۳. مدلسازی احتمالاتی
   - متغیرهای تصادفی گسسته
   - متغیرهای تصادفی پیوسته
   - مدل‌های توزیع چند متغیری
   - مدل‌های کرانی
   - مدل‌های رگرسیون خطی
   - مدل‌های شکنندگی
   - مدل‌های شبکه بیژین
   - مدل‌های وقوع
   - مقدمه‌ای بر فرایندهای تصادفی و میدان تصادفی
   - مدل‌های تخفیف
٤. تحلیل قابلیت اعتماد
   - تحلیل توابع

- تبدیل احتمال
- مسئله قابلیت اعتماد پایه
- روش مرتبه اول لنگر دوم FOSM
- مشکل تغییرناپذیری
- روش قابلیت اعتماد مرتبه اول FORM
- معیارهای اهمیت و حساسیت
- روش قابلیت اعتماد مرتبه دوم SORM
- روش‌های نمونه‌گیری
- مقدمه‌ای بر رویه‌های پاسخ و شبکه عصبی
- تحلیل قابلیت اعتماد اجزای محدود
- تحلیل قابلیت اعتماد چند مدلی
- تحلیل قابلیت اعتماد سیستم
- ترکیب بارها
- تحلیل ریسک چندخطری
- کالیبراسیون کدها

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Haldar and Mahadevan, Probability, Reliability, and Statistical Methods in Engineering Design, Wiley, ۱۹۹۹.

۲- Der Kiureghian, First- and Second-order Reliability Methods. Chapter ۱٤ in Engineering Design Reliability Handbook, Edited by Nikolaidis, Ghiocel, and Singhal, CRC Press, ۲۰۰٥.

۳- A. H-S Ang, & W. H. Tang, "Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications in Civil and Environmental Engineering," Wiley, ۲۰۰۷.

٤- A. S. Nowak, & K. R. Collins, "Reliability of Structures", McGraw Hill, ۲nd Edition, ۲۰۱۳.

٥- R. E. Melchers and A. Beck, "Structural Reliability: Analysis and Prediction," Wiley, ۲۰۱۸.

٦- O. Ditlevsen and H. Madsen, "Structural Reliability Methods", Wiley, ۱۹۹٦.

۷- H. O. Madsen, S. Krenk, and N. C. Lind, "Methods of Structural Safety," Dover Publications, ۲۰۰٦.

۸- J .Benjamin & C. Cornell, "Probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers," Dover, ۲۰۱٤.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: دینامیک سازه پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Dynamics of Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مباحث پیشرفته دینامیک سازه ها
- آشنایی با الگوریتم روش‌های مختلف تحلیل عددی دینامیک سازه‌ها و ارزیابی پایداری آن‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه و مبانی
- سازه‌های با جرم و سختی گسترده
- تحلیل سیستم در فضای فرکانس-توابع مختلط پاسخ فرکانس
- انواع تبدیل فوریه، حل سیستم‌های درگیر
- تبدیل‌های فوریه با بازه زمانی کوتاه و موجک
- شناسایی سیستم، مدها، فضای حالت
- میرایی غیرکلاسیک
- کاهش درجات آزادی
- بیان هامیلتون و معادلات لاگرانژ
- روش‌های عددی
- مدل‌های رفتاری غیرخطی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۳۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/عملکردی)	۴۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱-Dynamics of Structures, Anil K. Chopra, Prentice-Hall, ۲۰۱۶

۲-Dynamics of Structures, Ray Clough & Joseph Penzien, McGraw-Hill College, Subsequent edition, ۱۹۷۵.

۳- Structural Dynamics: Theory and Computation, Mario Paz & Young Hoon Kim, Springer Nature Switzerland, ۲۰۱۹.

۴- دینامیک سازه‌ها، تالیف دکتر خسرو برگی (انتشارات دانشگاه تهران- چاپ یازدهم)

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: دینامیک خاک			
عنوان درس به انگلیسی:	Soil Dynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری	☐ نظری-عملی
		☐ پروژه	
تعداد ساعت:	۴۸	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

- بررسی اثر بارهای دینامیکی به ویژه زلزله بر رفتار خاک‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه: معرفی پدیده‌ها و مسائل مرتبط با دینامیک خاک
- مشخصات دینامیکی رفتار خاک‌ها، شامل معرفی پارامترهای رفتار دینامیکی خاک‌ها، بررسی تاثیر عوامل مختلف بر پارامترهای رفتار دینامیکی خاک‌ها بر اساس مشاهدات آزمایشگاهی، روابط تجربی برای تعیین پارامترهای دینامیکی خاک‌ها، مدل‌های ریاضی رفتار تنش-کرنش دینامیکی- روش‌های اندازه‌گیری آزمایشگاهی و میدانی پارامترهای رفتار دینامیکی خاک‌ها
- مروری بر مفاهیم مهندسی زلزله شامل منشا بزرگی و شدت زلزله، پارامترهای حرکتی در زلزله (شتاب، سرعت، جابجایی، فرکانس، مدت)-تعیین پارامترهای حرکتی زلزله طرح
- مروری بر تئوری ارتعاشات و انتشار امواج، شامل بررسی ارتعاشات سیستم‌های یک درجه، دو درجه، و چند درجه آزادی، انتشار امواج در نیم‌فضای الاستیک، معادلات انتشار یک بعدی موج برشی، معرفی روش خطی معادل برای حل معادله موج برشی در محیط لایه‌ای غیر همگن، غیرخطی با میرایی
- اثرات ساختگاهی بر زلزله، شامل شواهد ثبت شده از زلزله‌های رخ‌شده و استفاده از رکوردهای حرکت زمین در تعیین اثر لایه‌های سطحی-تعیین اثر لایه‌های سطحی با روش‌های محاسباتی با تاکید بر روش خطی معادل-اثرات ساختگاهی ناشی از توپوگرافی سطحی و عمقی
- ناپایداری لایه‌های اشباع سطحی در اثر زلزله (روانگرایی) شامل خرابی‌های ناشی از روانگرایی-مبانی رفتار زهکشی نشده خاک‌های دانه‌ای اشباع-مفاهیم مختلف روانگرایی-روش‌های تعیین پتانسیل روانگرایی
- روش‌های تحلیل و طراحی لرزه‌ای ابنیه ژئوتکنیکی
- رفتار لرزه‌ای شیروانی‌ها شامل روش شبه استاتیکی، روش‌های مبتنی بر متد بلوک لغزشی نیومارک (تعیین میزان جابجایی)-اثر آب بر رفتار لرزه‌ای دیوارهای ساحلی
- طراحی پی‌های لرزنده، شامل انواع ارتعاش پی‌ها-کنترل دامنه و فرکانس ارتعاشات پی‌ها-کنترل نشست

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر ۱۵ درصد

میان‌ترم	۳۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Geotechnical Earthquake Engineering, S. L. Kramer, ۱۹۹٦, Prentice-Hall.

۲- Principles of Soil Dynamics, B. M. Das, ۲۰۱٦, Cengage Learning.

۳-Soil Behavior in Earthquake Geotechnics, K. Ishihara, ۱۹۹٦, Clarenon Press.

٤-Soil Dynamics, S. Prakash, ۱۹۸۱, McGraw Hill.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: ارتعاش سیستم‌های پیوسته			
عنوان درس به انگلیسی:	Dynamics of Continuous Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- در این درس، دانشجویان با نحوه محاسبه ارتعاش آزاد و اجباری سیستمهای پیوسته با خواص مکانیکی و شرایط مرزی متفاوت با و بدون اثر میرایی آشنا خواهند شد.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه و یادآوری
  - تعریف سیستمهای پیوسته و گسسته
  - ارتعاش آزاد و اجباری
  - اصل کار مجازی، اصل هامیلنون و معادلات لاگرانژ
  - روشهای رایلی و رایلی- رتیز
  - معادلات سه بعدی الاستیسیته و روش توابع پتانسیل تغییر مکان
- مسائل مقادیر ویژه متقارن و نامتقارن
- مسائل مقدار ویژه دیفرانسیلی
- ارتعاشات جانبی تار (سیم)
  - معادلات دیفرانسیل حاکم
  - حل ارتعاش آزاد و اجباری
  - ارتعاش با دامنه بزرگ
- ارتعاش محوری و پیچشی میله های ایزوتروپ، ایزوتروپ جانبی و ناهمگن
  - معادلات دیفرانسیل حاکم
  - حل ارتعاش آزاد و اجباری
- ارتعاش تیرها
  - معادلات حاکم تیرهای ایزوتروپ، ایزوتروپ جانبی و ناهمگن
  - حل ارتعاش آزاد و اجباری
  - اثر نیروی محوری بر ارتعاش
  - اثر تغییر شکلهای برشی و اینرسی دورانی (تیر تیموشنکو)
  - تیرهای خمیده
- ارتعاش غشاها
  - معادلات دیفرانسیل حاکم غشاهای مستطیلی و دایره‌ای
  - حل ارتعاش آزاد و اجباری
- ارتعاش صفحات دایره‌ای و مستطیلی ایزوتروپ، ایزوتروپ جانبی و ناهمگن

- معادلات دیفرانسیل حاکم صفحات نازک، نسبتا ضخیم (رسیز- میندین) و ضخیم
- حل ارتعاش آزاد و اجباری
- روشهای حل در دستگاه مختصات بیضی
- صفحات مثلثی و متوازی الاضلاع

- ارتعاش پوسته ها
  - معادلات دیفرانسیل حاکم بر پوسته های نازک استوانه‌ای ایزوتروپ، ایزوتروپ جانبی و ناهمگن
  - معادلات حاکم بر پوسته های ضخیم استوانه‌ای ایزوتروپ، ایزوتروپ جانبی و ناهمگن
  - حل ارتعاش آزاد و اجباری
  - اشاره به سایر انواع پوسته
- معادلات دیفرانسیل حاکم بر حسب توابع پتانسیل تغییرمکان
  - ارتعاش محیط سه بعدی، نیمه بینهایت و بینهایت
- سیستمهای پیوسته با میرایی غیرکلاسیک

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- S.S. Rao, Vibration of Continuous Systems, Wiley, ۲۰۰۷.

۲- L. Meirovitch, Fundamentals of Vibration, Prentice Hall, ۲۰۰۰.

۳- A. W. Leissa, M. S. Qatu, Vibration of Continuous System, McGraw-Hill, ۲۰۱۱.

۴- D. E. Newland, Mechanical Vibration Analysis and Computation, Dover, ۲۰۰۶.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: تحلیل خطر زلزله			
عنوان درس به انگلیسی:	Seismic Hazard Analysis	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☒ نظری	☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ عملی	☐ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳	☐ نظری-عملی	☒ تخصصی اختیاری
			☐ پروژه
تعداد ساعت:	٤٨		☐ مهارتی-اشتغال پذیری
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

- ارزیابی خطر ناشی از زلزله با روش‌های تعینی و احتمالاتی و بیان آن در قالب پارامترهای جنبش نیرومند زمین
- ایجاد توانایی انجام تحلیل خطر زلزله و تفسیر و اعتبارسنجی نتایج

پ) سرفصل‌ها:

۱. مرور مفاهیم مقدماتی: مفاهیم خطر و خطرپذیری لرزه‌ای و تفاوت آن‌ها، انواع مخاطرات لرزه‌ای تهدیدکننده سازه‌ها
۲. مرور مفاهیم پایه احتمالات: مروری بر قضایای احتمالات و احتمالات وقایع، مفهوم متغیر تصادفی (Random Variable) و فرایند تصادفی (Random Process)، توزیع‌های متداول احتمالاتی در تحلیل خطر زلزله
۳. مرور مفاهیم مقدماتی لرزه‌شناسی: منشا زلزله و نظریه تکتونیک صفحه‌ای، نظریه بازگشت الاستیک، شاخص‌های بزرگا و شدت زلزله، مفاهیم رومرکز، کانون و سازوکار کانونی زلزله و نحوه تحلیل و نمایش آن، مفاهیم گشتاور لرزه‌ای و افت تنش، پارامترهای توصیف‌کننده جنبش نیرومند زمین
٤. شناسایی و ارزیابی چشمه‌های لرزه‌زا شامل:
   ۱. شناسایی منابع لرزه‌زا (گسل‌های فعال و نحوه شناسایی آن‌ها، انواع سازوکار گسلی)، تشریح وضعیت لرزه‌زمین‌ساختی و گسل‌های شناخته‌شده فعال در مناطق مختلف ایران، بررسی گسل‌های ناحیه تهران
   ۲. مفهوم استان‌های لرزه‌زمین‌ساخت، مروری بر وضعیت لرزه‌خیزی استان‌های لرزه‌زمین‌ساخت ایران
٥. روابط کاهندگی و نحوه انتخاب آن‌ها با استفاده از آزمون‌های LH و LLH، معرفی نسل جدید روابط کاهندگی (NGA)
٦. برآورد تعینی خطر زلزله شامل:
   ۱. مدلسازی هندسی چشمه‌های لرزه‌ای خطی، ناحیه‌ای و حجمی
   ۲. اصول اساسی برآورد خطر زلزله به روش تعینی و کاربردها و محدودیت‌های آن
۷. برآورد احتمالی خطر زلزله شامل:
   ۱. تهیه کاتالوگ زلزله، همگن‌سازی بزرگا، حذف رویدادهای وابسته از کاتالوگ، کنترل استقلال زلزله‌ها در کاتالوگ، ارزیابی کامل بودن کاتالوگ
   ۲. برآورد پارامترهای لرزه‌خیزی و دوره بازگشت زلزله‌ها براساس روابط گوتنبرگ-ریشتر مقدماتی، دو کرانه‌ای گوتنبرگ-ریشتر و مدل کیکو-سلوول
   ۳. مدلسازی رخداد زلزله‌ها در زمان، معرفی توزیع احتمالاتی پواسون، اشکالات مدل پواسون و معرفی مدل‌های وابسته به زمان
   ٤. مدل‌های بازگشتی بر مبنای زلزله مشخصه (Characteristic)، برآورد فعالیت گسل‌ها با استفاده از سن‌سنجی، مطالعه لرزه‌خیزی در مناطق دارای اطلاعات آماری کم
   ٥. مبانی تئوری روش احتمالاتی تحلیل خطر زلزله، مدلسازی نامعینی فاصله در مدل‌های چشمه‌های خطی، ناحیه و حجمی، محاسبه خطر لرزه‌ای به روش احتمالاتی کرنل، مفهوم منحنی خطر لرزه‌ای
   ٦. روش درخت منطقی (Logic Tree) و کاربرد آن در کاهش نامعینی در تحلیل احتمالاتی خطر زلزله
۸. مفهوم طیف خطر یکنواخت (UHS) و نحوه برآورد آن

