



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



برنامه درسی رشته

## مهندسی عمران

### Civil Engineering

مقطع دکتری تخصصی



کرایش

زلزله | Earthquake

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



دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

برنامه درسی رشته

مهندسی عمران

CIVIL ENGINEERING

مقطع دکتری

گرایش

مهندسی زلزله EARTHQUAKE ENGINEERING





بسمه تعالی

شماره .....  
تاریخ .....  
پوسته .....

بسمه تعالی

برنامه درسی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکتری تخصصی رشته مهندسی عمران گرایش زلزله 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 ۱۴۰۲/۲/۵ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل بررسی و به اتفاق آراء به تصویب رسید.

بهرام عزیزاله گنجی  
رئیس دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

حمیدرضا توکلی  
معاون آموزشی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل



تلفن : ۰۱۱ - ۳۲۳۳۲۰۷۱ - ۴

فاکس دبیرخانه : ۰۱۱ - ۳۲۳۲۰۵۷۰

مخدوق پستی : ۴۸۴

کد پستی : ۴۷۱۴۸ - ۷۱۱۶۷

[www.nit.ac.ir](http://www.nit.ac.ir)

مازندران ، بابل ، خیابان شریعتی ، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل



اعضای کمیته تدوین و بازنگری برنامه:

دکتر مرتضی نقی پور

دکتر بهرام نوایی نیا

دکتر علی رحمانی فیروزجایی

دکتر حر خسروی خریسی

دکتر حسین یوسف پور سادات محله

استاد دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

استاد دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

دانشیار دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

دانشیار دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

دانشیار دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل



بسمه تعالی

شماره.....

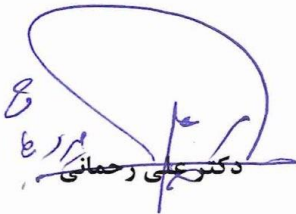
تاریخ.....

موضوع.....

### صور تجلسه شورای برنامه ریزی درسی گروه سازه و زلزله

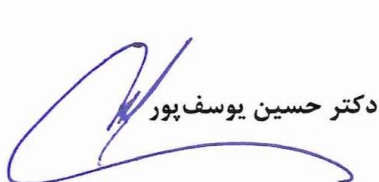
شورای برنامه ریزی درسی گروه سازه و زلزله دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل با هدف جمع بندی و بررسی نهایی سرفصل های بازنگری شده ی دوره های کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی عمران در تاریخ ۲۷ فروردین ۱۴۰۳ با حضور اعضای زیر تشکیل جلسه داد که طی آن، برنامه درسی رشته مهندسی عمران-گرایش مهندسی زلزله در دوره های کارشناسی ارشد و دکتری به اتفاق آرا مورد تصویب قرار گرفت.

اعضای شورای شورای برنامه ریزی درسی گروه سازه و زلزله:

  
دکتر علی رحمانی فیروزجایی

  
دکتر بهرام نوایی نیا

  
دکتر مرتضی نقی پور

  
دکتر حسین یوسف پور

  
دکتر حر خسروی



تلفن : ۰۱۱-۳۴۳۴۰۷۱-۴  
فاکس دبیرخانه : ۰۱۱-۳۴۳۴۰۵۷۰  
مندوق پستی : ۴۸۴  
کد پستی : ۴۷۱۴۸-۷۱۱۶۷

www.nit.ac.ir

عازدوران ، بابل ، خیابان شریعتی ، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

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
۴	درسهای جبرانی: حداکثر ۶ واحد از بین دروس دینامیک سازه، دینامیک خاک، و الاستودینامیک	درسهای جبرانی: حداکثر ۶ واحد از بین گروه ۱ (دینامیک سازه و مهندسی زلزله پیشرفته) و گروه ۲ (طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی، طراحی لرزه‌ای سازه‌های بتنی، و ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها) که حداکثر ۳ واحد آن می‌تواند از گروه ۲ باشد.
۵	درسهای اجباری: -	درسهای اجباری: (۱) یکی از چهار درس ریسک و تاب‌آوری زیرساخت‌ها، اندرکنش خاک و سازه، آزمایشگاه و تحلیل تجربی سازه، و ارتعاش سیستم‌های پیوسته؛ (۲) یکی از چهار درس قابلیت اعتماد سازه‌ها، روش اجزای محدود، مدل‌سازی غیرخطی سازه‌ها، و کنترل سازه‌ها؛ (۳) یکی از چهار درس ارتعاشات تصادفی، تحلیل غیرخطی سازه‌ها، طراحی لرزه‌ای سازه‌ها بر اساس عملکرد، و دینامیک سازه پیشرفته.
۶	-	اضافه شدن درس‌های اختیاری: آمار و احتمالات پیشرفته، مقاومت مصالح پیشرفته، تئوری الاستیسیته، مکانیک محیط پیوسته، تئوری ورق و پوسته، تحلیل غیرخطی سازه‌ها، پایداری سازه‌ها، ژئوتکنیک لرزه‌ای، اندرکنش آب و سازه، ارتعاش سیستم‌های پیوسته، مدیریت ریسک و بحران، پایش سلامت سازه‌ها، بهینه‌سازی سازه‌ها، آزمایشگاه و تحلیل تجربی سازه، سازه‌های بتن آرمه پیشرفته، سازه‌های فولادی پیشرفته، طراحی لرزه‌ای سازه‌ها بر اساس عملکرد، ریسک و تاب‌آوری زیرساخت‌ها، طراحی پل، بتن پیش‌تنیده، طراحی سازه‌های غشایی و پوسته‌ای، کاربرد مواد پلیمر کامپوزیت در مهندسی عمران، طراحی سازه‌های مرکب فولادی-بتنی، تحلیل و طراحی سازه‌ها در برابر آتش، تئوری انفجار و طراحی سازه در برابر آن، ساختمان‌های بلند، طراحی سازه‌های چوبی پیشرفته، طرح و مقاوم‌سازی لرزه‌ای سازه‌های بتنی، تکنولوژی عالی بتن، مصالح نوین در مهندسی سازه، سازه‌های هوشمند، پایایی در مهندسی سازه، دوام بتن، خستگی مواد و سازه‌ها، اصول طراحی سازه‌های دریایی، سکوها دریایی، تحلیل و طراحی سدهای بتنی، طراحی سازه‌های صنعتی، پردازش سیگنال، یادگیری ماشین در مهندسی سازه، محاسبات نرم، روش اجزای محدود، اجزای محدود پیشرفته، اجزای محدود غیرخطی، روش‌های بدون شبکه، روش اجزای مرزی، روش‌های تحلیل چند مقیاسی، مهندسی ارزش، و مباحث ویژه
۷	-	حذف درس‌های اختیاری: روش‌های تحلیل لرزه‌ای و کاربرد روش‌های عددی در مهندسی زلزله
۸	-	به‌روز رسانی عناوین، جزئیات سرفصل‌ها، و مراجع برای اکثریت قریب به اتفاق درس‌ها



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



## الف) مقدمه: معرفی کلی و تبیین برنامه درسی

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

مهندسی زلزله یکی از شاخه‌های مهندسی عمران است که به دلیل زلزله خیز بودن کشور عزیز ما ایران، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. گرایش مهندسی زلزله بر روی تاثیر زلزله بر ساخته‌های دست بشر، به خصوص ساختمان‌ها، پل‌ها، سازه‌های صنعتی، نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها، خطوط انتقال آب و انرژی و سایر زیرساخت‌های جامعه بشری تمرکز دارد. به طوری که در این گرایش عمدتاً به طراحی سازه‌های جدید مقاوم در برابر زلزله، و ارزیابی و بهسازی سازه‌های موجود آسیب‌پذیر پرداخته می‌شود. گرایش مهندسی زلزله شامل مجموعه‌ای آموزشی جهت آشنایی با مفاهیم نظری و کاربردی جهت طراحی و ساخت انواع سازه‌های مختلف و مجموعه‌ای پژوهشی جهت کسب توانایی رسیدن به مرزهای دانش جهت حل مسائل جدید در این حوزه می‌باشد.

در گرایش مهندسی زلزله هدف اصلی این است که خسارت‌های جانی و مالی ناشی از زلزله، تا حد امکان کاهش یابد. امروزه رویکردهای مدیریتی، چشم‌اندازی وسیع‌تر از این گرایش در حوزه مدیریت بحران ارائه می‌دهد. به طوری که هدف، طراحی کلیه سازه‌ها به خصوص زیرساخت‌های یک جامعه با رویکردهای عملکردی و تاب‌آوری است. در چنین رویکردی، میزان خسارت‌های جانی و مالی مستقیم و غیر مستقیم، هزینه‌های تعمیر، زمان تعمیر و بازگشت زیرساخت‌ها به شرایط قبل از زلزله مبنای طراحی سازه‌ها در برابر زلزله می‌باشد که منجر به عملکرد سازه‌ها و زیرساخت‌ها در سطح مورد انتظار و همچنین تاب‌آوری جامعه می‌شود.

## ب) اهداف

هدف دوره دکتری تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه‌های مطالعاتی گرایش زلزله 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
  - ۴- حل مشکلات علمی جامعه در یکی از زمینه‌های مهندسی عمران

از نظر موضوعی، اهداف اختصاصی گرایش مهندسی زلزله به شرح زیر است:

۱- تحلیل و طراحی انواع مختلف سازه‌های ساختمانی و غیر ساختمانی در برابر زلزله؛ به طوری که دانش‌آموختگان این رشته فلسفه طراحی لرزه‌ای، رفتار لرزه‌ای و روش‌های طراحی لرزه‌ای انواع سازه‌ها را به خوبی درک نموده و توانایی طراحی انواع سازه‌های مختلف در برابر زلزله را مطابق آیین‌نامه‌های موجود داشته باشند.

۲- ارزیابی آسیب‌پذیری انواع سازه‌ها در برابر زلزله و ارائه طرح‌های مقاوم‌سازی برای سازه‌های آسیب‌پذیر



۳- آشنایی با رویکردهای نوین در طراحی لرزه‌ای سازه‌ها بر مبنای مفاهیم عملکردی و تاب آوری.

۴- تحلیل، طراحی، و بهسازی اعضای غیرسازه‌ای آسیب‌پذیر در برابر زلزله.

۵- استفاده از مصالح نوین در اعضای سازه‌ای و غیرسازه‌ای به منظور کاهش نیروی زلزله، کاهش آسیب‌پذیری اعضا، مقاوم‌سازی اعضا، کاهش هزینه تعمیر، و سهولت تعمیر پس از زلزله.

۶- طراحی سیستم‌های سازه‌ای مقاوم در برابر زلزله که تا به حال طراحی نشده‌اند با استفاده از مبانی فلسفی، تئوری و آزمایشگاهی شامل فلسفه طراحی لرزه‌ای، رفتار لرزه‌ای، و اصول و مبانی طراحی لرزه‌ای.

موارد فوق اهمیت قابل توجهی در جهت حرکت کشور به سمت توسعه پایدار و اقتصادی دارند.

### **(پ) اهمیت و ضرورت**

با عنایت به لرزه‌خیزی کشور و تجربه‌ی ناگوار زلزله‌های متعدد با تلفات جانی و مالی گسترده، نیاز جدی به ساخت سازه‌های مقاوم در برابر زلزله و مقاوم‌سازی سازه‌های موجود در راستای حفظ و توسعه زیرساخت‌های اساسی کشور و دستیابی به اهداف مدیریتی مطرح شده در بند الف وجود دارد. بر همین اساس، آموزش و تربیت دانشجویان در این گرایش با اهداف توصیف شده در بند ب ضروری است.





ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱) - توزیع واحدها

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



**ث) نقش، توانایی و شایستگی مورد انتظار از دانش آموختگان:**

از فارغ التحصیلان دوره دکتری انتظار می رود که ضمن اشراف به آخرین یافته های 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 آموزه های دوران تحصیل (بخش آموزش و پژوهش) راه حل مناسب ارائه نمایند. بخش دیگری از توانمندی فارغ التحصیلان این دوره، آموزش و تربیت مهندسين عمران و توانمندی گره گشایی از مشکلات جامعه مهندسی از طریق پژوهش در دانشگاه ها می باشد. خلاصه ای از زمینه های توانمندی تخصصی فارغ التحصیلان دکتری زلزله در جداول زیر ارائه شده است.

مهارت ها، شایستگی ها و توانمندی های عمومی	دروس مرتبط
تحلیل انواع متداول و معمول سازه ها	پایداری سازه ها، تحلیل غیرخطی سازه ها، روش اجزای محدود، مقاومت مصالح پیشرفته، آمار و احتمالات پیشرفته، دینامیک سازه پیشرفته، تئوری ورق و پوسته، مکانیک محیط پیوسته، تئوری الاستیسیته، ریاضیات عالی مهندسی، روش اجزای مرزی، اجزای محدود غیرخطی، اجزای محدود پیشرفته، روش های بدون شبکه، اندرکنش خاک و سازه، اندرکنش آب و سازه، ارتعاش سیستم های پیوسته.
طراحی انواع متداول و معمول سازه ها	طراحی لرزه ای سازه های فولادی، طراحی لرزه ای سازه های بتنی، سازه های بتن آرمه پیشرفته، سازه های فولادی پیشرفته، طراحی پل، طراحی سازه های صنعتی، بهینه سازی سازه ها، مهندسی ارزش
مهارت ها، شایستگی ها و توانمندی های ویژه	دروس مرتبط
تحلیل و طراحی سازه های خاص	طراحی لرزه ای سازه های ویژه، بتن پیش تنیده، طراحی سازه های مرکب فولادی-بتنی، ساختمان های بلند، طراحی سازه های چوبی پیشرفته، طراحی سازه های غشایی و پوسته ای، خستگی مواد و سازه ها، اصول طراحی سازه های دریایی، سکوها دریایی، تحلیل و طراحی سدهای بتنی
روش های نوین برای تحلیل، طراحی، و مقاوم سازی سازه ها در برابر زلزله، آتش سوزی، و انفجار	طراحی لرزه ای سازه ها بر اساس عملکرد، ریسک و تاب آوری زیرساخت ها، ارزیابی و بهسازی لرزه ای سازه ها، تحلیل خطر زلزله، تئوری انفجار و طراحی سازه در برابر آن، تحلیل و طراحی سازه ها در برابر آتش، کنترل سازه ها، طرح و مقاوم سازی لرزه ای سازه های بنایی، سازه های هوشمند، قابلیت اعتماد سازه ها، ارتعاشات تصادفی، پایش سلامت سازه ها، طراحی و ارزیابی لرزه ای پل، دینامیک خاک، ژئوتکنیک لرزه ای، پردازش سیگنال، مدیریت ریسک و بحران، مهندسی زلزله شریان های حیاتی
استفاده از مصالح نوین جهت کاهش نیروی زلزله، کاهش آسیب پذیری اعضا، مقاوم سازی اعضا، کاهش هزینه تعمیر، دوام بیشتر، سرعت و سهولت بالاتر اجرایی، و سازگاری بهتر با محیط زیست و توسعه پایدار	کاربرد مواد پلیمر کامپوزیت در مهندسی عمران، تکنولوژی عالی بتن، مصالح نوین در مهندسی سازه، دوام بتن، پایایی در مهندسی سازه
استفاده از ابزارها و روش های پژوهشی جدید برای تحلیل، طراحی و نگهداری سازه ها	آزمایشگاه و تحلیل تجربی سازه، مدل سازی غیرخطی سازه ها، یادگیری ماشین در مهندسی سازه، محاسبات نرم، روش های تحلیل چندمقیاسی



## 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 مورد نیاز است. به منظور گسترش رشته، توسعه امکاناتی از قبیل مراکز محاسبات سریع، تجهیزات بارگذاری یونیورسال، جک‌های پیشرفته، انواع سیستم هیدرولیکی بارگذاری، سیستم‌های اکچویاتور استاتیکی و دینامیکی، تجهیزات اعمال حرارت، میز لرزه، و امکانات نوین از قبیل تجهیزات چاپ سه‌بعدی مورد نیاز است.

## ه) زمینه‌های شغلی حال و آینده

گرایش مهندسی زلزله بر طراحی، ساخت، و مقاوم‌سازی لرزه‌ای سازه‌های مختلف، شامل ساختمان‌ها، پل‌ها، سازه‌های صنعتی، نیروگاه‌ها، و طیف بسیار وسیعی از عناصر زیرساختی حیاتی کشور تمرکز دارد. بر همین اساس، نقش مهندسین زلزله از دیرباز در توسعه و نگهداری زیرساخت‌های کشور بسیار حائز اهمیت بوده است. با توجه به آن که مهندسی زلزله در جهت حفظ نیازهای اولیه انسانی همانند مسکن، زیرساخت‌های تامین انرژی، تامین شبکه‌های آبرسانی، زیرساخت‌های ارتباط و فناوری اطلاعات، و راه‌های مواصلاتی در برابر خطر زلزله نقشی ضروری بر عهده دارد، انتظار می‌رود دانش‌آموختگان این رشته در بخش خصوصی و دولتی به عنوان طراح، ناظر، و مجری زمینه‌های اشتغال قابل توجهی داشته باشند. علاوه بر این، دانش‌آموختگان این رشته می‌توانند در سازمان‌های مرتبط با مدیریت بحران، مراکزهای پژوهشی و آزمایشگاه‌های مربوط به خطرات و آسیب‌های ناشی از زلزله نیز اشتغال داشته باشند.

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

### و بافت فرهنگی و اجتماعی کشور)

مهندسی زلزله به عنوان بخشی از مهندسی سازه یکی از مهم‌ترین رشته‌های مهندسی بوده که به دلیل زلزله‌خیز بودن کشور عزیز ما ایران و اهمیت مخاطرات ناشی از زلزله در زیرساخت‌های کشور، حدود سه دهه است که به عنوان گرایشی مجزا در رشته مهندسی عمران مطرح شده است. در یک نگاه، میراث فرهنگی کشور، چه در دوران پیش از اسلام و چه پس از آن، شامل سازه‌های چشمگیر متعددی است که همگی گویای توانمندی قابل توجه ایرانیان در طراحی و اجرای سازه‌ها و ساختمان‌ها می‌باشد؛ از آن جمله می‌توان به اجزای باقی‌مانده‌ی پارسه و ارگ بم تا مساجد و پل‌های کم‌نظیر اصفهان اشاره نمود. در دوران معاصر نیز سازه‌هایی همچون برج میلاد و پل طبیعت تهران به عنوان سازه‌هایی شناخته شده در سطح دنیا، جلوه‌هایی از توانمندی مهندسان ایرانی در این زمینه می‌باشند.

نیازهای اولیه و جدید جامعه پرجمعیت بشری، نیاز به سازه‌های بلندمرتبه، پل‌های مواصلاتی با دهانه‌های بزرگتر، سازه‌های صنعتی و نیروگاهی، زیرساخت‌های انتقال آب، برق، و گاز، زیرساخت‌های ارتباطات و فناوری اطلاعات، را به صورت روزافزون افزایش داده است. بدیهی است که طراحی و ساخت سازه‌ها و زیرساخت‌های مذکور در کشوری لرزه‌خیز مانند ایران نیاز جدی به ملاحظات مهندسی زلزله و طراحی لرزه‌ای دارد. از سوی دیگر، حفظ تعادل جامعه، مستلزم تاب‌آوری زیرساخت‌های کشور در برابر زلزله به عنوان یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی می‌باشد که این موضوع در حیطه تخصصی مهندسی زلزله جای دارد. مهندسین زلزله همچنین با مقاوم سازی و نگهداری سازه‌های باستانی در برابر زلزله، نقش قابل توجهی در پاسداشت میراث فرهنگی و تمدنی کشور ما دارند.



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول (۱) - عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی \* مقطع دکتری گرایش مهندسی زلزله

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	تعداد ساعات*		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	عملی - نظری		نظری	عملی		
۱	مهندسی زلزله پیشرفته	۳	۳			۳۲	۴۸			
۲	دینامیک سازه	۳	۳			۳۲	۴۸			
۳	حداکثر یکی از سه درس زیر: - طراحی لرزه‌ای سازه‌های بتنی - طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی - ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها	۳	۳			۳۲	۴۸			
		۳	۳			۳۲	۴۸			
		۳	۳			۳۲	۴۸			

\* اگر دانشجو از دوره کارشناسی ارشدی غیر از گرایش مهندسی زلزله پذیرفته شده باشد، لازم است با تایید مدیر گروه آموزشی، حداکثر تا 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 می کند.



جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی گرایش مهندسی زلزله (مقطع دکتری)

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع				تعداد جلسات	تعداد ساعات*		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	عملی	نظری		عملی	نظری		
۱	یکی از چهار درس زیر**: - ریسک و تاب آوری زیرساخت ها - اندرکنش خاک و سازه - آزمایشگاه و تحلیل تجربی سازه - ارتعاش سیستم‌های پیوسته	۳	۳			۳۲	۴۸				
		۳	۳			۳۲	۴۸				
		۳	۲	۱		۳۲	۳۲	۳۲			
		۳	۳			۳۲	۴۸				
۲	یکی از چهار درس زیر**: - قابلیت اعتماد سازه‌ها - روش اجزای محدود - مدل سازی غیرخطی سازه‌ها - کنترل سازه‌ها	۳	۳			۳۲	۴۸				
		۳	۳			۳۲	۴۸				
		۳	۳			۳۲	۴۸				
		۳	۳			۳۲	۴۸				
۳	یکی از چهار درس زیر**: - ارتعاشات تصادفی - تحلیل غیرخطی سازه‌ها - طراحی لرزه‌ای سازه‌ها بر اساس عملکرد - دینامیک سازه پیشرفته	۳	۳			۳۲	۴۸				
		۳	۳			۳۲	۴۸				
		۳	۳			۳۲	۴۸				
		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 زلزله\*

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	عملی - نظری		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.		
۱	ریاضیات عالی مهندسی	۳	۳			۳۲				
۲	آمار و احتمالات پیشرفته	۳	۳			۳۲				
۳	مقاومت مصالح پیشرفته	۳	۳			۳۲				
۴	تئوری الاستیسیته	۳	۳			۳۲				
۵	مکانیک محیط پیوسته	۳	۳			۳۲				
۶	تئوری ورق و پوسته	۳	۳			۳۲				
۷	پایداری سازه‌ها	۳	۳			۳۲				
۸	دینامیک خاک	۳	۳			۳۲				
۹	ژئوتکنیک لرزه‌ای	۳	۳			۳۲				
۱۰	اندرکنش آب و سازه	۳	۳			۳۲				
۱۱	تحلیل خطر زلزله	۳	۳			۳۲				
۱۲	مدیریت ریسک و بحران	۳	۳			۳۲				
۱۳	پایش سلامت سازه‌ها	۳	۳			۳۲				
۱۴	بهبودسازی سازه‌ها	۳	۳			۳۲				
۱۵	سازه‌های بتن آرمه پیشرفته	۳	۳			۳۲				
۱۶	سازه‌های فولادی پیشرفته	۳	۳			۳۲				
۱۷	طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی	۳	۳			۳۲				
۱۸	طراحی لرزه‌ای سازه‌های بتنی	۳	۳			۳۲				



ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع				تعداد جلسات	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	عملی - نظری	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	نظری		
۱۹	طراحی لرزه‌ای سازه‌های ویژه	۳	۲			۳۲		۴۸			
۲۰	ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها	۳	۲			۳۲		۴۸			
۲۱	مهندسی زلزله شریان‌های حیاتی	۳	۲			۳۲		۴۸			
۲۲	طراحی پل	۳	۲			۳۲		۴۸			
۲۳	طراحی و ارزیابی لرزه‌ای پل	۳	۲			۳۲		۴۸			
۲۴	بتن پیش‌تنیده	۳	۲			۳۲		۴۸			
۲۵	طراحی سازه‌های گشایی و پوسته‌ای	۳	۲			۳۲		۴۸			
۲۶	کاربرد مواد پلیمر کامپوزیت در مهندسی عمران	۳	۲			۳۲		۴۸			
۲۷	طراحی سازه‌های مرکب فولادی-بتنی	۳	۲			۳۲		۴۸			
۲۸	تحلیل و طراحی سازه‌ها در برابر آتش	۳	۲			۳۲		۴۸			
۲۹	تئوری انفجار و طراحی سازه در برابر آن	۳	۲			۳۲		۴۸			
۳۰	ساختمان‌های بلند	۳	۲			۳۲		۴۸			
۳۱	طراحی سازه‌های چوبی پیشرفته	۳	۲			۳۲		۴۸			
۳۲	طرح و مقاوم‌سازی لرزه‌ای سازه‌های بنایی	۳	۲			۳۲		۴۸			
۳۳	تکنولوژی عالی بتن	۳	۲			۳۲		۴۸			
۳۴	مصالح نوین در مهندسی سازه	۳	۲			۳۲		۴۸			
۳۵	سازه‌های هوشمند	۳	۲			۳۲		۴۸			
۳۶	پایایی در مهندسی سازه	۳	۲			۳۲		۴۸			
۳۷	دوام بتن	۳	۲			۳۲		۴۸			
۳۸	خستگی مواد و سازه‌ها	۳	۲			۳۲		۴۸			
۳۹	اصول طراحی سازه‌های دریایی	۳	۲			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**		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	عملی - نظری		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	نظری	عملی		
۴۰	سکوهاى دریایی	۳	۳			۳۲		۴۸				
۴۱	تحلیل و طراحی سدهای بتنی	۳	۳			۳۲		۴۸				
۴۲	طراحی سازه‌های صنعتی	۳	۳			۳۲		۴۸				
۴۳	پردازش سیگنال	۳	۳			۳۲		۴۸				
۴۴	یادگیری ماشین در مهندسی سازه	۳	۳			۳۲		۴۸				
۴۵	محاسبات نرم	۳	۳			۳۲		۴۸				
۴۶	اجزای محدود پیشرفته	۳	۳			۳۲		۴۸				
۴۷	اجزای محدود غیر خطی	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	مهندسی ارزش	۳	۳			۳۲		۴۸				
۵۲	مباحث ویژه***	۳	۳			۳۲		۴۸				
۵۳	درس اختیاری از سایر رشته گرایش‌های 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: ریسک و تاب‌آوری زیرساخت‌ها		
نوع درس و واحد	Infrastructure Risk and Resilience	عنوان درس به انگلیسی:
<input checked="" type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/> پایه		ندارد
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی		ندارد
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان‌نامه		۳
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری		۴۸
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

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)
  - کمی سازی تاب‌آوری
  - مشخصه‌های تاب‌آوری (استواری، کاردانی، سرعت‌عمل، افزونگی)
  - پایداری در مقابل تاب‌آوری
- کمی سازی استواری با تحلیل ریسک
  - مدل شکنندگی
  - مدل تخفیف
  - چارچوب مهندسی زلزله بر اساس عملکرد PEER
  - چارچوب ۱۳ ATC
  - چارچوب FEMA-NIBS
  - چارچوب تحلیل ریسک با استفاده از روش‌های قابلیت اعتماد (تحلیل قابلیت اعتماد چند مدلی، تحلیل ریسک تحت خطرات چندگانه)
- کاردانی با شبکه بیژن
- 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. (۲۰۱۶). Urban Resilience for Emergency Response and Recovery. Springer International Publishing, Switzerland.

۲) FEMA (۲۰۱۲). Seismic Performance Assessment of Buildings. FEMA P-۵۸, 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.

۴) ATC (۱۹۸۵). 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: اندرکنش خاک و سازه		
نوع درس و واحد	Soil-Structure Interaction	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		ندارد
تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		ندارد
تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد: ۳
پرورژه/رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>		
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> مرتب با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)
موسسه است <input type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

ب) هدف کلی:

- آشنایی با روش‌های در نظرگیری 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
۴. انواع روش‌های تحلیل اندرکنش خاک و سازه
۵. اندرکنش خاک و سازه برای مدل توام خاک و سازه با تکیه بر مدلسازی مرزهای بی‌نهایت
۶. 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-حضور) 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 پیش نیاز:	ندارد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۲ نظری	تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input checked="" type="checkbox"/>
	۱ عملی	پروژه <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۶۴	مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه نیست <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input type="checkbox"/>

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 انجام شده
۳. اهمیت تست‌های آزمایشگاهی با وجود روش‌های شبیه‌سازی کامپیوتری بسیار قوی و دقیق
۴. چگونگی استفاده از نتایج آزمایشگاهی براس صحت‌سنجی مدل‌های کامپیوتری و طراحی نهایی سازه
۵. چگونگی عمومی‌سازی نتایج
۶. 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
۴. بررسی تئوری اثر مقیاس (اندازه) در مصالح و مدل‌ها
۵. 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

۱. روش‌های بارگذاری (کنترل با نرخ تغییر جابجایی، کنترل با نرخ تغییر نیرو، کنترل با نرخ تغییر کرنش و یا تنش)
۲. آشنایی با انواع مختلف بارگذاری آزمایشگاهی از قبیل استاتیکی، دینامیکی، و شبه‌دینامیکی
۳. آشنایی با تجهیزات بارگذاری مکانیکی، هیدرولیکی، وزن، فشار، خلا، و ...



۴. آشنایی با ابزارهای اندازه‌گیری و دستگاه‌های اطلاعات برداری، اندازه‌گیری تغییر مکان‌ها، کرنش‌ها، انحنایها، نیرو، طول ترک، دما، شتاب، و نظایر آنها
۵. 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

۴. آزمایش برای بررسی اثر یک پارامتر، آزمایش برای بررسی اثر چند پارامتر
۵. تاثیر پارامترهای مختلف بر یکدیگر، وزن‌دهی برای هر پارامتر
۶. 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 مورد نیاز 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 تغییر مکان، 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.
- ۴- 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.
- ۵- Johansson, E., Kettaneh-Wold, N., Wikst, C., Design of Experiments, Principles and Applications. Umetrics Academy, ۲۰۰۰.
- ۶- Jack P. C. Kleijnen, Sensitivity Analysis of Simulation Experiments: Regression Analysis and Statistical Design, Mathematics and Computers in Simulation, ۳۴:۲۹۷-۳۱۵, 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, ۲۰۰۵.
- 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: ارتعاش سیستم‌های پیوسته		
نوع درس و واحد	Dynamics of Continuous Systems	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه	<input checked="" type="checkbox"/> نظری	دروس پیش‌نیاز: ندارد
<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی	<input type="checkbox"/> عملی	دروس هم‌نیاز: ندارد
<input type="checkbox"/> نظری-عملی	<input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	تعداد واحد: ۳
پروژه/رساله / پایان‌نامه	<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	
مرتبط با مأموریت / آمایش	مرتبط با آمایش / مأموریت	تعداد ساعت: ۴۸
<input type="checkbox"/> موسسه است	<input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

**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 هامیلتون 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 میله‌های 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 غشاها مستطیلی و دایره‌ای
  - حل ارتعاش آزاد و اجباری



- ارتعاش صفحات دایره‌ای و مستطیلی ایزوتروپ، ایزوتروپ جانبی و ناهمگن
  - معادلات دیفرانسیل حاکم صفحات نازک، نسبتاً ضخیم (رسیز-میندین) و ضخیم
  - حل ارتعاش آزاد و اجباری
  - روشهای حل در دستگاه مختصات بیضی
  - صفحات مثلثی و متوازی الاضلاع
- ارتعاش پوسته‌ها
  - معادلات دیفرانسیل حاکم بر پوسته‌های نازک استوانه‌ای ایزوتروپ، ایزوتروپ جانبی و ناهمگن
  - معادلات حاکم بر پوسته‌های ضخیم استوانه‌ای ایزوتروپ، ایزوتروپ جانبی و ناهمگن
  - حل ارتعاش آزاد و اجباری
  - اشاره به سایر انواع پوسته
- معادلات دیفرانسیل حاکم بر حسب توابع پتانسیل تغییر مکان
  - ارتعاش محیط سه بعدی، نیمه بینهایت و بینهایت
- سیستمهای پیوسته با میرایی غیر کلاسیک

**(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: قابلیت اعتماد سازه‌ها		
نوع درس و واحد	Reliability of Structures	عنوان درس به انگلیسی:
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه است <input type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

ب) هدف کلی:

- هدف نهایی در این درس، یادگیری نحوه تعامل با عدم قطعیت‌ها در مهندسی می‌باشد. درس بر سه موضوع اصلی تمرکز می‌کند:
- (۱) مدل‌سازی احتمالاتی با هدف فراگیری ساخت مدل‌های مهندسی با در نظرگیری عدم قطعیت‌های 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
  - a. انگیزش
  - b. عدم قطعیت‌ها
  - c. تئوری مجموعه‌ها
  - d. تئوری احتمالات
۲. تحلیل تصمیم‌گیری
  - a. درخت تصمیم‌گیری
  - b. تئوری هزینه مورد انتظار
  - c. تئوری مطلوبیت مورد انتظار
  - d. مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی مبتنی بر قابلیت اعتماد
  - e. تحلیل ترمینال
  - f. تحلیل پیشین-پسین
۳. مدل‌سازی احتمالاتی
  - a. متغیرهای تصادفی گسسته
  - b. متغیرهای تصادفی پیوسته
  - c. مدل‌های توزیع چند متغیری
  - d. مدل‌های کرانی
  - e. مدل‌های رگرسیون خطی
  - f. مدل‌های شکنندگی
  - g. مدل‌های شبکه بیژین
  - h. مدل‌های وقوع
  - i. مقدمه‌ای بر فرایندهای تصادفی و میدان تصادفی
  - j. مدل‌های تخفیف
۴. تحلیل قابلیت اعتماد
  - a. تحلیل توابع



- b. تبدیل احتمال
- c. مسئله قابلیت اعتماد پایه
- d. روش مرتبه اول لنگر دوم FOSM
- e. مشکل تغییرناپذیری
- f. روش قابلیت اعتماد مرتبه اول FORM
- g. معیارهای اهمیت و حساسیت
- h. روش قابلیت اعتماد مرتبه دوم SORM
- i. روش‌های نمونه‌گیری
- z. مقدمه‌ای بر رویه‌های پاسخ و شبکه عصبی
- k. تحلیل قابلیت اعتماد اجزای محدود
- l. تحلیل قابلیت اعتماد چند مدلی
- m. تحلیل قابلیت اعتماد سیستم
- n. ترکیب بارها
- o. تحلیل ریسک چندخطری
- p. 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، و ارائه مثال‌های 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 ۱۴ in Engineering Design Reliability Handbook, Edited by Nikolaidis, Ghiocel, and Singhal, CRC Press, ۲۰۰۵.
- ۳- A. H-S Ang, & W. H. Tang, "Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications in Civil and Environmental Engineering," Wiley, ۲۰۰۷.
- ۴- A. S. Nowak, & K. R. Collins, "Reliability of Structures", McGraw Hill, ۲<sup>nd</sup> Edition, ۲۰۱۳
- ۵- R. E. Melchers and A. Beck, "Structural Reliability: Analysis and Prediction," Wiley, ۲۰۱۸.
- ۶- O. Ditlevsen and H. Madsen, "Structural Reliability Methods", Wiley, ۱۹۹۶.
- ۷- H. O. Madsen, S. Krenk, and N. C. Lind, "Methods of Structural Safety," Dover Publications, ۲۰۰۶.
- ۸- J. Benjamin & C. Cornell, "Probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers," Dover, ۲۰۱۴.