۹. مفهوم و کاربرد جداسازی خطر زلزله (Seismic Hazard Deaggregation)
۱۰. مبانی انتخاب تاریخچه زمانی زلزله جهت تحلیل‌های دینامیکی، سازگاری شتاب‌نگاشت با طیف طرح (روش‌های حزه زمان و فرکانس)، تولید شتاب‌نگاشت‌های مصنوعی با روش‌های تصادفی (Stochastic Methods)
۱۱. مباحث پیشرفته (طیف‌های میانگین مشروط CMS و کاربرد آن‌ها در طراحی، آشنایی با مشخصات زلزله‌های حوزه نزدیک گسل، آشنایی با مبانی ریز پهنه‌بندی خطر زلزله و برآورد اثرات ساختگاهی)
۱۲. آشنایی با نرم‌افزارهای مهندسی تحلیل احتمالاتی خطر زلزله

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۵ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- تاریخ زمین‌لرزه‌های ایران، تالیف ن. ن.، امبرز، چ. پ.، ملویل، ترجمه ابوالحسن رده، ۱۳۷۰
۲- Seismic Hazard and Risk Analysis By: Robin K. MacGuire, EERI, ۲۰۰٤
۳- Introduction to Probabilistic Seismic Hazard Analysis By: Jack W. Baker, White Paper Version, ۲۰۱۳
٤- Earthquake Hazard Analysis By: Leon Reiter, Columbia University Press, ۱۹۹۱
٥- Geotechnical Earthquake Engineering By: S. L. Kramer, Prentice-Hall, New Jersey, ۱۹۹٦

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: ارتعاشات تصادفی			
عنوان درس به انگلیسی:	Random Vibrations	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی عمران با مبانی دانش ارتعاشات تصادفی جهت تعیین قابلیت اطمینان و میزان آسیب‌پذیری در سیستم‌های دینامیکی می‌باشد. دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

- تئوری احتمالات و متغیرهای تصادفی را در مسائل کاربردی دینامیک سازه بکار برند.
- مفاهیم تئوری ارتعاشات سازه برای فرآیندهای تصادفی را درک نمایند.
- با انواع فرآیندهای تصادفی و ویژگی‌های آن‌ها آشنا شوند.
- بازتاب سیستم‌های یک‌درجه آزادی، چند درجه آزادی و با جرم گسترده (پیوسته) با رفتار خطی را تحت اثر تحریک‌های غیرتعینی مورد بررسی قرار دهند.
- تحلیل‌های شکست و آسیب‌پذیری را انجام دهند.
- با مفاهیم ارتعاشات تصادفی در سیستم‌ها با رفتار غیرخطی آشنا شوند.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم اولیه: مروری بر تئوری احتمالات (یادآوری مفاهیمی مثل پیشامد، متغیر تصادفی، میانگین‌های آماری، توزیع احتمال (گسسته و پیوسته)، توابع چگالی احتمال مرتبه دوم و غیره، آشنایی با انواع فرآیندهای تصادفی (ایستا، غیرایستا، ارگودیک)، مفهوم اسمبل و میانگین‌گیری روی آن، مفاهیم هم‌بستگی، خودهم‌بستگی و هم‌بستگی متقاطع، آنالیز فوریه
۲. توابع چگالی طیفی، فرآیندهای تصادفی با باند باریک و پهن و نوفه سفید
۳. ارتباط تحریک و پاسخ: پاسخ فرکانسی، پاسخ به بار ضربه
٤. تحلیل ارتعاش تصادفی سیتم‌های یک درجه آزادی
٥. تحلیل ارتعاش تصادفی سیستم‌های چند درجه آزادی
٦. تحلیل ارتعاش تصادفی سیستم‌های پیوسته
۷. ویژگی‌های فرآیند تصادفی با باند باریک
۸. خستگی و انهدام ناشی از ارتعاشات تصادفی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۳۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Manolis, G. D., Manolis, P. K., Koliopoulos, P. K., “Stochastic Structural Dynamics in Earthquake Engineering”, ۱st Edition, WIT Press, ۲۰۰۱

۲- Wijker, J., “Miles’ Equation in Random Vibrations: Theory and Applications in Spacecraft Structures Design”, ۱st Edition, ۲۰۱۸

۳- Lutes, L. D., Srakani, Shahram, “Random Vibrations: Analysis of Structural and Mechanical Systems”, ۱st Edition, Butterworth-Heinemann, ۲۰۰۳

٤- Newland, D. E., “An Introduction to Random Vibrations, Spectral & Wavelet Analysis”, ۳rd Edition, Dover Publications, ۲۰۰۵

٥- Solnes, J., “Stochastic Processes and Random Vibrations: Theory and Practice”, ۱st Edition, Wiley, ۱۹۹۷

٦- Li, J., Chen, J., “Stochastic Dynamics of Structures”, ۱st Edition, Wiley, ۲۰۰۹

۷- Schueller, G. I., Shinozuka, M., “Stochastic Methods in Structural Dynamics”, ۱st Edition, Springer, ۱۹۸۷

۸- Yang, C. Y., “Random Vibration of Structures”, ۱st Edition, Wiley-Interscience, ۱۹۸٦

۹- Crandall, S. H., Mark, W. D., “Random Vibrations in Mechanical Systems”, Academic Press, New York, ۱۹٦۳

۱۰- Sun, J. Q., “Stochastic Dynamics and Control”, Elsevier, ۲۰۰٦

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: اجزای محدود پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Finite Element Method	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مسائل پیشرفته در کاربرد روش اجزای محدود

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه و معرفی ساختار برنامه کامپیوتری
- فرمولسازی صفحات و پوسته‌ها
  - تحلیل خمش صفحات با استفاده از تئوری کیرشهف
  - تحلیل خمش صفحات با استفاده از تئوری رایسنر-میندلین
  - تحلیل پوسته‌ها با استفاده از المانهای مسطح (Folded Plates)
  - تحلیل پوسته‌ها با فرمول‌سازی عمومی (Degenerate)
- فرمول‌سازی مختلط و کاربرد آن در خمش صفحات
- تحلیل دینامیکی و مسائل برنامه‌نویسی آن
- تحلیل ارتجاعی سه‌بعدی و تحلیل پایداری مسائل میدانی
- محاسبات خطا و روش‌های ایجاد شبکه با خطای یکنواخت
  - روش‌های براورد خطا
  - روش‌های تولید شبکه ساختاریافته و بدون ساختار
  - روش‌های تظریف تطبیق
    - تولید شبکه (Mesh Generation)
    - جابه‌جایی شبکه (Mesh Movement)
    - غنی‌سازی شبکه (Mesh Enrichment)

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جوابِ کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد

پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Bathe, K. J. Finite Element Procedures. Klaus-Jurgen Bathe, ۲۰۰۷.

۲- Zienkiewicz, O. and Taylor, Robert. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals. Butterworth-Heinemann. ۲۰۱۳.

۲- Ainsworth, M. and Oden, J. T. A Posteriori Error Estimation in Finite Element Analysis, Wiley, ۲۰۰۰.

۳- Thompson, J., Soni, B., and Weatherill, N. Handbook of Grid Generation. CRC Press. ۱۹۹۸.

٤- Babuska, I., Flaherty, J., Henshaw, W., Hopcroft, J., Oliger, J., Tezduyar, T. Modeling, Mesh Generation, and Adaptive Numerical Methods for Partial Differential Equations. Springer. ۱۹۹٥.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: روش‌های بدون شبکه			
عنوان درس به انگلیسی:	Meshless Methods	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری	☐ نظری-عملی
		☐ پروژه	
تعداد ساعت:	٤٨	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

- هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با مفاهیم پایه روش‌های جدید و پیشرفته تحلیل بدون شبکه برای بررسی مسائل پیچیده روز مهندسی می‌باشد.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مرور تاریخی روش‌های بدون شبکه
۲. روش‌های تقریب توابع
۳. روش بدون شبکه گالرکین (EFG)
٤. فرمهای ضعیف مبتنی بر PIM، RPIM و RPPIM
٥. روش بدون شبکه موضعی مبتنی بر پتروف-گالرکین (MLPG)
٦. روش بدون شبکه حداقل مربعات گسسته (OLSM)
۷. روش هیدرودینامیک ذرات هموار (SPH)
۸. روش اجزای محدود توسعه‌یافته (XFEM)

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۳۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۳۵ درصد
پروژه	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Mesh Free Methods, G. R. Liu, CRC Press, ۲۰۰۳.
۲- Smoothed Particle Hydrodynamics, G. R. Liu, M. B. Liu, World Scientific Press, ۲۰۰۳.

۳- The Meshless Local Petrov-Galerkin (MLPG) Method, S. N. Atluri, S. Shen, Tech Science Press, ۲۰۰٤.
٤- An Introduction to Meshless Methods and Their Programming, G. R. Liu, Y. T. Gu, Springer, ۲۰۰٥.
٥- Extended Finite Element Method: For Fracture Analysis of Structures, Soheil Mohammadi, Wiley, ۲۰۰۸.
٦-Extended Finite Element Method: Theory and Applications, Amir R. Khoei, Wiley, ۲۰۱٥.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: روش اجزای مرزی			
عنوان درس به انگلیسی:	Boundary Element Method	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آموزش مرتب کردن مسئله مقدار مرزی، فرم انتگرالی، و روش اجزای مرزی در حل انواع مسائل علوم مهندسی با المان‌های ثابت و مراتب بالاتر و آموزش تکنیک‌های روش اجزای مرزی

پ) سرفصل‌ها:

۱. فضاهای برداری
۲. مسائل مقدار مرزی
۳. فرم‌های ضعیف و قوی برای مسائل مقدار مرزی
٤. تابع گرین معادلات لاپلاس در حالت ۲ بعدی
٥. فرم انتگرالی معادلات لاپلاس در حالت دو بعدی
٦. فرمولاسیون حل معادلات لاپلاس در حالت ۲ بعدی با استفاده از روش اجزای مرزی
۷. تابع گرین مسائل تئوری الاستیسیته در حالت ۲ بعدی
۸. فرم انتگرالی مسائل تئوری الاستیسیته در حالت ۲ بعدی
۹. فرمولاسیون حل مسائل تئوری الاستیسیته در حالت ۲ بعدی با استفاده از روش اجزای مرزی
۱۰. انتگرال‌گیری از توابع هموار، توابع سینگولار ضعیف، و توابع سینگولار قوی در روش اجزای مرزی
۱۱. حل معادلات لاپلاس در حالت ۳ بعدی
۱۲. مباحث خاص در روش اجزای مرزی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- L. Gaul, M. Kogl, & M. Wagner, “Boundary Element Methods for Engineers and Scientists: An Introduction Course with Advanced Topics”, Springer, ۲۰۰۳

۲- C. A. Brebbia, The boundary Element Method for Engineers, Pentech Press, ۱۹۸۷

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: روش‌های تحلیل چند مقیاسی			
عنوان درس به انگلیسی:	Multiscale Methods	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- هدف از این درس هدایت دانشجویان تحصیلات تکمیلی به کاربرد روش‌های چند مقیاسی برای ارتقاء حل مسائل مهندسی در زمینه‌هایی است که مباحث متداول مکانیک محیط پیوسته امکان ارائه پاسخ دقیق را ندارند و لازم است از تئوری‌های پایه‌ای تر (مثلا در مقیاس میکرو و نانو) جهت تخمین پاسخ استفاده نمود. یک مشکل عمده در انجام این‌گونه تحلیل‌ها برای احتساب تمام جزئیات رفتاری در کل مسئله، افزایش غیرقابل پذیرش توان محاسباتی لازم می‌باشد. راهکار پیشنهادی تحلیلهای چند مقیاسی، امکان به‌کارگیری توان‌های محاسباتی موجود را برای حصول دقت کافی در محدوده مورد نظر فراهم می‌نمایند.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی چند مقیاسی
- شبیه‌سازی‌های تک مقیاسی
- مروری بر مبانی تغییرشکل‌های بزرگ
- مروری بر ترمودینامیک آماری
- شبیه‌سازی‌های چندمقیاسی ترتیبی ریز به درشت
- شبیه‌سازی‌های چندمقیاسی ترتیبی درشت به ریز
- شبیه‌سازی‌های چند مقیاسی همزمان
- روش‌های همگن‌سازی
- روش‌های تحلیل چندمقیاسی اتمی/مولکولی
- روش‌های تحلیل چندمقیاسی بیومکانیکی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری، عملکردی)	۳۰ دصد
پروژه	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Analysis, Modeling, and Simulation of Multiscale Problems, A. Mielke, Springer, ۲۰۰۶.