**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	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	
دروس هم‌نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مرتبط با آمایش / مأموریت	مرتبط با مأموریت / آمایش
	<input type="checkbox"/> موسسه نیست	<input type="checkbox"/> موسسه است
	<input type="checkbox"/> نظری-عملی	<input type="checkbox"/> نظری
	<input type="checkbox"/> تخصصی الزامی	<input type="checkbox"/> پایه
	<input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	<input type="checkbox"/> نظری-عملی
	<input type="checkbox"/> پروژه / رساله / پایان‌نامه	<input type="checkbox"/> عملی
	<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	<input type="checkbox"/> نظری-عملی

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 جزئی

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، خریا، شبکه، قاب)، المان‌های مورد استفاده در مسائل الاستیسیته، خمش صفحه
۲. معرفی روش باقیمانده وزن دار 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
۴. ماتریس سختی المان‌های مثلثی سه گرهی (CST) برای حل حالات تنش و کرنش صفحه‌ای
۵. ماتریس سختی المان‌های مثلثی منظم درجه بالاتر (LST، QST، ...)
۶. 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 سرنديپیتی (Serendipity) مانند المان‌های ۸ گره‌ای و ...
۹. ماتریس سختی المان‌های ایزوپارامتریک (LST و QST نامنظم)
۱۰. توضیح درباره انتگرال گیری 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 ... گره‌ای)
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)
۱۴. 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)
۱۵. ماتریس سختی المان‌های با تقارن محوری (Axisymmetric problems) در حالت استفاده از المان‌های مثلثی یا چهاروجهی
۱۶. مقدمه‌ای بر خمش صفحات و المان‌های مربوط به آن

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 و نظری 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, ۲۰۱۴.
- ۳- Zienkiewicz, O. C., Taylor, R. L., Zhu, J. Z., The Finite Element Method, Butterworth-Heinemann, ۲۰۱۳.
- ۴- Tirupathi, R., Chandrupatla, A., Belegundu, D., Introduction to Finite Elements in Engineering, Pearson, ۲۰۱۲.
- ۵- 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-حضور) وجود دارد.





الف) عنوان درس به فارسی: مدل‌سازی غیرخطی سازه‌ها		
نوع درس و واحد	Nonlinear Modeling of Structures	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		ندارد
تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		ندارد
تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳
پروژه/رساله/پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>		
مرتبط با مأموریت/آمایش مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه است <input type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش/مأموریت مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

**ب) هدف کلی:**

- آشنایی دانشجویان با فرایند توسعه مدل‌های غیرخطی از اعضای سازه‌ای برای کاربرد در تحلیل‌های پیشرفته
- آشنایی با نرم‌افزارهای متداول جهت مدل‌سازی غیرخطی

**پ) سرفصل‌ها:**

۱. مقدمه‌ای بر نقش مدل‌سازی در آنالیزهای خطی و غیرخطی در تعیین تقاضا و ظرفیت سازه‌ها در طراحی و ارزیابی
۲. مدل‌سازی رفتار مصالح شامل رفتار مصالح در بارگذاری یک محوره و رفت و برگشتی در فشار و کشش
  - مدل‌سازی بتن نامحصور و محصور
  - مدل‌سازی آرماتور در بتن
  - مدل‌سازی فولاد در بارگذاری یک طرفه و رفت و برگشتی
  - مدل‌سازی الیاف‌های پلیمری
  - مدل‌سازی کابل‌های پیش‌تنیدگی
  - حالت‌های حدی (کمانش، خستگی کم چرخه و پرچرخه، و گسیختگی)
  - مدل‌سازی رفتار هیستریزس
۳. مدل‌سازی رفتار غیرخطی با نرم‌افزارهای عمومی اجزای محدود
  - مدل‌سازی رفتار مصالح
  - مدل‌سازی رفتار غیرخطی هندسی
  - مدل‌سازی پیوستگی بین بتن و فولاد
۴. مدل‌سازی اعضای قابی شکل با ماکروالمان‌ها
  - مروری بر رفتار اعضای قابی شکل در بارگذاری یک طرفه و رفت و برگشتی
  - روش‌های مفصل متمرکز
  - روش‌های پلاستیسیته گسترده
  - روش‌های المان رشته‌ای
  - روش‌های چندفتری
  - روش‌های سطوح جاری شده
۵. مدل‌سازی دیوارهای سازه‌ای با ماکروالمان‌ها
  - مروری بر رفتار دیوارهای سازه‌ای در بارگذاری یک طرفه و رفت و برگشتی
  - محدودیت‌های موجود در تعیین اندرکنش خمش، نیروی محوری و نیروی برشی
  - روش‌های مبتنی بر المان تیر-ستون اصلاح شده
  - روش‌های چندالمانی قائم
  - روش‌های المان رشته‌ای



○ روش‌های مبتنی بر دیوار برشی و عمومی

۶. رفتار گره‌های اتصال در سازه‌ها و چگونگی مدلسازی آن‌ها

۷. مدلسازی جرم و میرایی

۸. مدلسازی اندرکنش خاک و سازه در آنالیزهای استاتیکی و 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. انتظار می‌رود حین تدریس درس، دانشجویان علاوه بر یادگیری مباحث نظری، با نرم‌افزارهای مدلسازی و تحلیل غیرخطی نیز به صورت عملیاتی آشنا شوند. کسب مهارت دانشجو بر نرم‌افزار از طریق پروژه پایانی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

**(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) ۴۰ درصد

پروژه ۳۰ درصد

**(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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) K. Maekawa, A. Pimanmas, and H. Okamura, Nonlinear Mechanics of Reinforced Concrete. Taylor and Francis, ۲۰۰۴.

۲) Harry G. Harris, Gajanan M. Sabnis, Structural Modeling and Experimental Techniques, CRC Press, ۱۹۹۹.

۳) P. Fajfar and H. Krawinkler, Nonlinear Seismic Analysis and Design of Reinforced Concrete Buildings, Elsevier, ۲۰۰۵.

۴) Jeffery Ger and Franklin Cheng, Seismic Design Aids for Nonlinear Pushover Analysis of Reinforced Concrete and Steel Bridges, Taylor and Francis, 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: کنترل سازه ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Control of Structures	
دروس پیش نیاز:	ندارد	
دروس هم نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مرتبط با آمایش/مأموریت	مرتبط با مأموریت/آمایش
	<input type="checkbox"/> موسسه نیست	<input type="checkbox"/> موسسه است
	<input type="checkbox"/> پایه	<input checked="" type="checkbox"/> نظری
	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی	<input type="checkbox"/> عملی
	<input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	<input type="checkbox"/> نظری-عملی
	<input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان نامه	
	<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	

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
۴. کاربرد مکانیزم‌های کنترل غیرفعال در پل‌ها و ساختمان‌ها، محدودیت‌های کاربردی در طراحی و مقاوم سازی لرزه‌ای، مثالهایی از اجرای سیستم در ایران و جهان
۵. کنترل نیمه فعال: بررسی میراگرهای MR، و ER و مصالح هوشمند مانند مصالح پیزوالکتریک و SMA
۶. کنترل فعال: یادآوری مطالب مورد نیاز از ریاضیات مانند تبدیل لاپلاس و حساب تغییرات
۷. تئوری کنترل کلاسیک
۸. تئوری کنترل کلاسیک بهینه برای حالات مختلف مانند Open Loop، Closed Loop، و Open-Closed Loop و حل عددی معادلات مربوطه
۹. تئوری کنترل بهینه لحظه‌ای Instantaneous Optimal Control برای حالات Open Loop، Closed Loop، و حل عددی معادلات مربوطه
۱۰. اولویت‌ها و محدودیت‌های سیستم‌های مختلف کنترل بهینه از نظر خطاهای مربوط به تأثیر تأخیر 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

۳۰ درصد

پروژه

**ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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, 1st Edition, ۲۰۱۶
- 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
- ۴- Cheng, F. Y., Jiang, H., & Lou, K., "Smart Structures: Innovative Systems for Seismic Response Control", Taylor & Francis Group, New York, ۲۰۰۸
- ۵- Soong, T. T., & Constantinou, M. C., "Passive and Active Structural Vibration Control in Civil Engineering", Springer, New York, ۱۹۹۴
- ۶- Beards, C. F., "Structural Vibration: Analysis and Damping", Arnold, ۱۹۹۶
- 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: ارتعاشات تصادفی		
عنوان درس به انگلیسی:	Random Vibrations	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	
دروس هم‌نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مرتبط با آمایش/مأموریت	مرتبط با آمایش/مأموریت
	<input type="checkbox"/> موسسه است	<input type="checkbox"/> موسسه نیست
نوع درس و واحد		
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> پایه	
عملی <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی	
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	
	<input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان‌نامه	
	<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	
مرتبط با مأموریت/آمایش		

**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 غیرتعیینی 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
۴. تحلیل ارتعاش تصادفی سیستم‌های یک درجه آزادی
۵. تحلیل ارتعاش تصادفی سیستم‌های چند درجه آزادی
۶. 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", 1st Edition, WIT Press, ۲۰۰۱
- ۲- Wijker, J., "Miles' Equation in Random Vibrations: Theory and Applications in Spacecraft Structures Design", 1st Edition, ۲۰۱۸
- ۳- Lutes, L. D., Srakani, Shahram, "Random Vibrations: Analysis of Structural and Mechanical Systems", 1st Edition, Butterworth-Heinemann, ۲۰۰۳
- ۴- Newland, D. E., "An Introduction to Random Vibrations, Spectral & Wavelet Analysis", 3rd Edition, Dover Publications, ۲۰۰۵
- ۵- Solnes, J., "Stochastic Processes and Random Vibrations: Theory and Practice", 1st Edition, Wiley, ۱۹۹۷
- ۶- Li, J., Chen, J., "Stochastic Dynamics of Structures", 1st Edition, Wiley, ۲۰۰۹
- ۷- Schueller, G. I., Shinozuka, M., "Stochastic Methods in Structural Dynamics", 1st Edition, Springer, ۱۹۸۷
- ۸- Yang, C. Y., "Random Vibration of Structures", 1st Edition, Wiley-Interscience, ۱۹۸۶
- ۹- Crandall, S. H., Mark, W. D., "Random Vibrations in Mechanical Systems", Academic Press, New York, ۱۹۶۳
- ۱۰- Sun, J. Q., "Stochastic Dynamics and Control", Elsevier, 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: تحلیل غیرخطی سازه‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Nonlinear Analysis of Structures	نوع درس و واحد
ندارد	ندارد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
ندارد	ندارد	تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
	۴۸	پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸	مرتبط با آمایش/مأموریت <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/>
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		موسسه نیست <input type="checkbox"/> موسسه است <input type="checkbox"/>

ب) هدف کلی:

- درک رفتار غیرخطی سازه‌ها و آشنایی با تحلیل رفتار سازه‌ها در ناحیه غیرخطی با تمرکز بر کاربردهای لرزه‌ای و طراحی عملکردی

پ) سرفصل‌ها:

- ۱- مفاهیم پایه در تحلیل غیرخطی:
  - غیرخطی مصالح و غیرخطی هندسی در تحلیل سازه‌ها
  - انواع روش‌های تحلیل غیرخطی
  - انواع رفتارهای غیرخطی در سازه‌ها
- ۲- روابط لنگر-انحنای و لنگر-چرخش در المان‌های فولادی و بتنی:
  - روش تحلیلی و روش عددی جهت تعیین روابط لنگر-انحنای از روابط تنش-کرنش،
  - مبانی آزمایشگاهی و تحلیلی روابط لنگر-چرخش و ایده مفصل پلاستیک،
  - تاثیر نیروی محوری، تاثیر برش، اثر تنش حرارتی و پس ماند در رابطه لنگر-انحنای مقاطع فولادی،
  - تاثیر سخت شوندگی، اثر نیروی محوری، اثر محصورشدگی در رابطه لنگر-انحنای مقاطع بتنی.
  - محاسبه ظرفیت شکل‌پذیری انحنای، چرخش و تغییر مکان برای مقطع، المان و سازه
- ۳- تحلیل پلاستیک تیرها و قاب‌ها به روش مکانیزم:
  - قضایای کرانه بالایی و پایینی و قضیه یکتایی
  - تعیین بار فرو ریختگی به روش معادلات استاتیکی، روش کار مجازی،
  - حل مثال تعیین بار فرو ریختگی برای تیر، تیرهای سراسری، قاب و قاب‌های شیب دار و اثر بار گسترده
- ۴- تحلیل استاتیکی نموی یا فزاینده:
  - تعیین بار فرو ریختگی بر اساس قضیه کرانه پایین
  - تحلیل مفصل به مفصل تا تشکیل مکانیزم برای تیرها و قاب‌ها
  - تحلیل پوش اور با بار جانبی فزاینده برای قاب‌ها
  - تحلیل چرخه ای در تیرها و قاب‌ها
- ۵- پایداری سازه‌ها و اثر  $P - \Delta$ 
  - مفاهیم غیرخطی هندسی و روش‌های حل
  - اصلاح روابط شیب-افت برای اثر نیروی محوری و تحلیل تیر و قاب نمونه
  - بررسی اثر  $P - \Delta$  و  $P - \delta$  در تحلیل و بررسی روابط آیین نامه‌های طراحی
  - محاسبه بار کمانش قاب‌ها به روش شیب-افت و به روش ماتریس‌های سختی اولیه و هندسی
- ۶- تحلیل دینامیکی غیرخطی:
  - مبانی گسسته سازی زمانی معادله دیفرانسیل دینامیکی
  - روش نیومارک-بتا



• همگرایی و پایداری روش‌های عددی

• عوامل خطا در تحلیل دینامیکی

۷- آشنایی با تحلیل سازه‌های کابلی

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 مورد نیاز 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- Horne, M.R., and Morris, L.J., Plastic Design of Low-Rise Frames, Collins, London, ۱۹۸۱.

۲. Park, R., Paulay, T., Reinforced Concrete Structures, John Wiley & Sons, ۱۹۷۵.

۳- Moy, Stuart SJ. Plastic Methods for Steel and Concrete Structures, ۲<sup>nd</sup> Ed, Macmillan, London, ۱۹۹۶.

۴- Jirasek, M., and Bazant, Z.P., Inelastic Analysis of Structures, J. Wiley, London, ۲۰۰۲.

۵- ASCE ۴۱-۲۳. ۲۰۲۳. Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings, American Society of Civil Engineers, Reston Virginia, USA.

۶- Chen, W.F., and Lui, E.M., Stability Design of Steel Frames, CRC Press, London, ۱۹۹۱.

۷- Wong, M.B., Plastic Analysis and Design of Steel Structures, Butterworth-Heinemann, ۲۰۰۹.

۸- Baker, J., Heyman, Plastic Design of Frames ۱. Fundamentals, Cambridge University Press, ۱۹۶۹.

۹- Neal, B.G. The Plastic Methods of Structural Analysis. Chapman and Hall, London, ۱۹۷۷.

۱۰- Chopra., A.K., Dynamics of Structures, ۵<sup>th</sup> ed, Prentice-Hall, ۲۰۱۶.

۱۱- Kassimali, A. Matrix Analysis of Structures. Cengage Learning, ۲۰۱۲.

۱۲- روش‌های خمیری برای سازه‌های فولادی و بتنی، تالیف استوارت موی، ترجمه محمدرضا اصفهانی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۳- طراحی و تحلیل پلاستیک سازه‌های فولادی، تالیف ام. بیل وانگ، ترجمه مرتضی نقی‌پور، انتشارات دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل.

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-حضور) وجود دارد.





الف) عنوان درس به فارسی: طراحی لرزه‌ای سازه‌ها بر اساس عملکرد		
نوع درس و واحد	Performance-Based Seismic Design of Structures	عنوان درس به انگلیسی:
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>		ندارد
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/>		ندارد
نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/>		۳
پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>		۴۸
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> مرتب با مأموریت <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت <input type="checkbox"/> مرتب با مأموریت <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)
موسسه است <input type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

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
۴. طراحی بر اساس عملکرد مطابق آیین نامه بارگذاری ASCE7: آشنایی با روش طراحی سازه‌های جدید مبتنی بر تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی جهت تعیین طیف طرح، انتخاب و مقیاس کردن نگاشت‌های زلزله، مدل‌سازی غیرخطی سازه‌ها و تحلیل، تفسیر نتایج تحلیل دینامیکی غیرخطی و معیارهای پذیرش برای المان‌های تغییر مکان-کنترل و نیرو-کنترل
۵. طراحی بر اساس عملکرد مطابق FEMA P-۵۸: 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
۶. تعریف پروژه جهت طراحی سازه به یک روش طراحی بر اساس عملکرد و مقایسه با روش طراحی بر اساس نیرو

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: دینامیک سازه پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Dynamics of Structures	
دروس پیش نیاز:	ندارد	
دروس هم نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مربط با آمایش / مأموریت	مربط با مأموریت / آمایش
	<input type="checkbox"/> موسسه نیست	<input type="checkbox"/> موسسه است
	<input type="checkbox"/> پایه	<input checked="" type="checkbox"/> نظری
	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی	<input type="checkbox"/> عملی
	<input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	<input type="checkbox"/> نظری-عملی
	<input type="checkbox"/> پروژه	
	<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	

**ب) هدف کلی:**

- آشنایی با مباحث پیشرفته دینامیک سازه ها
- آشنایی با الگوریتم روش های مختلف تحلیل عددی دینامیک سازه ها و ارزیابی پایداری آن ها

**پ) سرفصل ها:**

- مقدمه و مبانی
- سازه های با جرم و سختی گسترده
- تحلیل سیستم در فضای فرکانس-توابع مختلط پاسخ فرکانس
- انواع تبدیل فوریه، حل سیستم های درگیر
- تبدیل های فوریه با بازه زمانی کوتاه و موجک
- شناسایی سیستم، مدها، فضای حالت
- میرایی غیر کلاسیک
- کاهش درجات آزادی
- بیان هامیلتون و معادلات لاگرانژ
- روش های عددی
- مدل های رفتاری غیر خطی

**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، آزمون های سریع تصادفی)، آزمون میان ترم، و آزمون پایان ترم

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

**ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:**

امکانات معمول و موجود در دانشگاه ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت برد، ویدئو پروژکتور، سیستم های 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: ریاضیات عالی مهندسی		
نوع درس و واحد	Advanced Engineering Mathematics	عنوان درس به انگلیسی:
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>		ندارد
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>		ندارد
نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>		تعداد واحد: ۳
پروژه/رساله/پایان نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>		
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت <input type="checkbox"/>		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)
موسسه است <input type="checkbox"/> موسسه نیست <input type="checkbox"/>		

**ب) هدف کلی:**

- آشنایی دانشجویان با مباحث معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی، نگاشت‌ها و انتگرال گیری با کمک توابع مختلط

**پ) سرفصل‌ها:**

۱. مقدمه‌ای بر فضاهای برداری
۲. سری فوریه
۳. تبدیل فوریه
۴. معادلات با مشتقات جزئی بسته به مورد با شرایط مرزی و شرایط اولیه متفاوت به روش فوریه شامل: معادلات موج، معادلات انتقال حرارت، معادلات لاپلاس، معادلات پواسون
۵. حل معادلات موج به روش دالامبر
۶. اعداد و توابع مختلط
۷. تبدیل همدیس شامل توابع مقدماتی، ترکیب توابع مقدماتی، تبدیل موبیوس و ترکیب توابع مقدماتی و تبدیل موبیوس
۸. انتگرال گیری 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 مورد نیاز 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, ۲۰۱۶.
- ۳- Advanced Mathematics for Engineers and Scientists, Schumm series, McGraw Hill, ۲۰۰۹.



۴- Complex Variables, M.R. Spiegel, McGraw-Hill Education, ۱۹۸۰.

۵-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: آمار و احتمالات پیشرفته		
نوع درس و واحد	Advanced Probability and Statistics	
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>	ندارد	
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	ندارد	
نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> مأموریت <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> مأموریت نیست <input type="checkbox"/>		

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 دو جمله‌ای و چند جمله‌ای، فوق هندسی، دو جمله‌ای منفی، پواسون)
۳. توابع توزیع احتمال پیوسته (یکنواخت، نرمال، گاما، نمایی، بتا، لوگ نرمال، وایبل، بتا، و ...)
۴. توسعه مدل ریاضی (جمع‌آوری اطلاعات برای توزیع تجربی، فرض برای توزیع نظری و برآورد پارامترها، آزمون نکویی برازش برای هماهنگی توزیع نظری و تجربی، کای اسکوار، کولموگروف و اسمیرنوف)
۵. رگرسیون خطی-چند متغیری و تولید متغیرهای تصادفی بر اساس توزیع‌های مختلف یکنواخت، نرمال، و نظایر آن‌ها در حالت یکبعدی و دو بعدی
۶. روشهای شبیه‌سازی مونت کارلو (اصول، کاربردها، و مثال)
۷. زنجیرهای مارکوف (مدل‌های مارکوف با زمان گسسته، Ergodicity و Recurrence، توابع لیاپانوف و مارتینگلیز، 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 مورد نیاز 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 ۱<sup>st</sup> Edition, William Mendenhall, Robert J. Beaver, Barbara M. Beaver, Cengage Learning, ۲۰۱۹.
- ۴- Introduction to Probability, Statistics, and Random Processes, Hossein Pishro-Nik, Kappa Research, ۲۰۱۴.
- ۵- Applied Statistics and Probability for Engineers, Douglas Montgomery & George Runger, Wiley, ۲۰۱۳.
- ۶- Statistics For Engineers and Scientists, William Navidi, Mc-Graw Hill, ۲۰۲۴.
- ۷- Advanced Probability and Statistics: Applications to Physics and Engineering, Harish Parthasarathy, CRC Press, ۲۰۲۲.

ج) 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-حضور) وجود دارد.





الف) عنوان درس به فارسی: مقاومت مصالح پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Strength of materials	
دروس پیش نیاز:	ندارد	
دروس هم نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مرتبط با آمایش / مأموریت	مرتبط با مأموریت / آمایش
	<input type="checkbox"/> موسسه نیست	<input type="checkbox"/> موسسه است
	<input type="checkbox"/> پایه	<input checked="" type="checkbox"/> نظری
	<input type="checkbox"/> تخصصی الزامی	<input type="checkbox"/> عملی
	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	<input type="checkbox"/> نظری-عملی
	<input type="checkbox"/> پروژه / رساله / پایان نامه	
	<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	

ب) هدف کلی:

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

ب) سرفصل ها:

۱. معادلات رفتار الاستیک (معادلات تعادل - قانون هوک برای حالت ایزوتروپیک، غیرایزوتروپیک، و اورتوتروپیک - مسائل کرنش مسطح و تنش مسطح - مختصات قطبی - تنش های اصلی و تنش برشی - کرنش ها و تغییر مکان ها - تبدیل مختصات)
۲. معیارهای تسلیم (محدودیت کاربرد داده های آزمایش تک محوره، رفتار غیرخطی مصالح، انواع معیارهای تسلیم)
۳. روش های انرژی (انرژی پتانسیل - کار مجازی - قضیه دوم کاستیلیانو و اصل کار مجازی - تعیین تغییرشکل های سازه های معین - سازه های نامعین استاتیکی)
۴. مسائل کلاسیک مقاومت مصالح پیشرفته
  - a. پیچش (پیچش میله منشوری با مقطع دایره ای، روش سنت ونان، حل الاستیک خطی، شبیه سازی حباب صابون برای مسائل پیچش، پیچش مقطع مستطیلی نازک، پیچش مقطع جدار نازک توخالی با دو انتهای مقید، حل عددی مسئله پیچش، پیچش پلاستیک)
  - b. خمش نامتقارن تیرهای مستقیم (مرکز برش، تنش های خمشی، تغییر شکل های خمشی، تاثیر بارهای مایل)
  - c. تیرهای خمیده (تنش های مماسی و شعاعی در تیرهای خمیده، تغییر شکل های 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. تنش های 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، آزمون های سریع تصادفی)، آزمون میان ترم، و آزمون پایان ترم

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان ترم	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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: تئوری الاستیسیته		
نوع درس و واحد	Theory of Elasticity	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> مرتب با مأموریت <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه نیست <input type="checkbox"/> موسسه است <input type="checkbox"/>		

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 لاپلاسیان ... 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)
۴. رابطه تنش-کرنش (قضیه اول و دوم کاستیلیانو، بررسی مواد ارتوتروپ، ایزوتروپ جانبی، ایزوتروپ)
۵. معادلات حاکم بر مسائل تئوری ارتجاعی (شامل معادلات ناویه، معادلات بلترامی-میشل، اصل اجتماع قوا، اصل سن ونان)
۶. 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 کارترین 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
- ۴- Timoshenko, S., Goodier, J. N., Theory of Elasticity, McGraw Hill, 3<sup>rd</sup> Ed., ۱۹۷۰.
- ۵- Slaughter, W. S., The Linearized Theory of Elasticity, Springer, ۲۰۰۲.
- ۶- 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: مکانیک محیط پیوسته		
نوع درس و واحد	Continuum Mechanics	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه نیست <input type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش/مأموریت <input type="checkbox"/>	
موسسه است <input type="checkbox"/>		

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 تغییر شکل، نرخ چرخش
۳. کرنش و تغییر شکل محدود: گرادینان جابه‌جایی، بیان لاگرانژی، بیان اویلری، کشیدگی، تغییر زاویه، تغییر جهت، تغییر حجم، تغییر سطح، تانسورهای تغییر شکل راست و چپ، تانسورهای کشیدگی و چرخش، نرخ تغییرات تانسورهای کشیدگی و چرخش، سازگاری کرنش‌ها
۴. بقای جرم و معادلات پیوستگی: معادلات پیوستگی، بیان مادی شرایط پیوستگی، مشتق مادی انتگرال‌های حجمی
۵. تنش و اصول مومنوم: تنش Cauchy، تنش کولپی، تنش‌های اول و دوم Piola-Kirchhoff، انواع تنش‌ها و کرنش‌های مزدوج و ارتباط آن‌ها، معادلات حرکت و تعادل
۶. قوانین انرژی برای محیط پیوسته: قانون اول ترمودینامیک برای محیط پیوسته، توان تنش، انرژی داخلی، 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, ۱۹۶۵.
- ۴) Continuum Mechanics: An Introductory Text for Engineers, Philip Hodge, McGraw-Hill, ۱۹۷۰.
- ۵) 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: تئوری ورق و پوسته		
نوع درس و واحد	Theory of Plates and Shells	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		ندارد
<input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی		ندارد
<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> پروژه/ رساله / پایان نامه		۳
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری		۴۸
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	مرتبط با آمایش / مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

**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 به صورت 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
۴. ورق تحت بار جانبی
۵. ورق‌های مستطیلی با تکیه‌گاه ساده و سایر شرایط حدی
۶. ورق‌های با هندسه‌های دیگر
۷. ورق بر روی بستر الاستیک
۸. روش‌های انرژی و تقریبی در تحلیل ورق
۹. ورق‌های 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
۱۴. 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, ۱۹۶۴.

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-حضور) وجود دارد.





الف) عنوان درس به فارسی: پایداری سازه‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Stability of Structures	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	
دروس هم‌نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مربط با آمایش/مأموریت	مربط با مأموریت/آمایش
	<input type="checkbox"/> موسسه نیست	<input type="checkbox"/> موسسه است
	<input type="checkbox"/> تخصصی الزامی	<input type="checkbox"/> پایه
	<input type="checkbox"/> نظری-عملی	<input checked="" type="checkbox"/> نظری
	<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	<input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان‌نامه
	<input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	<input type="checkbox"/> نظری-عملی

**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 نهایتاً مبانی استفاده از این اصول در آئین‌نامه‌های طراحی را ارائه دهد.

**پ) سرفصل‌ها:**

۱. معرفی اصولی عمومی کمانش: مفاهیم روش‌ها - میله‌های صلب - ستون اوپلری و طول موثر
۲. کمانش ارتجاعی و "ارتجاعی-خمیری" ستون‌ها با نقص اولیه - نحوه استفاده از این اصول در تدوین آئین‌نامه‌ها
۳. 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
۴. 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
۵. 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
۶. کمانش قاب‌ها: بررسی بارگذاری‌های مختلف - تاثیر نیروی محوری بر روی سختی خمشی - مقاومت نهایی - روش Perturbation - روابط کنترل و طراحی مربوطه در آیین‌نامه‌ها
۷. 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
۸. 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, ۱۹۷۴.
- ۳- Ziemian, R.D, Guide to Stability Design Criteria for Metal Structures, John Wiley & Sons, Inc., ۲۰۱۰.
- ۴- Gambhir, M.L., Stability Analysis and Design of Structures, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ۲۰۰۴.
- ۵- Bleich F., Buckling Strength of Metal Structures, Energy Societies Monographs, Mc Graw Hill, ۱۹۵۲.
- ۶- Timoshenko, S.P., and Gere, J.M., Theory of Elastic Stability, Mc Graw Hill, ۱۹۶۱.
- ۷- Farshad, M., Stability of Structures, Elsevier Science, ۱۹۹۴.
- 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, ۱۹۸۵.
- ۱۰- Brush, D.O. & Almoth, B.O., Buckling of Bars, Plates and Shells, McGraw Hill, ۱۹۷۵.
- ۱۱- Horne, M.R. & Merchant, W., The Stability of Frames, Pergamon Press, ۱۹۶۵.
- ۱۲- Simitses, G.J., An Introduction to the Elastic Stability of Structures; Prentice Hall, ۱۹۷۶.
- 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: دینامیک خاک		
نوع درس و واحد	Soil Dynamics	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت / آماش <input type="checkbox"/> موسسه است <input type="checkbox"/>	مرتبط با آماش / مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست <input type="checkbox"/>	وضعیت آماشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

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



۳۵ درصد

میان‌ترم

۵۰ درصد

آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)

**ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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, ۱۹۹۶, Prentice-Hall.
- ۲- Principles of Soil Dynamics, B. M. Das, ۲۰۱۶, Cengage Learning.
- ۳- Soil Behavior in Earthquake Geotechnics, K. Ishihara, ۱۹۹۶, Clarenon Press.
- ۴- 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: ژئوتکنیک لرزه‌ای		
عنوان درس به انگلیسی:	Geotechnical Earthquake	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	
دروس هم‌نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
	مربط با مأموریت / آمایش	مربط با مأموریت / آمایش
	<input type="checkbox"/> موسسه است	<input type="checkbox"/> موسسه نیست
	نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>
	عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>
	نظری-عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>
		پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>
		مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>

**ب) هدف کلی:**

- آشنایی با مباحث ژئوتکنیک لرزه‌ای با رویکرد کاربردی در لرزه‌شناسی و مهندسی زلزله

**پ) سرفصل‌ها:**

- مروری بر مباحث ژئوتکنیک لرزه‌ای، لرزه‌شناسی، و زمین‌شناسی مهندسی
- روش‌های برآورد خطر زلزله (روش‌های تعیینی و آماری)
- اثرات ساختگاه، جنس لایه‌های خاک و اثر تپه و دره
- بررسی پارامترهای مدول برشی، نسبت میرایی خاک‌ها در بارگذاری‌های دینامیکی و ارائه مدل‌های مختلف
- مدل‌های مختلف رفتار دینامیکی خاک
- معرفی آخرین یافته‌ها در ارزیابی روانگرایی، محاسبه گسترش جانبی و معرفی روش‌های مختلف
- روش‌های کاهش پتانسیل روانگرایی و تکنیک‌های بهسازی
- پدیده گسلش و اندرکنش آن با سازه‌های زیر زمینی (تونل‌ها) و سازه‌های سطحی (پی‌ها و سازه‌ها)
- معرفی اثر حوزه نزدیک زلزله بر سازه‌ها
- محاسبه تغییر مکان شیب با استفاده از روش‌های Couple و Decouple
- طراحی لرزه‌ای دیوارهای حائل مبتنی بر تغییر مکان

**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- Kramer, S., Geotechnical Earthquake Engineering. Pearson, ۱۹۹۶.
- ۲- Ishihara, k., Earthquake Geotechnical Engineering. CRC Press, ۱۹۹۵.
- ۲- Towhata, I., Geotechnical Earthquake Engineering (Springer Series in Geomechanics and Geoengineering), 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: اندرکنش آب و سازه		
عنوان درس به انگلیسی:	Water-Structure Interaction	
عنوان درس به انگلیسی:	ندارد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/> پروژه <input type="checkbox"/>
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مرتبط با مأموریت/مأموریت موسسه نیست <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input type="checkbox"/>	

ب) هدف کلی:

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

پ) سرفصل‌ها:

۱. معادلات حاکم در آب (ناویه استوکز، اولر، معادله موج و ...)
۲. مروری بر تحلیل دینامیکی سازه‌ها، بالاخص روشهای مستقیم و مودال در محدوده فرکانس
۳. محاسبه تحلیلی فشارهای هیدرودینامیک در حالات ساده شده
۴. روش عددی حل معادله موج در حالت دوبعدی و بحث در ارتباط با المان نیمه بینهایت دو بعدی
۵. اندرکنش سیستم سازه و آب برای مدل آب تراکم‌ناپذیر
  - a. المان نیمه بینهایت سه بعدی، المان اجزا محدود سیال، المان میان لایه ای
  - b. ترکیب المان‌های فوق
۶. روش حل در محدوده زمان با استفاده از ماتریس‌های جرم افزوده دقیق و جرم افزوده تقریبی (وسترگارد اصلاح شده)
۷. اندرکنش سیستم سازه و آب برای مدل آب تراکم‌پذیر
  - a. 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
  - a. روابط حاکم با استفاده از فشارهای گره‌ای-کاربرد پتانسیل سرعت

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، 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-حضور) وجود دارد.