۲- Computational Dislocation Dynamics, N. M. Ghoniem, ۱۹۹۰.

۳-Computational Mesomechanics of Composites, L. Mishnaevsky, Wiley, ۲۰۰۷.

۴-Crystals, Defects, and Microstructures, Modeling across Scales, R. Phillips, Cambridge University Press, ۲۰۰۴.

۵-Foundations of Nanomechanics: From Soild-State Theory to Device Applications, A. N. Cleland, Springer, ۲۰۰۳.

۶-Introduction to Computational Micromechanics, I. T. Zohdi and P. Wriggers, Springer, ۲۰۰۵.

۷- IUTAM Symposium on Multiscale Problems in Multibody System Contacts, P. Eberhard, Proceedings of IUTAM Symposium, Stuttgart, Germany, ۲۰۰٦, Springer.

۸-Multiscale Finite Element Methods-Theory and Applications, Y. Efendiev and T. Y. Hou, Springer, ۲۰۰۹.

۹-Muti-Scale Materials Modeling, P. Gumbsch, ۳rd International Conference, Freiburg, Germany, ۲۰۰۶. Symposium ۲: Nanomechanics and Micromechanics & Symposium ۹: Materials for Micro-Electro-Mechanical Systems, MEMS.

۱۰-Multi Scale Materials Modeling: Fundamentals and Applications, A. Z. Guo, Woodhead Publishing Limited, ۲۰۰۷.

۱۱- Multiscale Modeling-A Bayesian Perspective, M. A. R. Ferreira and H. K. H. Lee, Springer, ۲۰۰۷.

۱۲-Nano Mechanics and Materials: Theory, Multiscale Methods and Applications, W. K. Liu, E. G. Karpov, and H. S. Park, Wiley, ۲۰۰٦.

۱۳- Introduction to Electrodynamics, D. J. Griffiths, Prentice-Hall , ۱۹۹۹ (Ch. ۱-۷).

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: مکانیک تماس			
عنوان درس به انگلیسی:	Contact Mechanics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری ☐ پروژه/ رساله / پایان‌نامه	☐ نظری-عملی
تعداد ساعت:	٤٨	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

- ارائه مبانی تحیلی و عددی مکانیک تماس محاسباتی که در آن به هر دو قسمت مباحث تئوری و بنیادی و مبانی عددی و محاسباتی مکانیک تماس نرمال و اصطکاکی در مسائل کاربردی شکل‌دهی فلزات و مسائل تماس هم‌شکل و غیرهم‌شکل پرداخته می‌شود.

پ) سرفصل‌ها:

- مرور تاریخی مسائل تماس
- روش‌های اعمال قید تماسی
- تماس نرمال
- تماس اصطکاکی
- تماس در مسائل به شدت ناپیوسته
- ترک‌خوردگی و موضعی شدن مرتبط با تماس

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Discontniuum Mechanics, S. Mohammadi, WIT Press, ۲۰۰۳.

۲- Computational Contact Mechanics, P. Wriggers, Wiley, ۲۰۰۲.

۳- Contact Mechanics, K. L. Johnson, Cambridge University Press, ۱۹۸۵.

۴- The Combined Finite/Discrete Element Method, A. Munjiza, Wiley, ۲۰۰۴.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: کنترل سازه ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Control of Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری ☐ پروژه/ رساله / پایان‌نامه	☐ نظری-عملی
تعداد ساعت:	٤٨	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با جداسازی لرزه‌ای و انواع روش‌های کنترل نیمه فعال و فعال سازه‌ها در برابر زلزله

پ) سرفصل‌ها:

۱. مرور مختصری از تحلیل دینامیکی سیستم‌های سازه‌ای، مفهوم کلی کنترل سازه اعم از کنترل غیر فعال، نیمه فعال، فعال، و هیبرید
۲. کنترل غیرفعال: عملکرد میراگرهای غیرفعال مانند میراگرهای اصطکاکی، فلزی، ویسکوالاستیک، سیال
۳. بررسی مکانیزم‌های کنترل غیرفعال از قبیل TMD، TLD، و انواع سیستم‌های جداسازی پی Base Isolation
٤. کاربرد مکانیزم‌های کنترل غیرفعال در پل‌ها و ساختمان‌ها، محدودیت‌های کاربردی در طراحی و مقاوم سازی لرزه‌ای، مثالهایی از اجرای سیستم در ایران و جهان
٥. کنترل نیمه فعال: بررسی میراگرهای MR، و ER و مصالح هوشمند مانند مصالح پیزوالکتریک و SMA
٦. کنترل فعال: یاداوری مطالب مورد نیاز از ریاضیات مانند تبدیل لاپلاس و حساب تغییرات
۷. تئوری کنترل کلاسیک
۸. تئوری کنترل کلاسیک بهینه برای حالات مختلف مانند Closed Loop، Open Loop، و Open-Closed Loop و حل عددی معادلات مربوطه
۹. تئوری کنترل بهینه لحظه‌ای Instantaneous Optimal Control برای حالات Closed Loop، Open Loop، و حل عددی معادلات مربوطه
۱۰. اولویت‌ها و محدودیت‌های سیستم‌های مختلف کنترل بهینه از نظر خطاهای مربوط به تاثیر تاخیر زمانی، قابلیت کنترل و قابلیت شناسایی سیستم‌های ارتعاشی
۱۱. سایر مکانیزم‌های کنترل: بررسی کلی سایر روش‌های کنترل فعال مانند روش پالسی، کنترل فضای مدی مستقل، و ....، مکانیزم‌های اعمال نیرو نظیر AVD، AVS، ATMD، Active Tendons، موارد عملی استفاده شده
۱۲. مقدماتی از کنترل پایدار-توابع لیاپانوف

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر ۱۰ درصد
میان‌ترم ۱۰ درصد

آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Connor, J., Laflamme S., “Structural Motion Engineering”, Springer, ۱st Edition, ۲۰۱٦

۲- Connor, J. J., “An Introduction to Structural Motion Control”, MIR Univ., ۲۰۰۱

۳- Soong, T. T., & Dargush, G. F., “Passive Energy Dissipation Systems in Structural Engineering”, John Wiley & Sons, New York, ۱۹۹۷

٤- Cheng, F. Y., Jiang, H., & Lou, K., “Smart Structures: Innovative Systems for Seismic Response Control”, Taylor & Francis Group, New York, ۲۰۰۸

٥- Soong, T. T., & Constantinou, M. C., “Passive and Active Structural Vibration Control in Civil Engineering”, Springer, New York, ۱۹۹٤

٦- Beards, C. F., “Structural Vibration: Analysis and Damping”, Arnold, ۱۹۹٦

۷- Rivin, E. I., “Stiffness and Damping in Mechanical Design”, Marcel Dekker, ۱۹۹۹

۸- Hatch, M. R., “Vibration Simulation Using MATLAB and ANSYS”, Chapman & Hall, ۲۰۰۱.

۹- Hua F.J., Design Methods of Anti-Seismic Structure and Seismic Isolated Structure In Japan, China Building Industry Press, ۲۰۱۱.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: پایش سلامت سازه‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Structural Health Monitoring	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با مباحث شناسایی و تعیین مقدار خرابی در سیستم‌های سازه‌ای و تعلقات آن برای پایش سلامت سازه‌ها و افزایش ایمنی و اطمینان از وضعیت موجود سازه

پ) سرفصل‌ها:

۱. اهداف پایش سلامت
۲. تعریف خرابی
۳. ردیابی خرابی به صورت موضعی و کلی
٤. سنسورها و روش‌های جمع‌آوری داده‌ها
٥. مشخصات سازه که در برابر خرابی تغییر می‌کنند
٦. به دست آوردن مشخصات سازه (تحلیل مودال، تحلیل سازه در سری زمان)
۷. نرمال کردن داده‌ها
۸. روش‌های آماری و یادگیری ماشین
۹. کاربرد روش‌های پایش سلامت سازه در مهندسی عمران

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

دانشجویان در درس با قسمت‌های مختلف سیستم پایش سلامت سازه‌ای (ارزیابی اولیه، سیستم جمع‌آوری اطلاعات، شناسایی شاخص‌های حساس به آسیب و محاسبه آن‌ها، و روشهای مختلف تصمیم‌گیری برای وضعیت سازه) آشنا می‌شوند. همچنین، با انجام چند مثال در نرم‌افزار MATLAB، مطالب آموزش داده شده در کلاس تمرین می‌شوند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۵ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Farrar, Charles R., & Keith Worden, “Structural Health Monitoring: A Machine Learning Perspective, John Wiley & Sons, ۲۰۱۲.

۲- Sohn, H., Farrar, C. R., Hemez, F. M., Shunk, D. D., Stinemates, D. W., Nadler, B. R., & Czarnecki, J. J., “A Review of Structural Health Monitoring Literature: ۱۹۹٦-۲۰۰۱”, Los Alamos National Laboratory, USA, ۲۰۰۳.

۳- Karbhari, V. M., & Ansari, F., “Structural Health Monitoring of Civil Infrastructure Systmes”, Elsevier, ۲۰۰۹

٤- Brincker, R., & Ventura, C., “Introduction to Operational Modal Analysis”, John Wiley & Sons, ۲۰۱٥.

٥- Rainieri, C., & Fabbrocino, G., “Operational Modal Analysis of Civil Engineering Structures”, Springer, ۲۰۱٤.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: بهینه‌سازی سازه‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Structural Optimization	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با فرمولاسیون ریاضی مسائل بهینه‌سازی و کاربردهای آن در مهندسی سازه

پ) سرفصل‌ها:

۱. تعاریف پایه بهینه‌سازی
- فرم عام ریاضی مسائل بهینه‌سازی
- متغیرهای طرح، رفتاری، انواع قیدها و ناحیه پذیرفتنی
- بهینه‌سازی خطی و غیرخطی
- بررسی رویکردها-رویکرد سنتی (روش محک بهینگی) و روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی

۲. روش برنامه‌ریزی خطی
- تعاریف، کاربردها و تفسیر هندسی
- روش سیمپلکس، فرم کانونیک و چرخش (Pivoting)
- تشکیل جواب پایه پذیرفتنی
- استفاده از فرم همزاد (Dual)

۳. بهینه‌سازی نامقید
- نقطه مینیمم محلی و مطلق
- کمینه‌سازی یک تابع در امتداد یک خط
- کمینه‌سازی یک تابع چند متغیره
- روش های جستجوی مستقیم (جهت‌های مزدوج و الگوریتم پاول)
- روش‌های مبتنی بر گرادیان (بیشترین افت)
- روش نیوتن و روش‌های شبه نیوتنی

٤. بهینه‌سازی مقید
- روش ضرایب لاگرانژ
- شرایط کوهن-تاکر، یافتن جواب بهینه با استفاده از نقاط کوهن-تاکر
- برنامه‌ریزی مجذبی
- برنامه‌ریزی کوادراتیک
- محاسبه ضرایب لاگرانژ
- Gradient Projection Method
- روش جهت‌های پذیرفتنی
- روش‌های توابع جریمه داخلی و خارجی

۵. بهینه‌سازی با استفاده از تقریبات متوالی
- خطی‌سازی قیود و تابع هدف
- تقریب مستقیم و معکوس
- Sequential linear programming
- Sequential quadratic programming

٦. آنالیز حساسیت، روش‌های تحلیل مستقیم و وابسته

۷. کاربرد بهینه سازی در سازه‌ها
- بهینه‌سازی سطح مقطع
- بهینه‌سازی شکل
- بهینه سازی توپولوژی

۸. نرم‌افزارها و روش‌های محاسباتی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. Kirsh, Uri. Optimal Structural Design, McGraw-Hill, ۱۹۸۱.

۲. Haftka, Raphael T. and Gurdal, Zafer. Elements of Structural Optimization, Kluwer Academic Publishers, ۱۹۹۲.

۳. Christensen, Peter W. and Klarbring, Anders. An Introduction to Structural Optimization, Springer, ۲۰۰۹.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه و تحلیل تجربی سازه			
عنوان درس به انگلیسی:	Experimental Methods in Structural Engineering	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☐
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲ نظری ۱ عملی	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☒
		پروژه ☐	
تعداد ساعت:	٦٤	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با فرایند بررسی مسائل مهندسی سازه با کاربرد روش‌های آزمایشگاهی
- آشنایی با فرایند ساخت، بارگذاری، و ابزاربندی نمونه‌های آزمایشگاهی
- آموزش طراحی آزمایش، روش حصول اطمینان از نتایج و مشاهدات آزمایشگاهی
- آموزش بهینه‌سازی هزینه آزمایش بدون کاهش دقت نتایج
- آموزش چگونگی عمومی‌سازی نتایج آزمایشگاهی

پ) سرفصل‌ها:

سرفصل‌های نظری:

فصل ۱: مقدمه

۱. آزمایش مسئله، آزمایش سازه، اجزای یک آزمایش
۲. ارتباط فرمول‌های طراحی و آزمایش‌های انجام‌شده
۳. اهمیت تست‌های آزمایشگاهی با وجود روش‌های شبیه‌سازی کامپیوتری بسیار قوی و دقیق
٤. چگونگی استفاده از نتایج آزمایشگاهی براس صحت‌سنجی مدل‌های کامپیوتری و طراحی نهایی سازه
٥. چگونگی عمومی‌سازی نتایج
٦. ماتریس آزمایش‌ها، فرضیات آزمایش
۷. درجه اطمینان به نتایج آزمایشگاه چقدر است؟

فصل ۲: دقت آزمایش‌ها و خطاهای اندازه‌گیری

۱. دقت اندازه‌گیری، خطاهای آزمایش (خطای اندازه‌گیری، خطای مدل‌سازی، ...)، تحلیل واریانس
۲. آزمایش با استفاده از یک گروه آزمودنی، آزمایش با دو گروه آزمودنی، آزمایش با استفاده از چند گروه آزمودنی
۳. آزمایش با استفاده از روش تکرار آزمون
٤. بررسی تئوری اثر مقیاس (اندازه) در مصالح و مدل‌ها
٥. علم آمار و ارتباط آزمایش‌ها و طراحی، تاثیر پدیده تصادفی بر نتایج آزمایش، درجه اطمینان به نتایج آزمایشگاه

فصل ۳: آشنایی با تجهیزات آزمایشگاهی در مهندسی سازه

۱۸. روش‌های بارگذاری (کنترل با نرخ تغییر جابجایی، کنترل با نرخ تغییر نیرو، کنترل با نرخ تغییر کرنش و یا تنش)
۱۹. آشنایی با انواع مختلف بارگذاری آزمایشگاهی از قبیل استاتیکی، دینامیکی، و شبه‌دینامیکی
۲۰. آشنایی با تجهیزات بارگذاری مکانیکی، هیدرولیکی، وزن، فشار، خلا، و ...

۲۱. آشنایی با ابزارهای اندازه‌گیری و دستگاه‌های اطلاعات برداری، اندازه‌گیری تغییر مکان‌ها، کرنش‌ها، انحناها، نیرو، طول ترک، دما، شتاب، و نظایر آن‌ها
۲۲. روش‌های اندازه‌گیری بر مبنای پردازش تصاویر

فصل ۴: طرح پیکربندی آزمایش (Test Setup)

۱. فرایند انتخاب پیکربندی مناسب برای آزمایش سازه‌ای
۲. الزامات زیرساختی برای آزمایش‌های سازه‌ای
۳. بررسی مثال‌هایی از پیکربندی پژوهش‌های آزمایشگاهی شاخص

فصل ۵: بهینه‌سازی آزمایش

٤. آزمایش برای بررسی اثر یک پارامتر، آزمایش برای بررسی اثر چند پارامتر
٥. تاثیر پارامترهای مختلف بر یکدیگر، وزن‌دهی برای هر پارامتر
٦. مدل تجربی و توسعه تیلور
۷. روش‌های کاهش هزینه آزمایش با کمتری تکرار، روش‌های بهینه‌سازی

فصل ۶: روش‌های مدل‌سازی نتایج آزمایشگاهی

۱. استفاده از توابع چندجمله‌ای، استفاده از توابع نمایی، استفاده از توابع شعاعی
۲. روش‌های حداقل مربعات

فصل ۷: آشنایی با آزمایش‌های غیرمخرب

۱. کاربرد امواج مافوق صوت-التراسونیک، بازرسی و نظارت چشمی، تست مایعات نافذ، تست‌های غیرمخرب جوش، روش ضربه-پاسخ (Impact-Echo)، کاربرد رادار (GPR)، روش انتشار صوتی (Acoustic Emission)، و سایر روش‌ها.
۲. آزمایش‌ها و روش‌های اندازه‌گیری در سایت

فصل ۸: روش‌های آزمایش هیبریدی

۱. روش تست هیبرید، آزمایش چرخه‌ای شبه‌استاتیکی، آزمایش هیبرید شبه‌دینامیکی
۲. آزمایش هیبرید در زمان واقعی، تست از راه دور، تست هیبرید محلی، تست هیبرید گسترده

فصل ۹: ملاحظات ویژه

۱. نکات ایمنی حین انجام آزمایش

سرفصل‌های عملی:

۱. بازدید و حضور منظم در آزمایشگاه برای آشنایی با تجهیزات و ادوات بارگذاری و ابزار دقیق
۲. انجام حداقل یک نمونه آزمایش سازه‌ای شامل طرح و ساخت نمونه، طرح ساختار آزمایش، برداشت اطلاعات، پردازش اطلاعات، مقایسه با نتایج تحلیلی-عددی
۳. بازدید از آزمایش‌های میدانی (در صورت امکان)

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، عکس و فیلم در کلاس به همراه جلسات عملی در آزمایشگاه برای آشنایی با تجهیزات و انجام آزمایش خواهد بود. پیشنهاد می‌گردد به ازای هر چند جلسه کلاس تئوری، یک جلسه عملی در آزمایشگاه برگزار گردد.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات تئوری و عملی، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

علاوه بر امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و نظایر آن‌ها، برای ارائه درس نیاز به دسترسی به آزمایشگاه سازه با حداقلی از امکانات زیرساختی کف قوی، جک‌های بارگذاری هیدرولیکی، سنسورهای اندازه‌گیری نیرو و تغییرمکان، و دستگاه ثبت داده‌ها می‌باشد.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Douglas C. Montgomery, Design and Analysis of Experiments. John Wiley and Sons, ۲۰۰۹.

۲- Gatti, C., Design of Experiments for Reinforcement Learning, Springer, ۲۰۱۵.

۳- Allen, T., Introduction to Engineering Statistics and Six Sigma, Springer, ۲۰۰۶.

٤- George E. P. Box, J. Stuart Hunter, and William G. Hunter, Statistics for Experiments, An introduction to design, data analysis and model building. Wiley Series in probability and Mathematical Statistics. John Wiley and Sons, ۱۹۷۸.

٥- Johansson, E., Kettaneh-Wold, N., Wikst, C., Design of Experiments, Principles and Applications. Umetrics Academy, ۲۰۰۰.

٦- Jack P. C. Kleijnen, Sensitivity Analysis of Simulation Experiments: Regression Analysis and Statistical Design, Mathematics and Computers in Simulation, ۳٤:۲۹۷-۳۱٥, ۱۹۹۲.

۷- William J. Diamond, Practical Experiment Designs: For Engineers and Scientists ۳rd Edition, Wiley, ۲۰۰۱.

۸- George E. P. Box, J. Stuart Hunter, William G. Hunter, Statistics for Experiments: Design, Innovation, and Discovery, ۲nd Edition, Wiley, ۲۰۰٥.

۹- Harry G. Harris, Gajanan M. Sabnis, Structural Modeling and Experimental Techniques, CRC Press, ۱۹۹۹.

۱۰-Nachtigal, C.L., Instrumentation and Control, John Wiley & Sons, ۱۹۹۰.

۱۱-Reese and Kawahara, Handbook of Structural Testing, Prentice Hall / Fairmont Press ۱۹۹۳.

۱۲-Malhotra and Carino, Handbook of Nondestructive Testing of Concrete, CRC Press, ۱۹۹۱.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

در صورت اخذ درس توسط دانشجویان با معلولیت جسمی-حرکتی، پیش‌بینی مسیر دسترسی مناسب برای ورود به آزمایشگاه و مشاهده‌ی فعالیت‌ها و مشارکت در آزمایش برای این دانشجویان ضروری است.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: طراحی لرزه‌ای سازه‌های ویژه			
عنوان درس به انگلیسی:	Seismic Design of Special Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری	☐ نظری-عملی
		☐ پروژه	
تعداد ساعت:	٤٨	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

- ارزیابی و تحلیل سازه‌های غیرساختمانی در مقابل زلزله به روش‌های ساده
- آشنایی دانشجویان با مدلسازی سازه‌های غیرساختمانی و تاثیر زلزله بر آن‌ها

پ) سرفصل‌ها:

۱. تعیین زلزله طرح و شتاب مبنای طرح سازه‌ای ویژه
۲. انواع سازه‌های ویژه و اهمیت لزوم بررسی مبانی رفتار لرزه‌ای آن‌ها
۳. بررسی ضوابط و مقررات آیین‌نامه‌ای موجود در مورد طراحی مقام سازه‌های ویژه در برابر زلزله
٤. مدلسازی تحلیلی انواع سازه‌های ویژه برای بررسی رفتار لرزه‌ای سازه‌های ویژه
٥. تقسیم‌بندی انواع سازه‌های ویژه از نظر رفتار لرزه‌ای شامل:
    ۱. دودکش‌های صنعتی فلزی و بتنی
    ۲. دکل‌های مخابراتی مهارشده و مهارنشده
    ۳. سیلوهای بتنی و فلزی
    ٤. برج‌های خنک‌کننده هذلولی
    ٥. لوله‌های مدفون
    ٦. تونل‌ها
    ۷. پل‌ها
    ۸. سدهای خاکی و بتنی
    ۹. سازه‌های دریایی (اسکله‌ها و موج‌شکن‌ها)
    ۱۰. دکل‌های مشبک انتقال نیرو
    ۱۱. برج‌های هوایی آب و مخازن زمینی و مدفون
    ۱۲. دیوارهای حائل بلند

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد

میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Michael, R., Lindeburg, K., McMullin, M., “Seismic Design of Building Structures”, ۱۱th Edition, Professional Publications, Inc ۲۰۱٤

۲- Richards, P. W., “Seismic Principles”, Create Space Independent Publishing Platform, ۱st Edition, ۲۰۱۷

۳- Williams, A., “Seismic and Wind Forces: Structural Design Examples”, ٥th Edition, ICC ۲۰۱۸

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: طراحی لرزه‌ای سازه‌ها بر اساس عملکرد			
عنوان درس به انگلیسی:	Performance-Based Seismic Design of Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با فرایند طراحی لرزه‌ای سازه‌ها بر اساس عملکرد

پ) سرفصل‌ها:

۱. فلسفه طراحی لرزه‌ای، طراحی بر اساس ظرفیت و طراحی بر اساس عملکرد و اشکالات روش‌های طراحی بر اساس نیرو
۲. تعریف اهداف عملکردی برای طراحی بر اساس سطوح عملکردی ساختمان و سطوح خطر زلزله، تعریف کیفی سطوح عملکرد مورد انتظار، کمی سازی سطوح عملکرد اساس خسارت اعضای سازه‌ای و غیر سازه‌ای
۳. مروری بر روش‌های مرسوم طراحی بر اساس عملکرد: بررسی و مقایسه روش‌های طراحی مستقیم بر اساس تغییر مکان، طراحی پلاستیک بر اساس عملکرد، روش‌های مبتنی بر تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی و روش‌های مبتنی بر تحلیل ریسک
٤. طراحی بر اساس عملکرد مطابق آیین نامه بارگذاری ASCE۷ : آشنایی با روش طراحی سازه‌های جدید مبتنی بر تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی جهت شامل تعیین طیف طرح، انتخاب و مقیاس کردن نگاشت‌های زلزله، مدل‌سازی غیرخطی سازه‌ها و تحلیل، تفسیر نتایج تحلیل دینامیکی غیرخطی و معیارهای پذیرش برای المان‌های تغییرمکان-کنترل و نیرو-کنترل
٥. طراحی بر اساس عملکرد مطابق FEMA P-٥٨: مفاهیم تصمیم‌گیری بر اساس ملاحظات چرخه عمر سازه شامل هزینه تعمیر، زمان تعمیر، هزینه بازسازی ناشی از فروریزش و عدم قطعیت‌های مربوطه، نحوه محاسبه هزینه تعمیر احتمالاتی جهت طراحی سازه‌ها بر مبنای تحلیل خطر، تحلیل شکنندگی و منحنی‌های شکنندگی اجزای ساختمان
٦. تعریف پروژه جهت طراحی سازه به یک روش طراحی بر اساس عملکرد و مقایسه با روش طراحی بر اساس نیرو

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- ASCE/SEI ۷-۲۲, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, ۲۰۲۲.