الف) عنوان درس به فارسی: تحلیل خطر زلزله		
نوع درس و واحد	Seismic Hazard Analysis	عنوان درس به انگلیسی:
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش‌نیاز:
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه <input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه است <input type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

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 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
۴. 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
  ۵. روابط کاهندگی و نحوه انتخاب آن‌ها با استفاده از آزمون‌های LH و LLH، معرفی نسل جدید روابط کاهندگی (NGA)
  ۶. 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
      ۴. مدل‌های بازگشتی بر مبنای زلزله مشخصه (Characteristic)، برآورد فعالیت گسل‌ها با استفاده از سن‌سنجی، مطالعه لرزه‌خیزی در مناطق دارای اطلاعات آماری کم
      ۵. 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
      ۶. 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 مورد نیاز 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, ۲۰۰۴
- ۳- Introduction to Probabilistic Seismic Hazard Analysis By: Jack W. Baker, White Paper Version, ۲۰۱۳
- ۴- Earthquake Hazard Analysis By: Leon Reiter, Columbia University Press, ۱۹۹۱
- ۵- Geotechnical Earthquake Engineering By: S. L. Kramer, Prentice-Hall, New Jersey, ۱۹۹۶

**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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: مدیریت ریسک و بحران		
عنوان درس به انگلیسی:	Risk and Crisis Management	
دروس پیش نیاز:	ندارد	
دروس هم نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
	<input type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	<input checked="" type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> نظری-عملی
	<input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست	<input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است

**ب) هدف کلی:**

- آشنایی و به کارگیری مفاهیم مدیریت ریسک و مدیریت بحران در مهندسی زلزله

**پ) سرفصل ها:**

- مبانی مدیریت ریسک، فرآیند مدیریت ریسک، تعریف اجزای مدیریت ریسک
- آشنایی با تئوری های موجود در مدیریت ریسک با مبانی علم اقتصاد (مدل های بدهکاری-بستانکاری، مدل های دسته بندی و علامت گذاری، نقش تحلیل کمی ریسک و نتایج هوشمند، مبانی بهینه سازی و کاربرد آن در مدلسازی ریسک)
- برنامه ریزی شهری و مدیریت کاربری زمین در مدیریت ریسک (مبانی کاهش ریسک سوانح با مدیریت کاربری زمین، اهمیت برنامه ریزی شهری در مناطق خطرپذیر، تاسیسات صنعتی در مناطق شهری، شناخت مفهوم حریم ایمن ساخت و ساز، مبانی تشکیل واحدهای همسایگی و محلات در مدیریت ریسک)
- ابعاد اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی مدیریت ریسک (نقش دولتها، سازمان های غیر دولتی مردم در مدیریت ریسک، مبانی تامین مالی برای بازسازی)
- مبانی انتقال ریسک از طریق بیمه (سیستم های انتقال ریسک، مبانی و اصول بیمه، انواع بیمه های سوانح، بیمه و توسعه، مکانیزم بیمه اتکایی، چالش های صنعت بیمه در مدیریت ریسک سوانح، ابزارها برای فراگیر کردن پوشش های بیمه ای، توسعه یافتگی بیمه به عنوان ابزار اصلی و کارآمد مدیریت ریسک)
- مبانی و اصول مدل های تخمین احتمالی ریسک (کاربرد مدل های تخمین در صنعت بیمه، ارتقاء دانش عمومی برای مقابله با سوانح طبیعی، کنترل خسارت از طریق کاهش آسیب پذیری، اصول آمادگی در برابر زلزله و مبانی پیشگیری)
- مولفه های واکنش اضطراری و شناخت مولفه های اصلی سازماندهی مدیریت بحران و فرآیند بازسازی
- اصول مربوط به بازسازی (مبانی و معیارها، بازسازی و مشارکت مردمی، بخش خصوصی و دولت، بازسازی و اسکان موقت، بازسازی و توسعه های اجتماعی، اقتصادی، و فرهنگی)

**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، آزمون های سریع تصادفی)، آزمون میان ترم، و آزمون پایان ترم

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



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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- Jack Baker, Brendon Bradley, and Peter Stafford, Seismic Hazard and Risk Analysis, Cambridge University Press, ۲۰۲۲.

۲- S. Tesfamariam and K. Goda, Handbook of Seismic Risk Analysis and Management of Civil Infrastructure Systems, Woodhead Publishing, ۲۰۱۳.

۳- Kamran Vahdat, Seismic Risk Management : A System-Based View, Scholars' Press, ۲۰۱۴.

۴-David J. Dowrick, Earthquake Resistant Design and Risk Reduction, Wiley, ۲۰۰۹.

۵-Carlos Sousa Oliveira, Antoni Roca, and Xavier Goula, Assessing and Managing Earthquake Risk: Geo-Scientific and Engineering Knowledge for Earthquake Risk Mitigation, Springer, ۲۰۱۴.

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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: پایش سلامت سازه‌ها		
نوع درس و واحد	Structural Health Monitoring	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		ندارد
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		ندارد
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد: ۳
پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>		
مرتبط با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/> مرتب با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/>		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)
موسسه نیست <input type="checkbox"/> موسسه است <input type="checkbox"/>		

**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
۴. سنسورها و روش‌های جمع‌آوری داده‌ها
۵. مشخصات سازه که در برابر خرابی تغییر می‌کنند
۶. 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:**

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. 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 اینترنتی 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: ۱۹۹۶-۲۰۰۱", Los Alamos National Laboratory, USA, ۲۰۰۳.
- ۳- Karbhari, V. M., & Ansari, F., "Structural Health Monitoring of Civil Infrastructure Systmes", Elsevier, ۲۰۰۹
- ۴- Brincker, R., & Ventura, C., "Introduction to Operational Modal Analysis", John Wiley & Sons, ۲۰۱۵.
- ۵- Rainieri, C., & Fabbrocino, G., "Operational Modal Analysis of Civil Engineering Structures", Springer, ۲۰۱۴.

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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: بهینه‌سازی سازه‌ها		
نوع درس و واحد	Structural Optimization	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت / آمایش / مأموریت <input type="checkbox"/>	
موسسه است <input type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

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
  - روش‌های جستجوی مستقیم (جهت‌های مزدوج و الگوریتم پاول)
  - روش‌های مبتنی بر گرادیان (بیشترین افت)
  - روش نیوتن و روش‌های شبه نیوتنی
۴. بهینه‌سازی مقید
  - روش ضرایب لاگرانژ
  - شرایط کوهن-تاکر، یافتن جواب بهینه با استفاده از نقاط کوهن-تاکر
  - برنامه‌ریزی محدب
  - برنامه‌ریزی کوادراتیک
  - محاسبه ضرایب لاگرانژ
  - Gradient Projection Method
  - روش جهت‌های پذیرفتنی
  - روش‌های توابع جریمه داخلی و خارجی
۵. بهینه‌سازی با استفاده از تقریبات متوالی



- خطی سازی قیود و تابع هدف
- تقریب مستقیم و معکوس
- Sequential linear programming
- Sequential quadratic programming
- ۶. آنالیز حساسیت، روش های تحلیل مستقیم و وابسته
- ۷. کاربرد بهینه سازی در سازه ها
- بهینه سازی سطح مقطع
- بهینه سازی شکل
- بهینه سازی توپولوژی
- ۸. نرم افزارها و روش های 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، آزمون های سریع تصادفی)، آزمون میان ترم، آزمون پایان ترم، و پروژه	
ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۲۵ درصد

**(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:**

امکانات معمول و موجود در دانشگاه ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت برد، ویدئوپروژکتور، سیستم های 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 ویژه ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی رسد.

**(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: سازه‌های بتن آرمه پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced RC Structures	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	
دروس هم‌نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مرتبط با آمایش/مأموریت	مرتبط با مأموریت/آمایش
	<input type="checkbox"/> موسسه نیست	<input type="checkbox"/> موسسه است
	<input type="checkbox"/> پایه	<input checked="" type="checkbox"/> نظری
	<input type="checkbox"/> تخصصی الزامی	<input type="checkbox"/> عملی
	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	<input type="checkbox"/> نظری-عملی
	<input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان‌نامه	
	<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	

ب) هدف کلی:

- ارائه مفاهیم و روش‌های خاص برای طراحی سازه‌های بتن مسلح

پ) سرفصل‌ها:

۱. تعریف نواحی با رفتار تیر مانند و نواحی با رفتار ناحیه عمیق (D-region)
۲. آشنایی با روش خرپایی (بست و بند) برای طراحی اجزای سازه‌های بتن مسلح و ارائه مثال‌های کاربردی
۳. طراحی تیرهای عمیق و نشمین‌های بتن مسلح به روش تجربی و بست و بند
۴. خزش و جمع شدگی و روش‌های محاسبه آن در رفتار سازه‌های بتن مسلح
۵. رفتار غیرخطی و بازتوزیع لنگر
۶. طرح و آنالیز دال‌های دو طرفه: روش خطوط تسلیم، روش‌های مبتنی بر مدلسازی اجزای محدود
۷. مهار به بتن (رفتار و طراحی در برابر نیروهای کششی و برشی، اندرکنش برش و کشش)
۸. سیستم‌های سازه‌ای ساختمان‌های بلند: قاب صلب، سیستم‌های دیوار، سیستم‌های لوله، پوسته و هسته، و سیستم ترکیبی
۹. طراحی سازه‌های خاص:
  - دال‌های گسترده بر روی زمین
  - سیلوها و بونکرها
  - دودکش‌ها
  - طاق‌ها و گنبد‌ها

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                       | ۳۰ درصد |
| آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی) | ۴۰ 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- Reinforced Concrete Mechanics and Design, James Wight, Pearson, ۲۰۲۱.
- ۲- Design of Reinforced Concrete Structures, David Darwin & Charles Dolan, McGraw Hill, ۲۰۲۱
- ۳- Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings, J. Moehle, McGraw Hill, ۲۰۱۵.
- ۴- Time-Dependent Behaviour of Concrete Structures, Raymond Ian Gilbert & Gianluca Ranzi, CRC Press, ۲۰۱۹.
- ۵- Reinforced Concrete Design of Tall Buildings, Bungale S. Taranath, Taylor and Francis, ۲۰۱۰.
- ۶- Reinforced Concrete Chimneys and Towers, G. M. Pinfold, ۱۹۸۴.

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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: سازه‌های فولادی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Steel Structures	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	
دروس هم‌نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مربط با آمایش/مأموریت	
	مربط با آمایش/مأموریت	مربط با آمایش/مأموریت
	<input type="checkbox"/> موسسه نیست	<input type="checkbox"/> موسسه است
نوع درس و واحد	<input type="checkbox"/> پایه	<input checked="" type="checkbox"/> نظری
	<input type="checkbox"/> تخصصی الزامی	<input type="checkbox"/> عملی
	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	<input type="checkbox"/> نظری-عملی
	<input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان‌نامه	
	<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مباحث پیشرفته در طراحی سازه‌های فولادی

پ) سرفصل‌ها:

۱. اصول پایداری اجزای فشاری در حد ارتجاعی و غیرارتجاعی، اثر تنش‌های پسماند، طرح اعضای فشاری در خرپاها و قاب‌ها، ناپایداری قاب‌ها، تعیین طول موثر اجزای فشاری، بررسی مبانی آیین‌نامه‌ها
۲. تحلیل پایداری سازه‌ها و اثرات درجه دوم ( $P-\delta$ ،  $P-\Delta$ ) در تحلیل سازه‌ها و روش‌های انجام تحلیل‌های پایداری
۳. پیچش تیرها، مقاطع مختلف، ترکیبات خمش و پیچش، کماتش پیچشی، تیرهای بدون تکیه‌گاه جانبی، بررسی خواص مقاطع مختلف، بررسی تکیه‌گاه‌های جانبی
۴. طرح تیرستون‌ها، روش‌های تحلیل پایداری تیرستون‌ها در شرایط مختلف بار محوری و بارهای جانبی و لنگرها، بررسی ضوابط آیین‌نامه‌ها و مبانی آن‌ها
۵. طرح تیر با مقطع متغیر، طرح تیرستون با مقطع متغیر، تیورق‌های دوگانه
۶. طرح تیرهای مختلف از فولاد و بتن، روش‌های ساخت، اتصالات برشی، بررسی مبانی ضوابط آیین‌نامه‌ها و کاربرد آن، روش‌های بهینه‌سازی طراحی سقف‌ها
۸. طراحی سیستم‌های مرکب (Composite)
۹. تحلیل و طراحی انواع اتصالات برشی و خمشی
۱۰. طراحی اتصالات قوطی (BOX) و لوله (HSS)
۱۱. طراحی براساس تحلیل غیرخطی
۱۲. بررسی سیستم‌های باربر جانبی در سازه‌های فولادی و روش آنالیز و طراحی آن‌ها
۱۳. سازه‌های بلند و آسمان‌خراش‌ها - طراحی باتوجه به خستگی، طرح اعضا و اتصالات
۱۴. اثر جمع‌شدگی آب باران و بارهای متمرکز در سقف
۱۵. طراحی مهاربندهای تیرها و ستون‌ها
۱۶. ملاحظات سرویس‌پذیری سازه‌های فولادی
۱۷. طراحی سازه در مقابل حریق
۱۸. کنترل کیفیت سازه‌های فولادی
۱۹. ارزیابی سازه‌های فولادی موجود و کنترل کیفیت
۲۰. ملاحظات ویژه

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، و آزمون پایان‌ترم

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

**ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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- مقررات ملی ساختمان ایران - مبحث دهم: طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی.
- ۲- ازهری، مجتبی؛ عموشاهی، حسین؛ و میرقادری، سیدرسول "طراحی سازه‌های فولادی به روش حالات حدی"، جلد پنجم (طراحی اعضاء)، چاپ چهاردهم، انتشارات ارکان دانش اصفهان، ۱۳۹۶
- ۳- ازهری، مجتبی؛ و میرقادری، سیدرسول "طراحی سازه‌های فولادی"، جلد هفتم (مباحث طراحی لرزه‌ای)، انتشارات ارکان دانش اصفهان، ۱۳۹۶
- ۴- ازهری، مجتبی؛ و میرقادری، سیدرسول "طراحی سازه‌های فولادی به روش حالات حدی و مقاومت مجاز"، جلد ششم (طراحی اتصالات)، چاپ ششم، انتشارات ارکان دانش اصفهان، ۱۳۹۵
- ۵- Geschwinder L. F., Liu J. & Carter C.J., "Unified Design of Steel Structures", John Wiley & Sons Inc. ۳<sup>rd</sup> Edition ۲۰۱۷
- ۶- Williams A. "Steel Structures Design for Lateral and Vertical Forces", McGraw Hill Education, ۲<sup>nd</sup> edition, ۲۰۱۴
- ۷- Aghayere A. O. & Vigil J., "Structural Steel Design: A Practice-Oriented Approach", Pearson, ۲<sup>nd</sup> edition ۲۰۱۴
- ۸- McCormac J. C. & Csernak S. F., "Structural Steel Design", Pearson, ۶<sup>th</sup> edition, ۲۰۱۷
- ۹- Tamboli A. R., "Handbook of Structural Steel Connection Design and Details", McGraw Hill Education, ۳<sup>rd</sup> edition ۲۰۱۶
- ۱۰- American Institute of Steel Construction, Steel Construction Manual, ۲۰۲۲.
- ۱۱- AASHTO (۲۰۲۰), AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, ۸<sup>th</sup> Ed., American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC.

**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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی		
نوع درس و واحد	Seismic Design of Steel Structures	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		ندارد
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		ندارد
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳
پروژه <input type="checkbox"/>		تعداد واحد:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>		۴۸
مربط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
موسسه نیست <input type="checkbox"/> موسسه است <input type="checkbox"/>		وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

**ب) هدف کلی:**

- ارائه فلسفه طراحی و رفتار لرزه‌ای سازه‌های فولادی
- آموزش طراحی لرزه‌ای و جزئیات‌بندی اجزاء سازه‌ای ساختمان‌های فولادی بر اساس آیین‌نامه
- آموزش تامین شکل‌پذیری، مقاومت، و سختی سازه فولادی در برابر زلزله

**ب) سرفصل‌ها:**

- فصل اول: فلسفه طراحی لرزه ای
  - مبانی طراحی لرزه ای سازه های فولادی: دامنه و حدود کاربرد، مشخصات مصالح، ترکیب بارها، کماتش کلی و موضعی
  - تاریخچه طراحی لرزه ای: طراحی بر اساس نیرو، طراحی بر اساس ظرفیت، طراحی بر اساس عملکرد
  - ایده زنجیر پائولی و طراحی بر اساس ظرفیت سیستم های سازه ای
  - مفاهیم و روابط غیرخطی در طراحی لرزه ای: ضریب رفتار، فاکتور اضافه مقاومت، شکل پذیری
- فصل دوم: طراحی لرزه ای قاب خمشی فولادی
  - رفتار لرزه ای قاب خمشی فولادی: تجربه زلزله نورث ریج و شکل پذیری اتصالات قاب خمشی فولادی
  - بررسی ضوابط طراحی لرزه ای آیین نامه برای قاب های خمشی متوسط و ویژه
  - بررسی ضوابط طراحی لرزه ای آیین نامه برای اتصالات گیردار از پیش تایید شده
  - مثال از طراحی تیر و ستون در یک قاب خمشی متوسط یا ویژه
  - مثال نمونه از طراحی اتصالات گیردار از پیش تایید شده: اتصال مستقیم تیر با مقطع کاهش یافته، اتصال فلنجی بدون استفاده از ورق لچکی، اتصال فلنجی با استفاده از ورق لچکی، اتصال پیچی به کمک ورق های روسری و زیرسری، اتصال جوشی به کمک ورق های روسری و زیرسری، اتصال براکت پیچی Kaiser، اتصال Conxtech Conxl، اتصال ورق های جانبی، اتصال سیمپسون و اتصال دو بل T.
- فصل سوم: طراحی لرزه ای قاب مهاربندی شده همگرا
  - رفتار لرزه ای قاب مهاربندی همگرا: رفتار عضو مهاری در برابر بار چرخه ای، مکانیزم های انهدام قاب مهاربندی همگرا، اتصالات قاب مهاربندی همگرا، راهکارهای بهبود رفتار لرزه ای قاب مهاربندی همگرا
  - بررسی ضوابط طراحی لرزه ای آیین نامه برای قاب مهاربندی شده همگرای معمولی و ویژه
  - مثال از طراحی عضو مهاری، تیر و ستون در قاب مهاربندی همگرا
  - مثال از طراحی اتصال عضو مهاری به تیر و اتصال عضو مهاری به محل تقاطع تیر-ستون
- فصل چهارم: طراحی لرزه ای قاب مهاربندی شده واگرا
  - رفتار لرزه ای قاب مهاربندی واگرا: سختی، شکل پذیری و مقاومت قاب مهاربندی واگرا، رفتار و شکل‌پذیری تیر پیوند
  - بررسی ضوابط طراحی لرزه ای آیین نامه برای قاب مهاربندی شده واگرای ویژه
  - مثال از طراحی تیر پیوند، تیر در خارج ناحیه پیوند، عضو مهاری و ستون در قاب مهاربندی واگرا
  - مثال از طراحی اتصال عضو مهاری به تیر و اتصال عضو مهاری به محل تقاطع تیر-ستون
- فصل پنجم: طراحی لرزه ای قاب مهاربندی شده کماتش تاب
  - رفتار لرزه ای قاب مهاربندی شده کماتش تاب



- مبانی طراحی: پیشینه تحقیقات، اجزای تشکیل دهنده مهاربند و تحلیل قاب مهاربندی کمانش تاب
- بررسی ضوابط طراحی لرزه ای آیین نامه برای قاب مهاربندی شده کمانش تاب
- روش گام به گام طراحی قاب مهاربندی شده کمانش تاب
- فصل ششم: طراحی لرزه ای دیوار برشی فولادی
  - پیشینه تحقیق و آزمایش های انجام شده بر روی دیوار برشی فولادی
  - رفتار لرزه ای و روش های تحلیل دیوار برشی فولادی
  - بررسی ضوابط طراحی لرزه ای آیین نامه های برای دیوار برشی فولادی
  - رفتار لرزه ای و ضوابط طراحی دیوارهای برشی با ورق جان دارای سواخ های متوالی
  - مثال از طراحی دیوار برشی فولادی، تیر و ستون

#### 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، و ارائه مثال های کاربردی خواهد بود.

#### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر (سوال و جواب کلاسی، تمرینات، آزمون های سریع تصادفی)، آزمون میان ترم، آزمون پایان ترم، و پروژه

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

#### ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت برد، ویدئوپروژکتور، سیستم های معمول کامپیوتری و ..... برای ارائه درس کافی است.

#### چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. مقررات ملی ساختمان، مبحث دهم، طرح و اجرای ساختمان های فولادی.

۲. ANSI/AISC ۳۴۱-۲۲, Seismic Provisions for Structural Steel buildings

۳. ANSI/AISC ۳۰۸-۲۲, Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications.

۴. AISC Seismic Design Manual, ۲۰۱۸.

۵. ANSI/AISC ۳۶۰-۲۲, Specification for Structural Steel Buildings

۶. طراحی سازه های فولادی، جلد هفتم-مباحث طراحی لرزه ای، دکتر مجتبی ازهری، دکتر رسول میرقادر، انتشارات ارکان دانش، ۱۳۹۶.

۷- Gioncu, V., Mazzolani, F., Seismic Design of Steel Structures. CRC Press, ۲۰۱۳.

۸- Steel Structures: Controlling Behavior Through Design. Robert Englekirk, Wiley, ۱۹۹۶.

۹- The Seismic Design Handbook, Farzad Naeim, Springer, ۲۰۰۱.

۱۰- Seismic Design of Building Structures, M. Lindeburg & K. McMullin, Professional Publications, Inc. ۲۰۱۴.

۱۱- Ductile Design of Steel Structures, M. Bruneau, C. Uang, and R. Sabelli, McGraw Hill, ۲۰۱۱.

۱۲- Ductility of Seismic Resistant Steel Structures, V.Gioncu, F.Mazzolani, CRC press, ۲۰۰۲.

#### ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظات ویژه ای برای جامعه معلولین در آموزش این رشته به نظر نمی رسد.

#### 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 بتنی		
نوع درس و واحد	Seismic Design of Concrete Structures	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		ندارد
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		ندارد
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳
پروژه <input type="checkbox"/>		تعداد واحد:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>		۴۸
مربط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	مربط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)
موسسه است <input type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

ب) هدف کلی:

- ارائه فلسفه طراحی و رفتار لرزه‌ای سازه‌های بتن مسلح
- آموزش طراحی لرزه‌ای و جزئیات‌بندی اجزاء سازه‌ای ساختمان‌های بتن مسلح بر اساس آیین‌نامه
- آموزش روش تامین شکل‌پذیری، مقاومت، و سختی برای سازه‌های بتن مسلح

ب) سرفصل‌ها:

- فصل اول: فلسفه طراحی لرزه‌ای

- تاریخچه طراحی لرزه‌ای: طراحی بر اساس نیرو، طراحی بر اساس ظرفیت، طراحی بر اساس عملکرد
- مبانی طراحی لرزه‌ای، ایده زنجیر پائولی و طراحی بر اساس ظرفیت سازه‌های بتنی
- مفاهیم و روابط غیرخطی سازه در طراحی لرزه‌ای: ضریب رفتار، فاکتور اضافه مقاومت و شکل‌پذیری

- فصل دوم: مشخصات مکانیکی مصالح و پیوستگی فولاد و بتن

- مشخصات مکانیکی فولاد: آرماتور ساختمانی، رفتار تحت بار مونوتونیک، رفتار چرخه‌ای
- مشخصات مکانیکی بتن محصور نشده: رفتار تحت بارگذاری تک محوره مونوتونیک، تک محوره چرخه‌ای، و چند محوره
- مشخصات مکانیکی بتن محصور شده: مکانیزم محصورشدگی، مدل تحلیلی تنش-کرنش
- پیوستگی فولاد و بتن: روابط تنش پیوستگی و نیروهای خارجی، مکانیک پیوستگی، مقاومت پیوستگی آرماتور
- وصله آرماتورها: وصله پوششی، مکانیکی، جوشی
- طول گیرایی میلگرد قلاب دار: قلاب‌های استاندارد، مکانیزم انتقال نیرو، ضوابط آیین‌نامه‌ای
- تاثیر بارگذاری چرخه‌ای

- فصل سوم: طراحی لرزه‌ای قاب خمشی بتنی

- ظرفیت شکل‌پذیری تیر و ستون: تحلیل لنگر-انحنا، نتایج آزمایشگاهی لنگر-انحنا در تیرها و ستون‌ها تحت بار چرخه‌ای
- رفتار لرزه‌ای قاب خمشی بتنی: مکانیزم تسلیم مطلوب، ظرفیت شکل‌پذیری قاب خمشی
- اتصال تیر به ستون: برش محل اتصال، تنظیم ابعاد اتصال، آرماتورهای طولی و آرماتورهای محصورکننده در ناحیه اتصال تیر به ستون، تغییر شکل‌های ناحیه اتصال
- بررسی ضوابط طراحی لرزه‌ای آیین‌نامه برای قاب‌های خمشی متوسط و ویژه، جزئیات‌بندی و متناسب‌سازی اعضای تیر، ستون و ناحیه اتصال تیر به ستون
- مثال از طراحی تیر، ستون و محل اتصال در یک قاب خمشی نمونه
- برش در تیرها و ستون‌ها: روابط لنگر، برش و پیوستگی، عملکرد تیر و عملکرد قوسی، نیروهای داخلی در اعضای با آرماتور عرضی، مدل خرابایی در تحلیل اعضای بتنی، روش تجربی جهت محاسبه مقاومت برشی تیر و ستون‌ها، تاثیر بارگذاری چرخه‌ای

- فصل چهارم: طراحی لرزه‌ای دیوار برشی بتنی

- مفاهیم اولیه: تقسیم‌بندی دیوار بر اساس لاغری و نوع رفتار دیوار، برش در دیوار بلند و دیوار کوتاه
- ظرفیت شکل‌پذیری دیوار برشی بلند: تحلیل لنگر-انحنا در مفاصل پلاستیک، نتایج آزمایشگاهی لنگر-انحنا تحت بار چرخه‌ای
- رفتار لرزه‌ای دیوار برشی بلند: طراحی برشی در مفصل پلاستیک، برش اصطکاکی و لغزش در مفصل پلاستیک، طراحی بر اساس ظرفیت سایر مولفه‌ها



- رفتار لرزه‌ای دیوار برشی کوتاه: دیوار کوتاه معمولی، دیوار کوتاه با آرماتور قطری، رفتار غیرخطی تحت بارگذاری مونوتونیک و چرخه‌ای
- بررسی ضوابط طراحی لرزه ای آیین نامه برای دیوار برشی و المان مرزی و حل مثال طراحی
- رفتار لرزه ای دیوار برشی همبسته: سختی، مقاومت و شکل پذیری دیوار برشی همبسته، نوع رفتار خمشی و برشی تیر هم بند، رفتار چرخه ای تیر هم بند با آرماتور قطری و با آرماتور طولی
- بررسی ضوابط طراحی لرزه ای آیین نامه برای دیوار برشی همبسته و حل مثال طراحی

#### - فصل پنجم: دیافراگم ها و جمع کننده ها

- مفاهیم اولیه: نقش دیافراگم، اجزای دیافراگم، رفتار دیافراگم و مبانی طراحی
- تحلیل دیافراگم: نحوه مدل سازی و روش های آنالیز، مسیر انتقال بار ایده آل، سازگاری تغییر شکل ها در دیافراگم انعطاف پذیر، رمپ
- طراحی دیافراگم: ضرایب بار و مقاومت، مقاومت برشی دیافراگم، انتقال بار به اعضای قائم، جزئیات بندی
- بررسی ضوابط طراحی لرزه ای آیین نامه و حل مثال

#### - فصل ششم: فونداسیون

- مفاهیم اولیه: انواع فونداسیون و نوع عملکرد، اندرکنش خاک-سازه
- طراحی فونداسیون گسترده، فونداسیون عمیق (طراحی شمع و کلاه) و طراحی دیوار زیر زمین
- بررسی ضوابط طراحی لرزه ای آیین نامه و حل مثال

#### (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 ارائه مثال‌های 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)	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. مقررات ملی ساختمان، مبحث نهم، طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه.

۱. ACI 318R-19. *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*.
۲. CRSI (2020). *Design Guide on the ACI 318 Building Code Requirements for Structural Concrete*.
۳. Moehle J. (2015). *Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings*. McGraw Hill.
۴. Paulay, T., Priestley, M. N. (1992). *Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings*.
۵. Park, R., Paulay, T. (1975). *Reinforced concrete structures*. John Wiley & Sons.
۶. Wight J. K. (2021). *Reinforced Concrete: Mechanics and Design*, 8<sup>th</sup> ed. Pearson.
۷. Darwin, D., Dolan, C. (2021). *Design of Concrete Structures*, 16<sup>th</sup> ed. 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-حضور) وجود دارد.





الف) عنوان درس به فارسی: طراحی لرزه‌ای سازه‌های ویژه		
نوع درس و واحد	Seismic Design of Special Structures	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		ندارد
<input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی		ندارد
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	۳
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری		۴۸
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	مرتبط با آمایش / مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

**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 مبنای رفتار لرزه‌ای آنها
۳. بررسی ضوابط و مقررات آیین‌نامه‌ای موجود در مورد طراحی مقام سازه‌های ویژه در برابر زلزله
۴. مدلسازی تحلیلی انواع سازه‌های ویژه برای بررسی رفتار لرزه‌ای سازه‌های ویژه
۵. 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
  ۴. برج‌های خنک‌کننده هذلولی
  ۵. لوله‌های مدفون
  ۶. 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 مصدق کارپردی 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 ۲۰۱۴

۲- Richards, P. W., "Seismic Principles", Create Space Independent Publishing Platform, ۱st Edition, ۲۰۱۷

۳- Williams, A., "Seismic and Wind Forces: Structural Design Examples", ۵th 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: ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها		
نوع درس و واحد	Seismic Evaluation and Retrofit	
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>	ندارد	
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	ندارد	
نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت <input type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش / مأموریت <input type="checkbox"/>	
موسسه است <input type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

ب) هدف کلی:

- آشنایی با روش ارزیابی لرزه‌ای و روش‌های بهبود عملکرد ساختمان‌های موجود در برابر زلزله
- انتظار می‌رود دانشجویانی که این درس را اخذ نمایند بتوانند ارزیابی کمی سازه‌ها در برابر زلزله را به خوبی انجام دهند و با استفاده از نتایج آنالیزهای خطی و غیرخطی طرح‌های مناسب بهسازی سازه‌ها را ادامه نمایند.

پ) سرفصل‌ها:

۱. کلیات درس: مروری بر روند خسارات وارده بر ساختمان‌ها در زلزله‌های گذشته، مروری بر روش‌های تجویز آیین‌نامه‌ها در طراحی لرزه‌ای و ایرادات وارده بر آن در ارزیابی لرزه‌ای، معرفی روش‌های عملکردی و چارچوب‌های آن
۲. معرفی مبانی بهسازی لرزه‌ای: مروری بر تحلیل خطر زلزله، سطح‌بندی عملکرد ساختمان‌ها و معرفی هدف بهسازی
۳. معرفی الزامات ارزیابی لرزه‌ای: تعیین ضریب آگاهی و عوامل موثر بر آن، دسته‌بندی رفتار لرزه‌ای، خواص مصالح و مقاومت‌های مورد انتظار
۴. روش‌های آنالیز در ارزیابی لرزه‌ای و بررسی شرایط اعتبار هر آنالیز: مروری بر روش مدلسازی دو یا سه بعدی، اثر صلبیت دیافراگمها، شرایط اعتبار آنالیز خطی و روش انجام آنالیز خطی، شرایط اعتبار آنالیز استاتیک غیرخطی و روش‌های تحلیل، تغییر مکان هدف در سازه‌ها، روش طیف ظرفیت ۴۰-ATC، ترکیبات بارگذاری و الزامات ۱۰ گانه مورد نیاز در آنالیزهای خطی و غیرخطی
۵. ارزیابی لرزه‌ای و معیارهای پذیرش در ساختمان‌های بتن مسلح: مروری بر مدلسازی رفتار غیرخطی در ارزیابی لرزه‌ای، معرفی نقائص محتمل در ساختمان‌های بتنی قاب خمشی موجود و روش برخورد در ارزیابی لرزه‌ای، موده‌های گسیختگی محتمل در سازه‌های دیوار برشی و روش برخورد در ارزیابی لرزه‌ای، موده‌های گسیختگی محتمل در دیوارهای برشی هم‌بسته و روش برخورد در ارزیابی لرزه‌ای، معرفی پارامترهای مورد نیاز در تحلیل و معیارهای پذیرش در رفتارهای نیرو-کنترل و تغییر شکل-کنترل
۶. ارزیابی لرزه‌ای و معیارهای پذیرش در ساختمان‌های فولادی: معرفی نقائص محتمل در ساختمان‌های فولادی شامل قاب خمشی، مهاربندی‌های همگرا و واگرا، موده‌های گسیختگی محتمل در سازه‌های فلزی و روش برخورد در ارزیابی لرزه‌ای در آنالیزهای خطی و غیرخطی، معرفی پارامترهای مورد نیاز در تحلیل و معیارهای پذیرش در رفتارهای نیرو-کنترل و تغییر شکل کنترل
۷. ارزیابی لرزه‌ای و معیارهای پذیرش در ساختمان‌های بنایی: معرفی موده‌های گسیختگی حاکم بر المان‌های با مصالح بنایی، مبانی و ملزومات ارزیابی در روش‌های تجویزی، مبانی و ملزومات ارزیابی لرزه‌ای در روش‌های سیستماتیک و معیارهای پذیرش، روش‌های ارزیابی رفتارهای خارج از صفحه، روش‌های پیشنهادی بهسازی لرزه‌ای در ساختمان‌های با مصالح بنایی
۸. ارزیابی لرزه‌ای و معیارهای پذیرش در پی: مروری بر روش‌های مدلسازی اندرکنش خاک با پی با توجه به صلبیت پی‌ها، معیارهای پذیرش در رفتارهای نیرو-کنترل و تغییر شکل کنترل
۹. روش‌های بهسازی لرزه‌ای در ساختمان‌های بتنی و فولادی: مروری بر روش‌ها و تکنیک‌های بهسازی لرزه‌ای در ساختمان‌های بتنی مشتمل بر افزایش شکل‌پذیری، افزایش مقاومت و افزایش سختی در ساختمان‌های فولادی و بتنی
۱۰. بهسازی لرزه‌ای اجزای غیر سازه‌ای: چگونگی برخورد در ارزیابی اجزای غیرسازه‌ای معماری، مکانیکی و الکتریکی و معیارهای پذیرش اجزای حساس به تغییر مکان و شتاب



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) ۵۰ درصد

پروژه ۱۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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- FEMA-۴۴۰. ۲۰۰۵. Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures. American Society of Civil Engineering for the Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA

۲- ASCE ۴۱-۲۳. ۲۰۲۳. Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings, American Society of Civil Engineers, Reston Virginia, USA

۳- Modeling and Acceptance Criteria for Seismic Design and Analysis of Tall Buildings, ۲۰۱۰. PEER/ATC-۲۲-۱, Pacific Engineering Research Center, University of California, Berkeley, USA

۴- Seismic Evaluation and Rehabilitation for Building. US Army Corps of Engineering.

۵- Standard for Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings. ۲۰۰۱, Japan Building Disaster Prevention Association

۶- ACI ۴۴۰.۲R-۰۲. Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures.

۷- Earthquake Engineering: From Engineering Seismology to Performance-Based Engineering, ۲۰۰۴, Bozorgnia, Y., Bertero, V. V.

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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: مهندسی زلزله شریان‌های حیاتی		
نوع درس و واحد	Lifeline Earthquake Engineering	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		ندارد
<input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی		ندارد
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان‌نامه	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	۳
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری		۴۸
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	مرتبط با آمایش / مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

**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.

۴- NIST GCR ۱۴-۹۱۷-۳۳, Earthquake-Resilient Lifelines: NEHRP Research, Development, and Implementation Roadmap. National Institute of Standards and Technology, Washington, DC. ۲۰۱۴.