۲- FEMA P-۵۸, Seismic Performance Assessment of Buildings, ۲۰۱۸.

۳- ASCE/SEI ۴۱-۲۳, Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings, ۲۰۲۳.

۴- Priestley, M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky, M.J., Displacement Based Seismic Design of Structures, IUSS Press, ۲۰۰۷.

۵- Goel, S.C., Chao, S.H., Performance-Based Plastic Design: Earthquake-Resistant Steel Structures, ICC, ۲۰۰۸.

۶- NIST GCR ۱۷-۹۱۷-۴۵, Recommended Modeling Parameters and Acceptance Criteria for Nonlinear Analysis in Support of Seismic Evaluation, Retrofit, and Design, ۲۰۱۷.

۷- ATC-۱۱۴, Guidelines for Nonlinear Structural Analysis for Design of Buildings, ۲۰۱۷.

۸- ATC-۷۲, Modeling and Acceptance Criteria for Seismic Design and Analysis of Tall Buildings, ۲۰۱۰.

۹- TBI۲۰۱۷, Guidelines for Performance-Based Design of Tall Buildings, PEER, ۲۰۱۷.

۱۰- LATBSDC۲۰۲۰, An Alternative Procedure for Seismic Analysis and Design of Tall Buildings Located in Los Angeles Region, Los Angeles Tall Buildings Structural Design Council, ۲۰۲۰.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: ریسک و تاب‌آوری زیرساخت‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Infrastructure Risk and Resilience	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با مفهوم تاب‌آوری زیرساخت‌ها و طراحی بر اساس تاب‌آوری

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه
  - خطر
  - زیرساخت
  - پیامد
  - فجایع انسان ساخت
  - فجایع طبیعی
- مهندسی بر اساس تاب‌آوری
  - تعریف تاب‌آوری
  - فلسفه‌های طراحی (طراحی تنش مجاز، طراحی ضرایب بار و مقاومت، طراحی بر مبنای عملکرد، طراحی بر مبنای تاب‌آوری)
  - کمّی سازی تاب‌آوری
  - مشخصه‌های تاب‌آوری (استواری، کاردانی، سرعت‌عمل، افزونگی)
  - پایداری در مقابل تاب‌آوری
- کمّی سازی استواری با تحلیل ریسک
  - مدل شکنندگی
  - مدل تخفیف
  - چارچوب مهندسی زلزله بر اساس عملکرد PEER
  - چارچوب ATC ۱۳
  - چارچوبFEMA-NIBS
  - چارچوب تحلیل ریسک با استفاده از روش‌های قابلیت اعتماد (تحلیل قابلیت اعتماد چند مدلی، تحلیل ریسک تحت خطرات چندگانه)
- کاردانی با شبکه بیژین
- تحلیل بازیابی با استفاده از شبیه‌سازی

ت) روش یاددهی- یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۳۰ درصد	
میان‌ترم	۳۰ درصد	-
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد	-

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱) Cimellaro, G. P. (۲۰۱٦). Urban Resilience for Emergency Response and Recovery. Springer International Publishing, Switzerland.

۲) FEMA (۲۰۱۲). Seismic Performance Assessment of Buildings. FEMA P-٥٨, Federal Emergency Management Agency, Washington, DC.

۳) FEMA-NIBS (۲۰۱۲). Earthquake Loss Estimation Methodology, HAZUS Technical Manual. Federal Emergency Management Agency and National Institute of Building Sciences, Washington, DC.

٤) ATC (۱۹۸٥). Earthquake Damage Evaluation for California. ATC-۱۳, Applied Technology Council, Redwood City, CA .

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: طراحی پل			
عنوان درس به انگلیسی:	Bridge Engineering	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با طراحی پل‌های فولادی، بتن مسلح، و بتن پیش‌تنیده

پ) سرفصل‌ها:

۹. مقدمه: انواع پل‌ها، آیین‌نامه‌های طرح پل
۱۰. آشنایی با اجزای پل‌ها
۱۱. بارگذاری پل‌ها، خط تاثیر و ضرایب توزیع بار
۱۲. طراحی عرشه پل‌های فولادی
  - طرح پل‌های کامپوزیت دال-تیر (پل‌های با تیر I-شکل، پل‌های با تیر جعبه‌ای)
  - ملاحظات خستگی در طراحی پل فولادی
  - طراحی سیستم‌های مهاربندی برای پل‌های فولادی
  - طراحی فرایند نصب برای پایداری پل فولادی حین ساخت
۱۳. طراحی عرشه پل‌های بتنی
  - طراحی پل‌های تک‌عنصری دال بتن مسلح
  - طرح پل‌های بتن مسلح دال-تیر
  - طرح پل‌های بتن پیش‌تنیده به فرم دال و دال-تیر
  - ملاحظات تغییرشکل وابسته به زمان بتن در طرح پل‌های بتن مسلح و بتن‌پیش‌تنیده
۱٤. طراحی و اجرای دال بتنی برای عرشه پل‌های دال-تیر
۱٥. تکیه‌گاههای الاستومری
۱٦. اجزای تکمیلی عرشه
  - درز انبساط
  - نرده و حفاظ
  - سیستم جمع‌آوری آب سطحی
۱۷. طرح زیرسازه پل (Substructure)
  - آشنایی با اجزای زیرسازه‌ی پل و انواع آن
  - خسارت وارد بر پل‌ها در زلزله‌های گذشته
  - آشنایی با سیستم‌های باربرجانبی پل‌ها
  - طرح لرزه‌ای پل بر اساس روش مبتنی بر نیرو
  - طراحی پایه‌های بتنی تک‌ستونه و چند ستونه (Single- and multi-column bents) و پایه‌های دروازه‌ای (Straddle bents)
  - آشنایی با روش سست و بند برای طرح اجزای زیرسازه پل‌های بتن مسلح
  - آشنایی با طراحی فونداسیون سطحی و عمیق پل

۱۸. ملاحظات هیدرولیکی در طرح پل
- مطالعات هیدرولیکی، تعاریف و ضرورت
- آبشستگی و راهکارهای مقابله با آن
- محاسبات هیدرولیکی برای طرح پل

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین، و ذکر مثال کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۳۵ درصد
پروژه	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱-AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, ۹th Edition, ۲۰۲۰.

۲- R. Barker & J. Puckett, “Design of Highway Bridges: An LRFD Approach”, Wiley, ۲۰۱۳.

۳- Jim J. Zhao & Demetrios E. Tonias, “Bridge Engineering: Design, Rehabilitation, and Maintenance of Modern Highway Bridges”, McGraw Hill Education, ٤th Edition, ۲۰۱۷.

٤- Lin W. & Yoda T., “Bridge Engineering: Classifications, Design Loading, and Analysis Methods”, Butterworth-Heinemann, ۱st Edition, ۲۰۱۷

٥- Baidar Bakht & Aftab Mufti, “Bridges: Analysis, Design, Structural Health Monitoring, and Rehabilitation”, Springer, ۲۰۱٥.

٦- Wai-Fah Chen & Lian Duan, “Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Construction & Maintenance”, CRC Press, ۲۰۱٤.

۷- Wai-Fah Chen & Lian Duan, “Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Superstructure Design (Volume ٥)”, CRC Press, ۲۰۱٤.

۸- Wai-Fah Chen & Lian Duan, “Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Fundamentals (Volume ٤)”, CRC Press, ۲۰۱٤.

۹- طاحونی، شاپور، "طراحی پل (پل بتن مسلح، فولادی و پیش‌تنیده)"، چاپ دهم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۲

۱۰- نشریه ۱۳۹ - آیین نامه بارگذاری پلها، سازمان برنامه و بودجه، تجدیدنظر اول، ۱۳۷۹.

۱۱- نشریه ۸۰۰- آیین‌نامه راههای ایران (آرا)-آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های برون شهری، معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی و تولیدی امور نظام فنی و اجرایی، مشاورین و پیمانکاران، ۱۴۰۰.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: بتن پیش‌تنیده			
عنوان درس به انگلیسی:	Prestressed Concrete	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	☐ پایه	☒ نظری
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ تخصصی الزامی	☐ عملی
تعداد واحد:	۳	☒ تخصصی اختیاری ☐ پروژه/ رساله / پایان‌نامه	☐ نظری-عملی
تعداد ساعت:	۴۸	☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		☐ مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست	☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است

ب) هدف کلی:

محتوای این درس شامل آشنایی با رفتار و طراحی سازه‌های بتن پیش‌تنیده برای کاربردهای مختلف در ساختمان و پل‌سازی می‌باشد. دانشجویانی که با موفقیت این درس را پشت سر بگذارند قادر خواهند بود تا محاسبات مربوط به مسائل زیر را به انجام برسانند:

- طرح تیرهای بتن پیش‌تنیده در خمش
- طرح تیرهای بتن پیش‌تنیده در برش
- افت‌های نیروی پیش‌تنیدگی
- خیز تیرهای بتن پیش‌تنیده
- طرح دال‌های بتن پیش‌تنیده

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه: معرفی بتن پیش تنیده
- رفتار مکانیکی بتن و فولاد پیش تنیدگی
- تکنولوژی پیش تنیدگی در فرم‌های پیش‌کشیدگی و پس‌کشیدگی
- فلسفه طراحی اعضای پیش‌تنیده
- طراحی خمشی اعضای پیش‌تنیده برای حالت حدی بهره‌برداری
- طراحی خمشی اعضای پیش‌تنیده برای حالت حدی نهایی
- طراحی برشی اعضای پیش‌تنیده
- محاسبه و کنترل تغییرشکل‌های اعضای پیش‌تنیده
- افت پیش‌تنیدگی و روش‌های محاسبه‌ی آن
- اعضای پیش‌تنیده نامعین و روش متوازن نمودن بار
- دالهای پیش‌تنیده
- اعضای مرکب (کامپوزیت) پیش‌تنیده

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد

میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, ۹th Edition, ۲۰۲۰.

۲- ACI ۳۱۸R–۱۹ (۲۰۱۹). Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary. American Concrete Institute, Farmington Hills.

۳- A. E. Naaman and S.H. Chao, Prestressed Concrete Analysis and Design: Fundamentals, Techno Press ۳۰۰۰, ٤th Edition, ۲۰۲۲.

٤- Michael Collins & Dennis Mitchell, Prestressed Concrete Structures, Response Publications, ۱۹۹۷.

٥- T. Y. Lin & Ned H. Burns, Design of Prestressed Concrete Structures, Wiley, ۱۹۸۱.

٦- James Libby, Modern Prestressed Concrete: Design Principles and Construction Methods, Springer, ۱۹۹۰.

۷- Bijan Alami, Post-Tensioning: Concepts, Design, Construction, PTStructures, ۲۰۲۲.

۸- Federal Highway Administration (FHWA), Post Tensioning Tendon Installation and Grouting Manual, ۲۰۱۳.

۹- Christian Menn, Prestressed Concrete Bridges, Birkhäuser, ۲۰۱۱.

۱۰- Charles W. Dolan & H. R. (Trey) Hamilton, Prestressed Concrete: Building, Design, and Construction, Springer, ۲۰۱۹.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: طراحی سازه های غشایی و پوسته‌ای			
عنوان درس به انگلیسی:	Design of Membranes and Shells	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با روش‌های طراحی غشاها و پوسته‌های بتنی و فلزی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه
- غشاها
  - علائم و تعاریف
  - غشاهای با محور تقارن
  - غشاهای با ضخامت متغیر و تنش یکنواخت
  - تغییرشکل غشاهای با محور تقارن
  - بارگذاری نامتقارن
  - غشاهای استوانه‌ای
  - کاربرد تابع تنش
  - اجزای محدود غشا
- پوسته‌های استوانه‌ای
  - بارگذاری متقارن نسبت به محور استوانه
  - مسائل خاص
  - مخازن تحت فشار
  - مخازن استوانه‌ای با ضخامت یکنواخت
  - مخازن استوانه‌ای با ضخامت متغیر
  - تنش‌های حرارتی
  - حل پوسته استوانه‌ای با تغییرشکل محوری ناچیز
  - روش‌های عددی و اجزای محدود
- پوسته‌های با محور و بارگذاری متقارن
  - معادلات تعادل
  - پوسته‌های کروی با ضخامت ثابت
  - روش‌های تقریبی در حل پوسته‌های کروی
  - پوسته‌های کروی با حلقه
  - خمش متقارن پوسته‌های کم‌عمق
  - پوسته‌های مخروطی

- روش‌های عددی و اجزای محدود
- ناپایداری غشا و پوسته
  - ناپایداری غشا
  - ناپایداری پوسته کم عمق
  - ناپایداری پوسته عمیق
  - روش اجزای محدود
- طراحی غشا و پوسته بتنی
  - استفاده از نتایج تحلیل برای طراحی تسلیح در پوسته
  - طراحی غشاهای بتنی و تسلیح آن‌ها برای نیرو در صفحه
  - تحلیل و طراحی سقف‌های غشایی و پوسته‌ای با نرم‌افزار
- طراحی غشا و پوسته فلزی
  - معیارهای طراحی مخازن و ظروف فلزی
  - طراحی مخازن تحت فشار
  - تحلیل و طراحی با نرم‌افزار

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- M. Farshad, Design and Analysis of Shell Structures, Kluwer Academic Publishers, ۱۹۹۲.