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		
نوع درس و واحد	Bridge Engineering	عنوان درس به انگلیسی:
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش‌نیاز:
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه/رساله/پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

ب) هدف کلی:

- آشنایی با طراحی پل‌های فولادی، بتن مسلح، و بتن پیش‌تنیده

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: انواع پل‌ها، آیین‌نامه‌های طرح پل
۲. آشنایی با اجزای پل‌ها
۳. بارگذاری پل‌ها، خط تاثیر و ضرایب توزیع بار
۴. 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
۵. 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 بتن پیش‌تنیده
۶. طراحی و اجرای دال بتنی برای عرشه پل‌های دال-تیر
۷. تکیه‌گاه‌های الاستومری
۸. اجزای تکمیلی عرشه
  - درز انبساط
  - زرده و حفاظ
  - سیستم جمع‌آوری آب سطحی
۹. 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 بست و بند برای طرح اجزای زیرسازه پل‌های بتن مسلح
  - آشنایی با طراحی فونداسیون سطحی و عمیق پل



۱۰. ملاحظات هیدرولیکی در طرح پل

- مطالعات هیدرولیکی، تعاریف و ضرورت
- آبستگي 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 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 مورد نیاز 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, 9<sup>th</sup> 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, 4<sup>th</sup> Edition, ۲۰۱۷.
- ۴- Lin W. & Yoda T., "Bridge Engineering: Classifications, Design Loading, and Analysis Methods", Butterworth-Heinemann, 1<sup>st</sup> Edition, ۲۰۱۷.
- ۵- Baidar Bakht & Aftab Mufti, "Bridges: Analysis, Design, Structural Health Monitoring, and Rehabilitation", Springer, ۲۰۱۵.
- ۶- Wai-Fah Chen & Lian Duan, "Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Construction & Maintenance", CRC Press, ۲۰۱۴.
- ۷- Wai-Fah Chen & Lian Duan, "Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Superstructure Design (Volume ۵)", CRC Press, ۲۰۱۴.
- ۸- Wai-Fah Chen & Lian Duan, "Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Fundamentals (Volume ۴)", CRC Press, ۲۰۱۴.

۹- طاحونی، شاپور، "طراحی پل (پل بتن مسلح، فولادی و پیش‌تنیده)", چاپ دهم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۲

۱۰- نشریه ۱۳۹ - آیین‌نامه 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-حضور) وجود دارد.





الف) عنوان درس به فارسی: طراحی و ارزیابی لرزه‌ای پل		
نوع درس و واحد	Seismic Design and Assessment of Bridges	عنوان درس به انگلیسی:
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>		ندارد
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>		ندارد
نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>		تعداد واحد: ۳
پروژه/رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>		
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش / مأموریت <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)
موسسه است <input type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

ب) هدف کلی:

- آشنایی با طراحی و ارزیابی لرزه‌ای پل‌ها

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه

- آشنایی با انواع پل‌ها و ایین‌نامه‌های طرح پل
- مروری بر اجزای پل، تفکیک روسازه و زیرسازه
- انواع بارگذاری در طرح پل
- آشنایی با انواع زیرسازه بتنی پل‌ها

۲. طرح لرزه‌ای زیرسازه پل

- خسارت وارد بر پل‌ها در زلزله‌های گذشته
- آشنایی با سیستم‌های باربرجانبی پل‌ها
- رویکرد جاری طرح لرزه‌ای پل بر اساس روش مبتنی بر نیرو در AASHTO LRFD Bridge Design Specifications و نشریه ۴۶۳ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی ایران
- مفاهیم کنترل خسارت در طراحی‌های نوین: تبیین نیازها و جزئیات لرزه‌ای، روشهای تحلیل
- رویکرد طراحی بر مبنای تغییر مکان بر اساس AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design
- فرایند مدل‌سازی مدلسازی و تحلیل پل برای طرح لرزه‌ای مبتنی بر نیرو و مبتنی بر تغییرمکان
- جزئیات‌بندی اجزای مختلف پل برای تامین رفتار لرزه‌ای مناسب
- جداسازی لرزه‌ای در پل

۳. رویکردهای عملکردی در ارزیابی پل‌های موجود با توجه به عمر سرویس دهی و عملکرد مورد انتظار

- ۴. روش‌های ارزیابی پل‌های موجود در برابر زلزله، شامل روش‌های تحلیل خطی و غیرخطی، تعیین رفتار لرزه‌ای ستون، سرستون، گره‌های اتصال، کوله‌ها، و ... اندرکنش خاک و سازه، تعیین نیازهای تغییرمکانی
- ۵. ارزیابی عملکرد با توجه به اهمیت و دسته‌بندی پل‌ها
- ۶. روش‌های بهسازی لرزه‌ای پل‌ها
  - مقاوم سازی اجزا
  - کاهش 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 پروژه

ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۳۰ درصد
پروژه	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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, 9<sup>th</sup> Edition, ۲۰۲۰.
- ۲- AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design, 3<sup>rd</sup> edition, ۲۰۲۳.
- ۳- ۱-۴- M.J.N. Priestley, F. Seible, and G. M. Calvi, Seismic Design and Retrofit of Bridges, Wiley-Interscience, ۱۹۹۶.
- ۴- R. Barker & J. Puckett, "Design of Highway Bridges: An LRFD Approach", Wiley, ۲۰۱۳.
- ۵- Jim J. Zhao & Demetrios E. Tonias, "Bridge Engineering: Design, Rehabilitation, and Maintenance of Modern Highway Bridges", McGraw Hill Education, 4<sup>th</sup> Edition, ۲۰۱۷.
- ۶- M.J.N. Priestley, G.M. Calvi, and M.J. Kowalsky, Displacement Based Seismic Design of Structures, IUSS Press, ۲۰۰۷.
- ۷- FHWA Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Parts ۱&۲, ۲۰۰۶.
- ۸- CALTRANS, Seismic Design Criteria Version ۲,۰, ۲۰۱۹.
- ۹- Wai-Fah Chen & Lian Duan, "Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Superstructure Design (Volume ۵)", CRC Press, 2<sup>nd</sup> Edition, ۲۰۱۴
- ۱۰- Wai-Fah Chen & Lian Duan, "Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Substructure Design (Volume ۳)", CRC Press, 2<sup>nd</sup> Edition, ۲۰۱۴
- ۱۱- Wai-Fah Chen & Lian Duan, "Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Seismic Design (Volume ۲)", CRC Press, 2<sup>nd</sup> Edition, ۲۰۱۴
- ۱۲- Wai-Fah Chen & Lian Duan, "Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Fundamentals (Volume ۴)", CRC Press, 2<sup>nd</sup> Edition, ۲۰۱۴

۱۳- طاحونی، شاپور، "طراحی پل (پل بتن مسلح، فولادی و پیش‌تنیده)"، چاپ دهم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۲

۱۴- نشریه ۱۳۹ - آیین نامه بارگذاری پلها، سازمان برنامه و بودجه، تجدیدنظر اول، ۱۳۷۹.

۱۵- نشریه ۴۶۳ - آیین نامه طرح پل های راه و راه آهن در برابر زلزله، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهوری، ۱۳۸۷.

۱۶- 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 پیش تنیده		
نوع درس و واحد	Prestressed Concrete	عنوان درس به انگلیسی:
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت <input type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

**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 پیش‌تنیده
- رفتار مکانیکی بتن و فولاد پیش‌تنیدگی
- تکنولوژی پیش‌تنیدگی 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, 9th 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, ۴th Edition, ۲۰۲۲.
- ۴- Michael Collins & Dennis Mitchell, Prestressed Concrete Structures, Response Publications, ۱۹۹۷.
- ۵- T. Y. Lin & Ned H. Burns, Design of Prestressed Concrete Structures, Wiley, ۱۹۸۱.
- ۶- 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: طراحی سازه های غشایی و پوسته‌ای		
نوع درس و واحد	Design of Membranes and Shells	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		ندارد
<input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی		ندارد
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان نامه	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	۳
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری		۴۸
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	مرتبط با آمایش / مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

**ب) هدف کلی:**

- آشنایی دانشجویان با روش‌های طراحی غشاها و پوسته‌های بتنی و فلزی

**پ) سرفصل‌ها:**

- مقدمه
- غشاها
  - علائم و تعاریف
  - غشاها با محور تقارن
  - غشاها با ضخامت متغیر و تنش یکنواخت
  - تغییر شکل غشاها با محور تقارن
  - بارگذاری نامتقارن
  - غشاها 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 تغییر شکل 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 کم عمق
  - 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 کتابیون 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: کاربرد مواد پلیمر کامپوزیت در مهندسی عمران		
نوع درس و واحد	Applications of Polymer Composites in Civil Engineering	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	مرتبط با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

**ب) هدف کلی:**

- آشنایی با کاربردها و روش طراحی و اجرای مصالح پلیمر-کامپوزیت در ساخت اعضای بتن مسلح، مقاطع کامپوزیتی، و مقاوم‌سازی سازه‌های موجود

**پ) سرفصل‌ها:**

- مقدمه
  - آشنایی با خواص مصالح پلیمر-کامپوزیت (FRP)
  - انواع کاربردهای FRP در مهندسی عمران
  - ملاحظات اجرایی، نصب و مهار
- طراحی اعضای بتنی مسلح شده با کاربرد میلگردهای FRP
  - فلسفه طراحی
  - ملاحظات آیین‌نامه‌ای
  - پیوستگی و مهار
- طراحی اعضای ساخته شده با پروفیل‌های FRP
- مقاوم سازی سازه‌های موجود با کاربرد FRP
  - انواع روش‌های استفاده از FRP در مقاوم‌سازی
  - انواع روش‌های مهار نمودن ورق‌های FRP
  - مقاوم سازی خمشی تیرهای بتنی
  - مقاوم سازی برشی تیرهای بتنی
  - ایجاد محصورشدگی در ستون‌های بتنی
  - مقاوم‌سازی دیوارهای بنایی غیرمسلح برای بارگذاری داخل و خارج از صفحه
- ملاحظات طرح لرزه‌ای برای سیستم‌های FRP

**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 مورد نیاز 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- Composites for Construction: Structural Design with FRP Materials, L.C. Bank, Wiley, ۲۰۰۶.

۲- Fib bulletin ۱۴, Externally Bonded FRP Reinforcement for RC Structures, Technical Report, ۲۰۰۱.

۳- Fib bulletin ۴۰, FRP Reinforcement for RC Structures, Technical Report, ۲۰۰۷.

۴- Fib bulletin ۹۰, Externally applied FRP reinforcement for concrete structures, ۲۰۱۹.

۵- Fib bulletin ۱۰۳, Guide for Strengthening of Concrete Structures, ۲۰۲۲.

۶- Design and Manufacture of Composite Structures, G. Eckold, Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, ISBN ۱۸۵۵۷۳۰۵۱۰, ۱۹۹۴.

۷- Strengthening of Concrete Structures Using Fiber Reinforced Polymers (FRP); Wu and Eamon, Woodhead Publishing; ۲۰۱۷.

۸- Strengthening Design of Reinforced Concrete with FRP; Rasheed Advanced, Taylor and Francis, ۲۰۱۴.

۹- Advanced Fibre-Reinforced Polymer (FRP) Composites for Structural Applications, J. Bai, Woodhead Publishing; ۲nd edition, ۲۰۲۲.

۱۰- The International Handbook of FRP Composites in Civil Engineering, M. Zoghi, CRC Press, ۲۰۱۳.

۱۱- National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report ۵۱۴: "Bonded Repair and Retrofit of Concrete Structures Using FRP Composites." ۲۰۰۴.

۱۲- ACI ۴۴۰.۰۲: "Guidelines for Design of Concrete Structures Externally Bonded with Epoxy Bonded FRP Composites."

۱۳- ACI ۴۴۰.۳R-۰۴: "Guide Test Methods for Fiber-Reinforced Polymers (FRPs) for Reinforcing or Strengthening Concrete Structures."

۱۴- ACI ۴۴۰.۱R-۰۳: "Guide for the Design and Construction of Concrete Reinforced with FRP Bars."

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 سازه‌های مرکب فولادی-بتنی		
عنوان درس به انگلیسی:	Design of Steel- Concrete Composite Structures	نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸	پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		
مرتبط با مأموریت/آمایش	مرتبط با آمایش/مأموریت	موسسه است <input type="checkbox"/> موسسه نیست <input type="checkbox"/>

**ب) هدف کلی:**

- دانشجویان در این درس طراحی اعضای مرکب فولادی-بتنی اعم از عناصر پرشده با بتن و یا محاط در بتن و یا دال متکی بر فولاد و دالهای مرکب و اتصالات آنها را، که در ادامه‌ی بحث طراحی سازه‌های فولادی و بتن آرمه کارشناسی قابل طرح می‌باشد، فرا می‌گیرند.

**پ) سرفصل‌ها:**

- مقدمه- کاربرد اعضای مرکب فولادی-بتنی (SCCS) مزایا- استانداردها
- خواص مکانیکی فولاد و بتن- طراحی حالات حدی
- مقاومت پس کمانش موضعی ورقهای متکی بر بتن در مقاطع فولادی-بتنی
- طراحی SCCSهای تحت فشار و کشش
- طراحی SCCSهای تحت خمش
- طراحی SCCSها تحت ترکیب نیروها (بررسی اندرکنش آنها)
- طراحی مقاطع دوجداره
- بررسی عملکرد لرزه‌ای SCCSها
- بررسی در برابر آتش SCCSها
- طراحی اتصالات در SCCSها
- طراحی دالهای مرکب و پانلهای مرکب دابل
- بررسی نکات مهم در تحقیقات اخیر SCCS (مانند انواع بتن‌ها در ترکیب با فولاد، ترکیب با FRP، اثرات بارگذاری درازمدت، نکات اجرایی ساخت، اعضای چند لایه پرشده با 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	۲۰ درصد
میان‌ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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- تحلیل و طراحی سازه های فولادی و مرکب، تالیف کینگ کوان لیانگ، ترجمه دکتر مرتضی نقی پور و دکتر مهدی نعمت زاده، انتشارات دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، ۱۴۰۲
  - ۲- اعضا و اتصالات لوله های فولادی پر شده با بتن، تالیف ژائو ژائو لینگ، ترجمه دکتر مهدی نعمت زاده، دکتر مرتضی نقی پور، مهندس صالح محمد ابراهیم زاده، انتشارات دانشگاه مازندران، ۱۳۹۸
  - ۳- مقاطع فولادی پر شده با بتن بر اساس مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، تالیف دکتر اباذر اصغری، مهندس سید علیرضا رضوی، انتشارات سیمای دانش، ۱۳۹۶
  - ۴- مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث دهم: طرح و اجرای ساختمانهای فولادی، وزارت مسکن و شهر سازی، معاونت امور مسکن و ساختمان
- ۵- Design Guide for Concrete-Filled Double Skin Steel Tubular Structures, Lin-Hai Han, Dennis Lam & David A. Nethercot, CRC Press, Taylor & Francis Group, 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: تحلیل و طراحی سازه‌ها در برابر آتش		
عنوان درس به انگلیسی:	Structural Fire Engineering	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	
دروس هم‌نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
	مربط با مأموریت / آمایش	مربط با مأموریت / آمایش
	<input type="checkbox"/> موسسه است	<input type="checkbox"/> موسسه نیست
	نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>
	عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>
	نظری-عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>
		پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>
		مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>

**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 آتش‌سوزی
  - آتش پیش و پسا برافروختگی
  - آتش طراحی
  - نمودارهای دما-زمان برای توصیف آتش
۳. اصول انتقال حرارت
  - تعاریف اولیه
  - رسانش
  - همرفتی
  - تابش
۴. 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
۵. روش‌های محافظت از اعضای سازه‌ای در برابر افزایش دما در آتش
  - کاربرد بتن
  - کاربرد مواد اسپری 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.

۳- 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.
- ۴- Maged Youssef, “Performance-Based Design in Structural Fire Engineering”, MDPI AG, ۲۰۲۲.
- ۵- Wang, Y., Burgess, I., Wald, F., and Gillie, M. “Performance-Based Fire Engineering of Structures.” CRC Press, ۲۰۱۳.
- ۶-J.A. Purkiss, “Fire Safety Engineering Design of Structures,” Butterworth-Heinemann, ۱۹۹۶.
- 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 ۲۰۰۵.
- ۸- Incropera, F., DeWitt, D., Bergman, T. and Lavine, A., “Fundamentals of Heat and Mass Transfer,” ۶th 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,” ۴th Edition, Society of Fire Protection Engineers, ۲۰۰۸.