۲- محمود گلابچی و کتایون تقی‌زاده، پوسته‌ها و سازه‌های ورق تا شده برای معماران و مهندسان عمران، دانشگاه تهران، ۱۳۹۳.

۳- David P. Billington, Thin Shell Concrete Structures, McGraw-Hill College; Subsequent edition, ۱۹۸۱.

۴- Aurel A Beleş, Elliptic and Hyperbolic Paraboloidal Shells Used in Constructions, Editura Academiei Române, ۱۹۷۶.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: تحلیل و طراحی سازه‌ها در برابر آتش			
عنوان درس به انگلیسی:	Structural Fire Engineering	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با آتش به عنوان یک سناریوی تهدید کننده ایمنی سازه‌ها
- یادگیری روش‌های تامین ایمنی سازه‌ها در برابر آتش با کاربرد روش‌های تجویزی آیین‌نامه‌ای و روش‌های نوین عملکردی
- آشنایی با کلیات ارزیابی سازه‌های برجامانده از آتش‌سوزی

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: آشنایی با طرح سازه‌ها در برابر آتش
   - گستره تهدید آتش‌سوزی برای سازه‌ها
   - ایمنی در برابر آتش‌سوزی و نقش مهندسان سازه
   - مروری بر رویکردهای آیین‌نامه‌ای در طراحی سازه‌ها در برابر آتش
   - مروری بر رویکردهای نوین در طرح سازه‌ها در برابر آتش
۲. شناسایی و تعریف مشخصات برای آتش
   - انواع سوخت
   - شروع و رشد اتش‌سوزی
   - آتش پیش و پسا برافروختگی
   - آتش طراحی
   - نمودارهای دما-زمان برای توصیف آتش
۳. اصول انتقال حرارت
   - تعاریف اولیه
   - رسانش
   - همرفتی
   - تابش
٤. تاثیر دمای بالای ناشی از آتش‌سوزی بر خواص مواد
   - رفتار فولاد در دمای بالا
   - رفتار بتن در دمای بالا
   - کمیت‌های آیین‌نامه‌ای برای مشخصات بتن و فولاد
٥. روش‌های محافظت از اعضای سازه‌ای در برابر افزایش دما در آتش
   - کاربرد بتن
   - کاربرد مواد افسری شونده
   - کاربرد پوشش‌ها و رنگ‌های مخصوص
   - کاربرد تخته‌های گچی

- روش‌های دیگر

۶. رویکردهای طراحی تجویزی (آیین‌نامه‌ای) برای عایق‌سازی سازه‌ها در برابر آتش
   - مسیر کلی روش طرح آیین‌نامه‌ای
   - آزمایش کوره استاندارد و درجه آتش‌پادی
   - الزامات عایق‌بندی حرارتی بر اساس مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران
   - ملاحظات مربوط به سازه‌های فولادی از مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران
   - ملاحظات مربوط به سازه‌های بتن مسلح از مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران
   - مشکلات روش تجویزی و نیاز به رویکردهای محاسباتی-عملکردی
۷. محاسبات انتقال حرارت برای اعضای سازه‌ای در معرض آتش‌سوزی
   - تحلیل انتقال حرارت برای پدیده‌های رسانش، همرفتی، و تابش
   - روش‌های ساده شده
   - کاربرد نرم‌افزارهای کامپیوتری عمومی اجزای محدود و نرم‌افزارهای اختصاصی شبیه‌سازی آتش
۸. تحلیل رفتار مکانیکی سازه‌ها در زمان آتش‌سوزی
   - محاسبه نیروها در اثر تنش‌های حرارتی
   - اعمال تغییر در مشخصات مصالح در دمای بالا
   - روش‌های ساده شده برای محاسبات اعضا
   - مدلسازی کامپیوتری با نرم‌افزارهای اجزای محدود
   - فرایند طرح عملکردی سازه‌ها در برابر آتش
۹. ارزیابی سازه‌های برجا مانده از آتش‌سوزی
   - مشخصات مکانیکی پساحرارتی بتن و فولاد
   - پیوستگی پساحرارتی بین بتن و فولاد در سازه
   - تحلیل سازه برجا مانده از آتش‌سوزی با کاربرد نرم‌افزارهای اجزای محدود

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۳۵ درصد
پروژه	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Buchanan, Andrew and Abu, Anthony و "Structural Design for Fire Safety," Wiley, ۲۰۱۷.

۲- Venkatesh Kodur and M. Z. Naser, "Structural Fire Engineering," McGraw Hill, ۲۰۲۰.

۲- Kevin LaMalva and Danny Hopkin, "International Handbook of Structural Fire Engineering", Springer, ۲۰۲۱.

۳- J. P. Rodrigues, “Structural Fire Engineering: From Principles to Design,” Elsevier, ۲۰۲۱.

٤- Maged Youssef, “Performance-Based Design in Structural Fire Engineering”, MDPI AG, ۲۰۲۲.

٥- Wang, Y., Burgess, I., Wald, F., and Gillie, M. “Performance-Based Fire Engineering of Structures.” CRC Press, ۲۰۱۳.

٦-J.A. Purkiss, “Fire Safety Engineering Design of Structures,” Butterworth-Heinemann, ۱۹۹٦.

۷- “Final Report on the Collapse of the World Trade Center Towers”, Report NIST NCSTAR ۱, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, September ۲۰۰٥.

۸- Incropera, F., DeWitt, D., Bergman, T. and Lavine, A., “Fundamentals of Heat and Mass Transfer,” ٦th Edition, Wiley, ۲۰۰۷.

۹-“Fire Protection Handbook – Volumes ۱ and ۲,” ۲۰th Edition, National Fire Protection Association, ۲۰۰۸.

۱۰- “SFPE Handbook of Fire Protection Engineering,” ٤th Edition, Society of Fire Protection Engineers, ۲۰۰۸.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: تئوری انفجار و طراحی سازه در برابر آن			
عنوان درس به انگلیسی:	Blast Theory and Design of Structure	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- اشنایی با مکانیزم انفجار، انتشار موج، و نفوذ و اصول طراحی سازه‌های مقاوم در برابر انفجار

پ) سرفصل‌ها:

۱. بررسی مکانیزم انفجار: مروری بر قوانین اساسی ترمودینامیک و روابط مشخص‌کننده حالت محیط و تحولات مختلف – معادلات اساسی جریان سیالات تراکم‌پذیر غیرلزج (معادلات حرکت-پیوستگی وانرژی) – اصل بقای جرم – اصل بقای حرکت – بقای انرژی – بررسی معادلات حرکت ماده منفجره
۲. مروری بر انتشار امواج در محیط‌های مختلف: انتشار امواج در جامدات – نحوه انتشار امواج در هوا بصورت حرکت آزاد - بارگذاری سازه‌های سطحی در اثر انفجار هوا – انفجار امواج در راهروهای ورودی سازه‌های مقاوم – انتشار امواج انفجاری در آب
۳. بررسی مکانیزم نفوذ: بررسی اثرات فیزیکی سلاح‌ها برروی خاک، سازه‌های مدفون در خاک و سازه‌های روی سطح – بررسی مکانیک نفوذ موج‌ها در اهداف بتنی – بررسی پدیده نفوذ در حالت اصابت مستقیم و حل معادله نفوذ – انتشار امواج در محیط الاستوپلاستیک (براساس قانون بنیادی پیشنهادی) در اثر برخورد مستقیم سلاح – بررسی اثرات سطحی، عمقی و موضعی – بررسی اثرات حرارتی در هوا، سطح، داخل خاک و مصالح
٤. مصالح مصرفی در سازه‌های مقاوم در برابر انفجارات کلاسیک (بتن-فولاد-خاک) و رفتار آن‌ها تحت‌اثر بارهای کوتاه‌مدت و سازه‌های کامپوزیتی
٥. بررسی نحوه عملکرد عوامل کاهش‌دهنده یا خنثی‌کننده اثرات انفجار
٦. مشخصات هندسی سازه‌های مختلف مقاوم در انفجار، طراحی دال‌ها و دیوارها در برابر بارهای انفجاری
۷. تحلیل سازه‌ها در مقابل بارهای انفجاری دینامیکی (رفتار الاستوپلاستیک) و روش معادل استاتیکی (با تاکید بر شکل‌پذیری مصالح)
۸. بررسی اثرات انفجار در فروریزی عمدی سازه‌ها

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱-ASCE. (۲۰۱۰). "Design of Blast Resistant Buildings in Petrochemical Facilities." Petrochemical Committee, Task Committee on Blast Resistant Design, ASCE, New York.

۲- Baker, W. E., Cox, P. A., Westine, P. S., Kulesz, J. J., and Strehlow, R. A. (۱۹۸۳). Explosion Hazards and Evaluation, Elsevier Scientific, Amsterdam, Netherlands.

۳-Bangash, M. Y. H., and Bangash, T. (۲۰۰۶). Explosion-Resistant Buildings: Design, Analysis, and Case Studies, Springer, Berlin.

۴-Dusenberry, D. O. (۲۰۱۰). Handbook of Blast Resistant Design of Buildings, Wiley, Hoboken, NJ.

۵-FEMA. (۲۰۰۵). "Risk Assessment: A How-to Guide to Mitigate Potential Terrorist Attacks." FEMA ۴۵۲, Washington, DC.

۶-Krauthammer, T. (۲۰۰۸). Modern Protective Structures, CRC Press, Boca Raton, FL.

۷-Mays, G. C., and Smith, P. D. (۱۹۹۵). Blast Effects on Buildings, Thomas Telford, London.

۸-Smith, P. D., and Hetherington, J. G. (۱۹۹۴). Blast and Ballistic Loading of Structures, Butterworth Heinemann, Oxford, U.K.

۹-AISC (۲۰۱۳). "Design Guide ۲۶: Design of Blast Resistant Structures."

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: مصالح نوین در مهندسی سازه			
عنوان درس به انگلیسی:	Modern Construction Materials	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مصالح نوین در سازه‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه: ضرورت کاربرد مصالح نوین در مهندسی سازه و انواع آن‌ها
- بتن‌های خاص
  - بتن‌های توانمند
  - بتن‌های فوق توانمند
  - بتن سبک
  - بتن‌های پلیمری
  - بتن‌های الیافی
  - بتن‌های خودتراکم
  - بتن‌های ژئوپلیمری
  - بتن گوگردی
  - بتن غلتکی
  - بتن دارای مواد نانو
  - بتن خودترمیم
  - کامپوزیت سیمانی مهندسی شده ECC
- مصالح زیستی و زیست-تخریب‌پذیر
  - بامبو
  - میسلیوم
- مواد حافظه‌دار شکلی
- کاربرد چاپ سه‌بعدی در مهندسی سازه

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر ۲۰ درصد

میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- P. K. Mehta and J. M. Monteiro, “Concrete: Microstructure, Properties, and Materials,” McGraw-Hill Professional, ۳rd Edition, ۲۰۰۵

۲- Sidney Francis, Sidney Mindess, David Darwin, “Concrete,” Prentice Hall, ۲۰۰۲.

۳- A. Neville, “Properties of Concrete,” Prentice Hall, ۵th Edition, ۲۰۱۲.

٤-K. H. Khayat, D. Feys, “Design, Production, and Placement of Self-Consolidating Concrete,” Springer, ۲۰۱۰.

۵- Edward Nawy, “Fundamentals of High-Performance Concrete,” Wiley, ۲۰۰۰.

٦-M. Schmidt, E. Fehling, C. Glozbach, S. Frohlich, S. Pitrowski, “Ultra High-Performance Concrete and Nanotechnology in Construction,” Kassel University Press, ۲۰۱۲.

۷-M.D. Thomas, R.D. Hooton, A.Scott, H.Zibarab, “Supplementary Cementitious Materials in Concrete,” Elsevier, ۲۰۱۲.

۸-J. L. Clarke, “Structural Lightweight Aggregate Concrete,” CRC Press, ۲۰۱٤.

۹- Antonio Concilio and Leonardo Lecce, “Shape Memory Alloy Engineering: For Aerospace, Structural and Biomedical Applications,” Butterworth-Heinemann, ۲۰۱٤.

۱۰- Yan Xiao, “Engineered Bamboo Structures,” CRC Press, ۲۰۲۲.

۱۱- Mitchell Jones, Andreas Mautner, Stefano Luenco, Alexander Bismarck, Sabu John, “Engineered Mycelium Composite Construction Materials from Fungal Biorefineries: A Critical Review,” Materials and Design, Elsevier, ۲۰۲۰.

۱۲- Dirk Hebel and Felix Heisel, “Cultivated Building Materials,” Birkhäuser, ۲۰۱۷.

۱۳- Jay G. Sanjayan, Ali Nazari, Behzad Nematollahi, “۳D Concrete Printing Technology: Construction and Building Applications,” Butterworth-Heinemann, ۲۰۱۹.

۱٤- Bárbara Rangel, Ana Sofia Guimarães, Jorge Lino, and Leonardo Santana, “۳D Printing for Construction with Alternative Materials,” Springer, ۲۰۲۳.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: دوام بتن			
عنوان درس به انگلیسی:	Concrete Durability	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی تخصصی با مکانیزم‌های مخرب بتن از قبیل واکنش قلیایی سنگدانه‌ها، حمله‌ی سولفات‌ها، صدمه ناشی از چرخه‌های ذوب و یخ، خوردگی، حمله اسید، و ترک‌خوردگی
- آشنایی با شبیه‌سازی عمر و طراحی بر مبنای دوام بتن

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه: مروری مختصر بر تکنولوژی و ریزساختار بتن
- پدیده‌های انتقال جرم در بتن
  - نفوذپذیری
  - انتشار
  - جذب سطحی
- واکنش‌های قلیایی سنگدانه‌ها
  - مکانیزم‌ها
  - روش‌های پیش‌گیری
  - اثرات بر روی خواص مکانیکی مصالح
  - اثرات بر روی سازه‌ها
- حمله سولفاتها
  - حمله سولفات خارجی
  - حمله سولفات داخلی (DEF)
  - حمله نمک فیزیکی
  - تشکیل تائوماسیت
- صدمه ناشی از چرخه‌های ذوب-یخ
  - ترک‌خوردگی داخلی
  - پوسته شدن سطحی
  - ترک‌خوردگی D
- خوردگی آرماتور در بتن
  - خوردگی ناشی از یون کلرید
  - خوردگی ناشی از کربوناسیون
- حمله اسیدی
- ترک‌خوردگی بتن در اثر جمع‌شدگی
  - جمع‌شدگی پلاستیک
  - جمع‌شدگی خودبخودی

- جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن
- جمع‌شدگی حرارتی

- پیش‌بینی و مدلسازی عمر بهره‌برداری
- طراحی مبتنی بر دوام بتن

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Concrete Durability, Thomas Dyer, CRC Press, ۲۰۱٤.

۲- Durability of Concrete: Design and Construction, Mark Alexander, Arnon Bentur, Sidney Mindess, CRC Press, ۲۰۱۷.

۳- Durability Design of Concrete Structures in Severe Environments, Odd E. Gjørv, CRC Press, ۲۰۱٤.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: پایایی در مهندسی سازه			
عنوان درس به انگلیسی:	Sustainability in Structural Engineering	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مفهوم توسعه پایدار در حیطه ساخت و ساز و روش‌های کمّی سازی ارزیابی پایایی

پ) سرفصل‌ها:

- تعاریف: آشنایی با مفاهیم پایایی و توسعه پایدار و نقش رشته‌های مختلف مهندسی در دستیابی به توسعه پایدار
  - اهمیت پایایی
  - تحلیل تعامل پیچیده بین بشر و محیط
  - اهمیت پایایی در بحث‌هایی نظیر انرژی‌های تجدیدپذیر، کیفیت آب، و نظایر آن در سطح محلی، ملی، و بین‌المللی
  - مدلهای رشد جمعیت، مصرف غذا، آلودگی هوا، و منابع آب
  - مشکلات مصرف زمین، شهری سازی (Urbanization)، و منابع انرژی و مواد
- معیارهای طراحی و ساخت پایا
  - رویکردهای کلی
  - روش‌های کمّی سازی میزان پایایی
  - تعریف ساختمان سبز
  - روش LEED
- رویکردها و روش‌های طراحی پایا در مهندسی سازه
  - کاربرد مواد بازیافتی
  - تهیه مصالح و تولید محلی
  - بهبود دوام و کاهش نیاز به نگهداری
  - طراحی با هدف تطابق‌پذیری
  - کاربرد مجدد ساختمان‌ها، اعضای سازه‌ای، و سازه‌های غیرساختمانی
- ارزیابی چرخه‌ی عمر
  - مولفه‌های ارزیابی چرخه‌ی عمر
  - توازن مصالح و انرژی
  - محاسبه‌ی اثرات زیست‌محیطی
  - محاسبه‌ی هزینه‌های چرخه‌ی عمر
  - آشنایی با پایگاه‌های داده برای محاسبات چرخه عمر
  - ابزار محاسباتی برای مدلسازی چرخه‌ی عمر
- مصالح پایا
  - بتن
  - مصالح بنایی
  - فولاد

- چوب
- مصالح طبیعی
- مصالح زیست‌پایه

- طرح زیرساخت‌های پایا

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Sustainability Guidelines for the Structural Engineer, Dirk M. Kestner, Jennifer Goupil, & Emily Lorenz, American Society of Civil Engineers, ۲۰۱۰.

۲- Fundamentals of Sustainability in Civil Engineering, Andrew Braham, CRC Press, ۲۰۱۷.

۳- Sustainable Infrastructure: The Guide to Green Engineering and Design, S. Bry Sarte, Wiley, ۲۰۱۰.

٤- Introduction to Sustainable Infrastructure Engineering Design, Edward S. Neumann, Pearson, ۲۰۱۵.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: خستگی مواد و سازه‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Fatigue of Materials and Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با پدیده خستگی مواد و سازه‌ها
- آموزش روش‌های تخمین عمر سازه
- آموزش طراحی سازه برای خستگی
- موارد کاربرد در فلزات، سرامیک‌ها، سازه‌های بتنی، سد، مخازن، سازه‌ها و اتصالات فولادی، شکست گسل‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- تعاریف
  - تعریف خستگی، انواع خستگی: کم‌چرخه و پرچرخه، خستگی حرارتی، خستگی سطحی، خستگی خوردگی، خستگی سایشی، جوانه زنی ترک، رشد ترک، بسته‌شدن ترک، مکانیزم آسیب خستگی، پدیده رچتینگ
  - نمونه سازه‌هایی که به دلیل خستگی دچار فروریزش شدند
  - مروری مختصر بر تئوری الاستیسیته و پلاستیسیته: معادلات ساختاری، تانسور سفتی، قوانین تبدیل تنش وکرنش، تنش و کرنش متناوب، کرنش الاستیک و پلاستیک، انرژی کرنشی، سخت شدن ایزوتروپیک و سینماتیک، نرم شدن و سخت شدن سیکلی، حلقه هیسترزیس
- روش‌های طراحی خستگی
  - معیارهای طرح خستگی، طراحی عمر نامحدود، طراحی عمر محدود، طراحی مطمئن، طراحی بر اساس واماندگی مطمئن، طراحی بر مبنای آسیب قابل تحمل
- مدل‌های تخمین عمر خستگی
  - روش‌های تنش پایه، عوامل موثر بر منحنی S-N، اثر تنش متوسط، روش‌های کرنش‌پایه
  - بارگذاری با دامنه متغیر، مفهوم آسیب، تئوری آسیب انباشته خطی و غیرخطی، اثر متقابل بارها، روش‌های شمارش سیکل‌ها
- خستگی بر مبنای مکانیک شکست
  - مکانیک شکست الاستیک خطی، ضریب شدت تنش، روش‌های محاسبه شدت تنش در راس ترک، چقرمگی شکست، پلاستیسیته نوک ترک، منحنی FCG، معادله پاریس، ترک‌های خستگی کوچک، آنالیز سطح شکست
  - ترک خستگی مود ترکیبی شامل جهت رشد ترک‌ها، معیارهای رشد ترک، بررسی اثر تنش متوسط در رشد ترک
- خستگی قطعات ترک‌دار و خستگی چند محوره
  - ضریب خستگی شکاف، تحلیل تنش و کرنش شکاف، تحلیل تنش قطعات دارای ترک، پلاستیسیته نوک ترک
  - مدل ایروین
  - خستگی چندمحوره، مدل‌های تنش‌پایه، مدل‌های کرنش‌پایه و انرژی‌پایه
- طراحی برای خستگی در آیین‌نامه‌های طراحی
  - تنش‌های طراحی برای ارزیابی خستگی، طیف تنش طراحی، ضرایب اطمینان برای طراحی خستگی
  - معیارهای شکست خستگی، هیستوگرام تنش‌ها، ارزیابی خستگی
  - مدل‌سازی اجزای محدود اثر خستگی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۵۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Metals Handbook, ASM ۱۹۸۵.

۲-ISO standard ۳۷۳-۱۹٦٤.

۳-AASHTO. Standard Specifications for Highway Bridge. American Association of State Highway and Transportation Officials, ۱۹۹۲.

٤-Radaj, D., and Vormwald, M. Advanced Methods of Fatigue Assessment. Springer, ۲۰۱۳.

٥-Schijve, J. Fatigue of Structures and Materials. Springer, ۲۰۰۹.

٦-P.C. Paris and F. Erdogan, "A Critical Analysis of Crack Propagation Laws," Tran. ASME, Vol ۸٥, No. ٤, ۱۹٦۳.

۷-J.M. Barsom, "Fatigue Crack Propagation," Trans, ASME, Ser. B, No. ٤, ۱۹۷۱.

۸- J. W. Fisher, "Bridge Fatigue Guide: Design and Details," American institute of Steel Construction, New York, ۱۹۷۷.

۹- J. W. Fisher B. M. Barthelemy, D. R. Mertz, and J. A. Edinger, "Fatigue Behavior of Full-Scale Welded Bridge Attachments," NCHRP Report ۲۲۷, ۱۹۸۰.

۱۰-S. Kalluri and P. Bonacuse, Multiaxial Fatigue and Deformation: Testing and Prediction, STP۱۳۸۷-EB, ASTM International, ۲۰۰۰.

۱۱-J. W. Fisher, Fatigue and Fracture in Steel Bridges: Case Studies. Wiley, ۱۹۸٤.

۱۲-M. Shahverdi, Mixed-Mode Static and Fatigue Failure Criteria for Adhesively Bonded FRP Joints. PhD Thesis, EPFL, Switzerland, ۲۰۱۳.

۱۳- M. Shahverdi, "Mode I Fatigue and Fracture Behavior of Adhesively Bonded Pultruded Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) Composite Joints," Book Chapter, Woodhead Publishing Limited, ۲۰۱٤.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: اصول طراحی سازه‌های دریایی			
عنوان درس به انگلیسی:	Basic Design of Marine Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با روش‌های مختلف طراحی انواع اسکله‌ها و موج‌شکن‌های ثابت دریایی

پ) سرفصل‌ها:

- آشنایی کلی با انواع سازه‌های دریایی
- بررسی مسائل جانمایی سازه‌های دریایی
- برآورد و تخمین نیروهای وارد بر سازه‌های دریایی (امواج، طوفان، جریان‌های دریایی و ...)
- طراحی انواع اسکله‌های ثابت (شمع و عرشه-صندوقه-سپری)
- طراحی انواع موج‌شکن‌های شیبدار (سنگی یا بتنی)
- طراحی دیوارهای ساحلی
- اصول طراحی انواع ضربه‌گیرها (فندر)
- روش‌های حفاظت، نگهداری، و تعمیر در سازه‌های دریایی و اهمیت آن
- طراحی انواع سازه‌های مقاوم دریایی در برابر زلزله
- آشنایی با روش‌های متعارف ترمیم و تعمیر انواع سازه‌های دریایی
-

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- اصول مهندسی دریا، ترجمه دکتر خسرو برگی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۱۳۹۷
۲- Tsinker, G. P., “Marine Structures Engineering: Specialized Applications”, Springer, ۱۹۹۵th Edition, ۲۰۱۲.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: سکوهای دریایی			
عنوان درس به انگلیسی:	Offshore Platforms	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با انواع کارکردهای سکوهای دریایی و متعلقات انها، بارهای متنوع وارده در مراحل مختلف ساخت و نصب و در حین سرویس و بعد از آن، با تاکید بر مبانی رفتاری و کاربردی سکوهای دریایی شابلونی فولادی خصوصا در خلیج فارس و مدلسازی و تحلیل های تعیین کننده در طراحی اعضای مختلف

پ) سرفصل‌ها:

۱- معرفی انواع سکوهای دریایی و کاربری آنها (ثابت فلزی، ثابت بتنی، ثابت پایه کششی، شناور و ...)
۲- معرفی آیین نامه های متداول طراحی و ضوابط هر کدام با تاکید بر API RP۲A و DnV و Lloyd's
۳-جانمایی سکوها و بررسی موضوعات مرتبط با آن (نقطه نظرات عملیاتی و بهره برداری- نقطه نظرات زیست محیطی- بررسی های محلی سایت-پی- مسائل ایمنی)
۴-نیروهای مختلف اعمالی بر سکوها و معرفی بارگذاری های ترکیبی برای طراحی (انواع بارگذاری های خارجی محیطی شامل موج، جریان و زلزله، بار مرده و زنده، بارگذاری حین ساخت و در زمان حمل، نصب و استقرار (بهره برداری) و بارگذاری ویژه مثل ضربه کشتی)
۵- مدل سازی و معرفی تحلیل های مختلف سکوها در برابر نیروهای مختلف در موقع ساخت، حمل، نصب و در حال سرویس
۶- معرفی طراحی اتصالات لوله ای اجزا مورد استفاده در سکوهای ثابت شابلونی فولادی
۷- آشنایی با آنالیز و طراحی بر پایه مقاومت اعضا و خستگی اتصالات لوله ای در سکوها (مقاومت استاتیکی، اتصالات تقویت شده، تمرکز تنش و روابط تقریبی، تحلیل خستگی) و آشنایی با روش پیشنهادی API در مراحل فوق
۸-آشنایی با مبانی طراحی پی ها، شامل مبانی طرح شمع ها و شمع کوبی (Pile & Drivability Design)، پایداری سکو بر بستر بدون شمع (Unpiled Stability)
۹- آشنایی با سازه های الحاقی (نظیر پهلو گیر کشتی، ضربه گیر، پل ارتباطی) و تجزیه و تحلیل و طراحی آنها
۱۰- مصالح مصرفی در ساخت سکوها و خواص آنها
۱۱- روش های ساخت و برپاکردن جاکت و عرشه در یاردهای اجرایی سکوها
۱۲-روش های نصب و استقرار سکوها، شامل جاکت، عرشه و پلها
۱۳-آشنایی با مراحل راه اندازی سازه ای سکو، بازرسی، نگهداری و تعمیر و بازسازی سکوها، گزینه های بعد از توقف تولید و برچیدن

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
میان‌ترم	۱۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱-API-RP۲A ۲۲nd Edition, ۲۰۱٤ (WSD)

۲-DNVGL-OS-C۲۰۱, Structural Design of Offshore Units - WSD method

۳-Lloyds Register of Shipping (LRS), ۲۰۱٥

٤-S. K. Chakrabarti (Ed.), Handbook of Offshore Engineering, Two Volumes, Elsevier ۲۰۰٥.

٥-D.V. Reddy, A.S.J. Swamidas, Essentials of Offshore Structures: Framed and Gravity Platforms, CRC Press ۲۰۱٤

٦-G Clauss, E Lehmann and C Ostergaard, Offshore Structures: Volume I • Conceptual Design and Hydromechanics, Springer ۱۹۹۲.

۷- B. C. Gerwick, Construction of Marine and Offshore Structures, CRC press ۲۰۰۷

۸- El-Reedy, M. A., Marine Structural Design Calculations, Elsevier Ltd ۲۰۱٥

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: سازه های هوشمند			
عنوان درس به انگلیسی:	Smart Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- شناخت مصالح هوشمند و استفاده از آن‌ها در سازه‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- مفاهیم اولیه: تعاریف، مدلسازی ریاضی و فرمول‌بندی کلاسیک و مدرن سیستم‌های دینامیکی
- میرایی در سازه‌ها: میرایی کلاسیک و غیرکلاسیک
- سازه‌های با سختی و میرایی وفق پذیر
- مصالح هوشمند: آلیاژهای حافظه‌دار شکلی، مواد پیزوالکتریک، سیالات هوشمندMR و ER و نظایر آن‌ها
- الگوریتم‌های کنترل: Sky-hook، Ground-hook، PID و کنترل فازی
- تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل هوشمند به روش Root-Locus
- تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل هوشمند به روش پاسخ فرکانسی
- پردازش سیگنال (انالیز فوریه، تبدیل موجک و ...)
- روش همبستگی تصاویر دیجیتال DIC در اندازه‌گیری میدان تغییرمکان و کرنش
- سنسورها: فیبر نوری، پیزوالکتریک و ... و کلیاتی در خصوص وسایل برداشت و ضبط داده

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۱۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۶۰ درصد
پروژه	۱۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Srinivasan A. V. and McFarland, D. M., (۲۰۰۱) Smart Structures: Analysis and Design, Cambridge University Press.

۲- Ogata, K. (۲۰۱۰) Modern Control Engineering, Prentice-Hall, ۲۰۱۰.

۳-Jalili, N. (۲۰۱۰) Piezoelectric-Based Vibration Control: From Macro to Micro/Nano Scale Systems, Springer.

٤-Culsaw, B. (۱۹۹٦) Smart Structures and Materials, Artec house.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: مهندسی ارزش			
عنوان درس به انگلیسی:	Value Engineering	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- هدف از این درس، شناخت مفهومی تکنیک مهندسی ارزش به عنوان یکی از ابزارهای موثر مدیریت پروژه‌های ساختمانی و تسلط به کاربرد صحیح آن در صنعت ساختمان است.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه: تاریخچه، و موارد کاربرد مهندسی ارزش، به ویژه در صنعت ساختمان
- تجربیات استفاده از تکنیک مهندسی ارزش در ایران و جهان
- اصول و مفاهیم ارزش، رویکردهای اساسی مهندسی ارزش
- پلان کاری فرایند مطالعه ارزش
- اقدامات لازم پیش از کارگاه مطالعه ارزش شامل:
  - تعریف و تبیین موضوع و محدوده مطالعه
  - شرایط لازم و چگونگی انتخاب مدیرکارگاه و دستیاران و ترکیب اعضای کارگاه
  - جمع‌آوری و توزیع اطلاعات
  - شرایط فیزیکی و تامین امکانات و تجهیزات لازم و زمان‌بندی کارگاه
- روش تفکیک و تعریف اجزاء، تعریف و نامگذاری کارکردها
- تحلیل هزینه و بها، تحلیل هزینه طول عمر، تعیین شاخص ارزش و فرجه کارکردها
- طبقه‌بندی و تحلیل ارتباط کارکردها، ترسیم دیاگرام FAST تکنیکی و مشتری گرا
- شرایط لازم برای خلاقیت حداکثری، تکنیک طوفان فکری، ایده‌پردازی و جمع‌آوری ایده‌ها
- طبقه‌بندی و گزینش ایده‌ها با توجه به امکان اجرا و بهبود وارزیابی مقدماتی
- تعریف و تعیین معیارهای شایستگی و وزن‌دهی آن
- ارزیابی ایده‌های منتخب براساس معیارهای شایستگی و تعیین گزینه‌های برتر
- مرور فرایندها و توسعه ایده ها
- روش ارائه و به چالش کشیدن و جمع‌آوری انتقادها و پیشنهادها و ارزیابی آن‌ها
- مستندسازی و تهیه گزارش کارگاه
- اقدامات و پی‌گیری‌های بعد از مطالعه
- ارزیابی هزینه طول عمر با احتساب کل هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی
- ارزش زمانی پول و محاسبات ارزش فعلی
- کلیات تحلیل ریسک و چگونگی اعمال آن در فرایند کارگاه مطالعه ارزش
- تحلیل مقایسه‌ای تکنیک مهندسی ارزش و دیگر روش‌های مدیریت بهینه‌سازی
- سایر موارد مرتبط و جمع‌بندی
- برگزاری کارگاه برای پروژه‌های موردی برای ایجاد تسلط عملی بر فرایند مهندسی ارزش

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، و آزمون پایان‌ترم

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Lawrence D. Miles, Techniques of Value Analysis and Engineering, Lawrence D. Miles Value Foundation, ۲۰۱۵.

۲-Alphonse Dell'Isola, Value Engineering: Practical Applications...for Design, Construction, Maintenance and Operations, RSMeans, ۱۹۹۷.

۳- Donald E. Parker, Value Engineering Theory, Lawrence D. Miles Value Foundation, ۱۹۹۸.

٤- Carlos Fallon, Value Analysis, Miles Value Foundation, ۱۹۸۰.

٥- Abate O. Kassa, Value Analysis and Engineering Reengineered: The Blueprint for Achieving Operational Excellence and Developing Problem Solvers and Innovators, Productivity Press, ۲۰۱٥.

۶- یعقوب قلی پور و حمید بیرقی، مبانی مهندسی ارزش، نشر ترمه، ۱۳۸۳.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: یادگیری ماشین در مهندسی سازه			
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Learning in Structural Engineering	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با روش‌های یادگیری ماشین به منظور کاربرد در مهندسی سازه

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر تئوری احتمالات و عدم قطعیت
- انواع یادگیری ماشین (یادگیری تحت نظارت، یادگیری بدون نظارت و یادگیری تقویتی)
- رگرسیون (رگرسیون خطی تعمیم‌یافته بیز، رگرسیون لجستیک)
- ارزیابی و تنظیم مدل (اعتبار سنجی، اعتبار سنجی متقابل، انتخاب مدل)
- دسته بندی (دسته بندی احتمالاتی، دسته بندی بهینه بیز، تئوری تصمیم، ماشین‌های بردار پشتیبان و هسته (کرنل)، روش های شبکه عصبی عمیق و کانولوشن)
- درخت تصمیم و جنگل تصادفی
- روش های یادگیری مبتنی بر نمونه
- تئوری یادگیری محاسباتی و یادگیری جمعی (Ensemble)
- کاهش ابعاد (تحلیل مولفه اصلی و مستقل)
- خوشه بندی (روش های افرازی و سلسله مراتبی)
- فرآیندهای گاوسی
- یادگیری تقویتی (فرآیند تصمیم مارکوف، روش های مبتنی بر مدل، روش های تکرار)
- یادگیری عمیق
- یادگیری بیزی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Bishop, C.M., Pattern Recognition and Machine Learning. Springer. ۲۰۰٦.

۲- Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J.H., The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. New York: springer. ۲۰۰۹.

۳- Mitchell, Tom. Machine Learning. New York: McGraw-Hill, ۱۹۹۷.

٤- Alpaydin, E. Introduction to Machine Learning. MIT press, ۲۰۲۰.

٥- Murphy, K.P. Machine Learning: A Probabilistic Perspective. MIT press, ۲۰۱۲.

٦- Murphy, K.P. Probabilistic Machine Learning: An Introduction. MIT press, ۲۰۲۲.

۷- Murphy KP. Probabilistic Machine Learning: Advanced Topics. MIT press; ۲۰۲۳.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی: مهندسی زلزله شریان‌های حیاتی			
عنوان درس به انگلیسی:	Lifeline Earthquake Engineering	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	٤٨	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی:

- آشنایی با انواع شریان‌های حیاتی درون شهری و برون شهری و سازه‌های تغذیه کننده، چگونگی رفتار شریان‌های حیاتی در هنگام زلزله، و رویکرد عملکردی در طراحی و ارزیابی آنها

پ) سرفصل‌ها:

- اهمیت و مبانی مهندسی زلزله شریان‌های حیاتی
- انواع شریان‌های حیاتی درون شهری و برون شهری و انواع سازه‌های تغذیه کننده شریان‌های حیاتی
- عملکرد شبکه‌های شریان‌های حیاتی و خسارات وارده در زلزله‌های گذشته
- جانمایی پست‌های کنترل شده شریان‌های حیاتی درون شهری
- تحلیل سازه‌های مدفون تحت امواج لرزه‌ای
- تحلیل پاسخ لرزه‌ای اجزای شبکه‌های شریان‌های حیاتی شامل اثر روانگرایی، اثر عبور گسل، و اثر تغییرشکل‌های بزرگ
- طراحی لرزه‌ای شریان‌های حیاتی رو زمینی و زیر زمینی و سازه‌های تغذیه کننده شامل خطوط لوله گاز، آب و فاضلاب، خطوط انتقال قدرت، سیستم‌های مربوط به ارتباطات و پالایشگاه نفت
- روش‌های کاهش خسارت در شریان‌های حیاتی همانند گاز، آب و فاضلاب، سیستم‌های انتقال قدرت، ارتباطات، گاز و نفت
- اثرات اقتصادی خسارت بر شریان‌های حیاتی
- بازسازی اضطراری شبکه‌های شریان‌های حیاتی
- مصالح نوین در شریان‌های حیاتی درون شهری زیرزمینی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی بر پایه ارائه سخنرانی به همراه کاربرد احتمالی اسلاید، پرسش و پاسخ در زمان تدریس، حل تمرین در کلاس، و تحلیل مصادیق کاربردی خواهد بود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون‌های سریع تصادفی)، آزمون میان‌ترم، آزمون پایان‌ترم، و پروژه

ارزشیابی مستمر	۲۵ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/عملکردی)	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه‌ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت‌برد، ویدئوپروژکتور، سیستم‌های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- Recommended Practices for Earthquake Resistant Design of Medium and Low-Pressure Gas Pipelines, Japan Gas Association, ۱۹۹۹.

۲- Specification of Seismic Design and Construction for Water Supply Facilities, Japan Water Works Association, ۲۰۰۹.

۳- Seismic Guidelines for Water Pipelines, ALA, ۲۰۰۵.

٤- NIST GCR ۱٤-۹۱۷-۳۳, Earthquake-Resilient Lifelines: NEHRP Research, Development, and Implementation Roadmap. National Institute of Standards and Technology, Washington, DC. ۲۰۱٤.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه‌ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی‌رسد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

امکان ارائه این درس با تولید محتوای مورد نیاز، به صورت ترکیبی (مجازی-حضوری) وجود دارد.