۲۰۱۴.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	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	
دروس هم‌نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مربط با آمایش/مأموریت	
	مربط با آمایش/مأموریت	مربط با آمایش/مأموریت
	<input type="checkbox"/> موسسه نیست	<input type="checkbox"/> موسسه است
	<input type="checkbox"/> پایه	<input checked="" type="checkbox"/> نظری
	<input type="checkbox"/> تخصصی الزامی	<input type="checkbox"/> عملی
	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	<input type="checkbox"/> نظری-عملی
	<input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان‌نامه	
	<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	

ب) هدف کلی:

- آشنایی 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 و انرژی) - اصل بقای جرم - اصل بقای حرکت - بقای انرژی - بررسی معادلات حرکت ماده منفجره
۲. مروری بر انتشار امواج در محیط‌های مختلف: انتشار امواج در جامدات - نحوه انتشار امواج در هوا 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 بر روی خاک، سازه‌های مدفون در خاک و سازه‌های روی سطح - بررسی مکانیک نفوذ موج‌ها در اهداف بتنی - بررسی پدیده نفوذ در حالت اصابت مستقیم و حل معادله نفوذ - انتشار امواج در محیط 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
۴. مصالح مصرفی در سازه‌های مقاوم در برابر انفجارات کلاسیک (بتن-فولاد-خاک) و رفتار آن‌ها تحت اثر بارهای کوتاه‌مدت و سازه‌های کامپوزیتی
۵. بررسی نحوه عملکرد عوامل کاهش‌دهنده یا خنثی‌کننده اثرات انفجار
۶. مشخصات هندسی سازه‌های مختلف مقاوم در انفجار، طراحی دال‌ها و دیوارها در برابر بارهای انفجاری
۷. تحلیل سازه‌ها در مقابل بارهای انفجاری دینامیکی (رفتار 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 مورد نیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاهها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت برد، 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: ساختمان‌های بلند		
نوع درس و واحد	Tall Buildings	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

**ب) هدف کلی:**

- آشنایی با اصول طرح سازه ساختمان‌های بلند

**پ) سرفصل‌ها:**

- مقدمه‌ای بر ویژگی‌های ساختمان‌های بلند: ویژگی‌های زیبایی‌شناسی و نمادسازی - ویژگی‌های اقتصادی ساختمان‌های بلند - تاثیر ساختمان‌های بلند بر مناطق شهری و محیط زیست
- سیستم‌های باربر ثقیلی: انواع سیستم‌های کف متداول - سیستم‌های کف پیش‌تنیده
- سیستم‌های مقاوم جانبی متداول: سازه‌های بلند فولادی - سازه‌های بلند بتنی - سازه‌های بلند مرکب (کامپوزیت)
- اثر باد بر ساختمان‌های بلند: ماهیت و ویژگی‌های نیروی باد - بارگذاری آیین‌نامه‌ای نیروی باد - کاربرد تونل باد
- طرح ارزای ساختمان‌های بلند: مفاهیم طرح لرزه‌ای - رفتار ساختمان‌های بلند تحت اثر زلزله و پارامترهای موثر بر آن - تحلیل‌های دینامیکی
- آشنایی با تکنولوژی کاهش خطر لرزه‌ای: جداسازی لرزه‌ای - جاذب‌های انرژی - کنترل سازه‌ها
- مباحث ویژه: تفاوت در تغییر طول ستون‌ها - مسائل مرتبط با تسطیح کف‌ها - ارتعاشات کف‌ها - اثرات چشمه اتصال - انواع فونداسیون
- ساختمان‌های بلند - طرح لرزه‌ای دیافراگم‌ها - پوشش‌های نما
- معرفی ۱۰ ساختمان بلند جهان با تاکید بر سیستم‌های سازه‌ای

**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)	۴۵ 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- Steel, Concrete and Composite Design of Tall Buildings, B. S. Taranath, (۲۰۱۶), CRC Press.
- ۲- Structural Analysis and Design of Tall Buildings: Steel and Composite Construction, B. S. Taranath, (۲۰۱۱), CRC Press.
- ۳- Structural Systems for Tall Buildings (Tall Buildings and Urban Environment), Council on Tall Buildings and Urban Habitat, (۱۹۹۵), McGraw Hill.
- ۴- Tall Building Structures: Analysis and Design, B. Stafford Smith and A. Coull, (۱۹۹۱), Wiley.

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 سازه‌های چوبی پیشرفته		
نوع درس و واحد	Advanced Design of Wood Structures	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		ندارد
<input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی		ندارد
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان‌نامه	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	تعداد واحد: ۳
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری		تعداد ساعت: ۴۸
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	مرتبط با آمایش / مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

ب) هدف کلی:

- آشنایی با چوب به عنوان مصالح سازه‌ای و طراحی سازه‌های چوبی

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی: آشنایی با چوب و سازه‌های چوبی
- رده‌بندی و شناسایی مشخصات انواع مصالح چوبی
- آشنایی با glue-lam
- سیستم باربر و مسیر انتقال بار در سازه‌های چوبی
- رفتار اعضای چوبی در برابر بارهای وارده
- فلسفه طراحی اعضای چوبی
- اتصالات در سازه‌های چوبی
- طراحی تیرهای چوبی
  - o طرح خمشی
  - o طرح برشی
  - o کنترل تغییرشکل‌ها
  - o کنترل لهیدگی
- طراحی خرپاهای چوبی
- طراحی سازه‌های پانل‌های چوبی
- طراحی دیوارهای برشی و دیافراگم‌های چوبی

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)	۴۵ درصد



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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- Design of Wood Structures-ASD/LRFD, ۷th Edition, by Donald Breyer, Kelly Cobeen, Kenneth Fridley, and David Pollock Jr, McGraw-Hill Education. ۲۰۱۴.

۲- ۲۰۱۵ NDS, National Design Specification for Wood Construction, and the NDS Supplement, Design Values for Wood Construction, American Forest & Paper Association. ۲۰۱۲.

۳- Forest Products Laboratory. Wood Handbook-Wood as an Engineering Material. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. ۲۰۱۰.

۴- American Wood Council. Details for Conventional Wood Frame Construction, American Forest and Paper Association. 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: طرح و مقاومسازی لرزه‌ای سازه‌های بنایی		
نوع درس و واحد	Seismic Design and Retrofit of Masonry Buildings	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		ندارد
<input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی		ندارد
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان‌نامه	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	۳
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری		۴۸
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	مرتبط با آمایش / مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

**ب) هدف کلی:**

- آشنایی با طرح لرزه‌ای و مقاومسازی ساختمان‌های بنایی کوتاه مرتبه

**پ) سرفصل‌ها:**

- معرفی

- آشنایی با انواع سازه‌های بنایی مسلح و غیرمسلح (سازه‌های تاریخی، سازه‌های معاصر موجود و سازه‌های جدید)
- رده‌بندی سیستم‌های سازه‌ای بنایی
- آسیب ساختمان‌های بنایی در زلزله‌های گذشته
- رویکردهای طراحی برای سازه‌های بنایی

- مشخصات مصالح بنایی

- مقاومت فشاری، مدول الاستیسیته، و مقاومت کششی انواع مصالح بنایی
- مقاومت برشی مصالح بنایی
- مشخصات ملات

- باربری سازه‌های بنایی

- باربری فشاری
- باربری برشی
- باربری خمشی
- اندرکنش نیروی محوری و خمش
- اندرکنش نیروی محوری و برش

- طرح سازه‌های بنایی مقاوم در برابر زلزله

- ملاحظات و محدودیت‌های کاربرد سازه‌های بنایی در مناطق لرزه‌خیز
- اجزای ساختمان بنایی مقاوم در برابر زلزله
- رویکردهای تجویزی و جزئیات‌بندی تجربی
- طراحی لرزه‌ای بر اساس نیرو

▪ محاسبه تقاضای لرزه‌ای

▪ توزیع بار بین عناصر سازه

- رویکردهای نوین و طراحی بر مبنای تغییر مکان

- بهسازی لرزه‌ای سازه‌های بنایی موجود

- ارزیابی کیفی آسیب‌پذیری



- ارزیابی کمی آسیب پذیری
  - تحلیل استاتیکی خطی
  - تحلیل دینامیکی خطی
  - تحلیل استاتیکی غیر خطی
  - معیارهای پذیرش
- بهسازی ساختمان بنایی
  - بهسازی کلی
  - بهسازی موضعی

**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)	۴۵ درصد
پروژه	۲۰ درصد

**ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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- TMS ۴۰۲/۶۰۲-۲۲ Building Code Requirements and Specification for Masonry Structures, ۲۰۲۲.
- ۲- Seismic Design Guide for Masonry Buildings, S. Brzev and D. Anderson, Canadian Concrete Masonry Producers Association, ۲۰۱۸.
- ۳- Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, T. Paulay and M. J. N. Priestley, Wiley, ۱۹۹۲.
- ۴- FEMA ۳۰۶: Evaluation of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings, Basic Procedures Manual, ۱۹۹۹.
- ۵- Seismic Behavior of Flanged Masonry Walls, Report No. SSRP-۹۲/۰۹, University of California, San Diego, L. He and M. J. N. Priestley, ۱۹۹۲.

۶- دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان‌های بنایی غیر مسلح موجود، نشریه ۳۷۶ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۸۶.

۷- راهنمای کاربردی دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود- ساختمان‌های بنایی، نشریه ۳۶۳ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۸۷.

۸- راهنمای طراحی لرزه‌ای دیوارهای بنایی غیرسازه‌ای مسلح به میلگرد بستر، نشریه ۷۲۹ سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۹۵.

۹- طراحی و اجرای ساختمانهای بنایی مقاوم در برابر زمین لرزه، مهرتاش معتمدی و فریبرز ناطقی الهی، نشر نوپردازان، ۱۳۸۲.

**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-حضور) 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 <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه نیست <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input type="checkbox"/>

**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 مدول 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
۴. طرح بتن: عوامل اساسی در طرح بتن، روابط بین مقاومت‌های مشخصه و هدف، مراحل طرح بتن، روش‌های وزنی و حجمی طرح بتن، طرح بتن با حباب هوا، طرح بتن‌های ویژه، طراحی بر اساس دوام
۵. بتن تازه: رئولوژی بتن، مقایسه شیوه‌های مختلف سنجش کارایی، روش دو نقطه‌ای سنجش کارایی
۶. مواد افزودنی و 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, ۳<sup>rd</sup> Edition, ۲۰۰۵

۲- John Newman and B. S. Choo, "Advanced Concrete Technology ۳: Processes", Butterworth-Heinemann, ۱<sup>st</sup> Edition, ۲۰۰۳

۳- A. Neville and J. J. Brooks, "Concrete Technology", Pearson Education Canada, ۲<sup>nd</sup> Edition

۴- A. Neville, "Properties of Concrete", Prentice Hall, ۵<sup>th</sup> Edition, ۲۰۱۲

۵- F. M. Lea, "The Chemistry of Cement", Chemical Publishing Company, England Edition, ۱۹۷۱

۶- V. S. Ramachandran, J. J. Beaudoin, "Handbook of Analytical Techniques in Concrete Science and Technology: Principles, Techniques and Applications (Building Materials Series)", William Andrew, ۱<sup>st</sup> 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: مصالح نوین در مهندسی سازه		
نوع درس و واحد	Modern Construction Materials	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه/رساله/پایان نامه <input type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

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-تخریب پذیر
  - بامبو
  - میسلیموم
- 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, 3<sup>rd</sup> Edition, ۲۰۰۵
- ۲- Sidney Francis, Sidney Mindess, David Darwin, "Concrete," Prentice Hall, ۲۰۰۲.
- ۳- A. Neville, "Properties of Concrete," Prentice Hall, ۵<sup>th</sup> Edition, ۲۰۱۲.
- ۴- 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.
- ۶- M. Schmidt, E. Fehling, C. Glozback, 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, ۲۰۱۴.
- ۹- Antonio Concilio and Leonardo Lecce, "Shape Memory Alloy Engineering: For Aerospace, Structural and Biomedical Applications," Butterworth-Heinemann, ۲۰۱۴.
- 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, "3D Concrete Printing Technology: Construction and Building Applications," Butterworth-Heinemann, ۲۰۱۹.
- ۱۴- Bárbara Rangel, Ana Sofia Guimarães, Jorge Lino, and Leonardo Santana, "3D 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: سازه های هوشمند		
عنوان درس به انگلیسی:	Smart Structures	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	ندارد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸	پروژه/رساله/پایان نامه <input type="checkbox"/>
		مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/>
		مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/>
		موسسه است <input type="checkbox"/>
		موسسه نیست <input type="checkbox"/>

ب) هدف کلی:

- شناخت مصالح هوشمند و استفاده از آنها در سازه ها

پ) سرفصل ها:

- مفاهیم اولیه: تعاریف، مدل سازی ریاضی و فرمول بندی کلاسیک و مدرن سیستم های دینامیکی
- میرایی در سازه ها: میرایی کلاسیک و غیر کلاسیک
- سازه های با سختی و میرایی وفق پذیر
- مصالح هوشمند: آلیاژهای حافظه دار شکلی، مواد پیزوالکتریک، سیالات هوشمند MR و ER و نظایر آنها
- الگوریتم های کنترل: Sky-hook, Ground-hook, PID و کنترل فازی
- تحلیل و طراحی سیستم های کنترل هوشمند به روش Root-Locus
- تحلیل و طراحی سیستم های کنترل هوشمند به روش پاسخ فرکانسی
- پردازش سیگنال (انالیز فوریه، تبدیل موجک و ...)
- روش همبستگی تصاویر دیجیتال DIC در اندازه گیری میدان تغییر مکان 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، آزمون های سریع تصادفی)، آزمون میان ترم، آزمون پایان ترم، و پروژه	ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
	میان ترم	۱۵ درصد
	آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۶۰ درصد
	پروژه	۱۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

امکانات معمول و موجود در دانشگاه ها و همچنین اعضای محترم هیئت علمی از قبیل وایت برد، ویدئوپروژکتور، سیستم های معمول کامپیوتری و ... برای تحقیقات و تدریس 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.

۴- Culsaw, B. (۱۹۹۶) 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: پایایی در مهندسی سازه		
عنوان درس به انگلیسی:	Sustainability in Structural Engineering	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	
دروس هم‌نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مربط با آمایش/مأموریت	مربط با آمایش/مأموریت
	<input type="checkbox"/> موسسه نیست	<input type="checkbox"/> موسسه است
نوع درس و واحد	<input type="checkbox"/> پایه	<input checked="" type="checkbox"/> نظری
	<input type="checkbox"/> تخصصی الزامی	<input type="checkbox"/> عملی
	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	<input type="checkbox"/> نظری-عملی
	<input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان‌نامه	
	<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	
مرتبط با مأموریت/آمایش		
		<input type="checkbox"/> موسسه است

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مفهوم توسعه پایدار در حیطه ساخت و ساز و روش‌های کمی 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 کمی 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 مورد نیاز 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.
- ۴- 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: دوام بتن		
نوع درس و واحد	Concrete Durability	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	
موسسه است <input type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

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 ترک خوردگی
- 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
  - ترک خوردگی داخلی
  - پوسته شدن سطحی
  - ترک خوردگی D
- خوردگی آرماتور در بتن
  - خوردگی ناشی از یون کلرید
  - خوردگی ناشی از کربوناسیون
- حمله اسیدی
- ترک خوردگی 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, ۲۰۱۴.

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. Gjorv, CRC Press, ۲۰۱۴.

**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-حضور) 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 <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸	پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت <input type="checkbox"/>
		موسسه نیست <input type="checkbox"/> موسسه است <input type="checkbox"/>

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 و کرنش، تنش و کرنش متناوب، کرنش الاستیک و پلاستیک، انرژی کرنشی، سخت شدن ایزوتروپیک و سینماتیک، نرم شدن و سخت شدن سیکلی، حلقه هیستریزس
- 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 کرنش پایه
  - 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 تنش پایه، مدل‌های کرنش پایه و انرژی پایه
- 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 ۳۷۳-۱۹۶۴.

۳-AASHTO. Standard Specifications for Highway Bridge. American Association of State Highway and Transportation Officials, ۱۹۹۲.

۴-Radaj, D., and Vormwald, M. Advanced Methods of Fatigue Assessment. Springer, ۲۰۱۳.

۵-Schijve, J. Fatigue of Structures and Materials. Springer, ۲۰۰۹.

۶-P.C. Paris and F. Erdogan, "A Critical Analysis of Crack Propagation Laws," Tran. ASME, Vol ۸۵, No. ۴, ۱۹۶۳.

۷-J.M. Barsom, "Fatigue Crack Propagation," Trans, ASME, Ser. B, No. ۴, 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, STP ۱۳۸۷-EB, ASTM International, ۲۰۰۰.

۱۱-J. W. Fisher, Fatigue and Fracture in Steel Bridges: Case Studies. Wiley, ۱۹۸۴.

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, ۲۰۱۴.

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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: اصول طراحی سازه‌های دریایی		
نوع درس و واحد	Basic Design of Marine Structures	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		ندارد
<input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی		ندارد
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان‌نامه	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	۳
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری		۴۸
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

**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, ۱۹۹۵<sup>th</sup> 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: سکوهای دریایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Offshore Platforms	نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/>
		موسسه است <input type="checkbox"/> موسسه نیست <input type="checkbox"/>

**ب) هدف کلی:**

- آشنایی با انواع کارکردهای سکوهای دریایی و متعلقات آنها، 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 خصوصاً 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 سکوها 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 برپا کردن 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 برجیدن

**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، آزمون های سریع تصادفی)، آزمون میان ترم، آزمون پایان ترم، و پروژه



ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
میان‌ترم	۱۵ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری/ عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۳۵ درصد

**ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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, ۲۰۱۴ (WSD)
- ۲-DNVGL-OS-C۲۰۱, Structural Design of Offshore Units - WSD method
- ۳-Lloyds Register of Shipping (LRS), ۲۰۱۵
- ۴-S. K. Chakrabarti (Ed.), Handbook of Offshore Engineering, Two Volumes, Elsevier ۲۰۰۵.
- ۵-D.V. Reddy, A.S.J. Swamidas, Essentials of Offshore Structures: Framed and Gravity Platforms, CRC Press ۲۰۱۴
- ۶-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 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-حضور) وجود دارد.



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

**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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: طراحی سازه‌های صنعتی		
نوع درس و واحد	Design of Industrial Structures	عنوان درس به انگلیسی:
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>		ندارد
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>		ندارد
نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>		تعداد واحد: ۳
		تعداد ساعت: ۴۸
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> مرتب با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> مرتب با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)
موسسه است <input type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مبانی طراحی انواع سازه‌های صنعتی

پ) سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم و کلیات
۲. دیدگاه سیستمی در طراحی سازه‌های صنعتی
۳. مباحث معماری صنعتی
۴. اصول طراحی سالن‌های صنعتی بدون جرثقیل
۵. خستگی در سازه‌های صنعتی
۶. اصول طراحی سالن‌های صنعتی دارای جرثقیل
۷. خرپاهای فضایی
۸. خوردگی و روش‌های برخورد با آن
۹. پی‌سازی صنعتی و اصول تحلیل دینامیکی پی
۱۰. طراحی سیلوها
۱۱. طراحی مخازن فولادی
۱۲. طراحی دودکش‌ها
۱۳. طراحی برجک‌های خنک‌کننده
۱۴. طراحی سالن‌های هنری (آمفی تئاتر) و سالن‌های ورزشی
۱۵. طراحی ایستگاه‌های مترو
۱۶. طراحی نیروگاه‌ها و رآکتورها
۱۷. نقشه‌کشی و مستندسازی

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)

۴۰ درصد

۳۰ درصد

پروژه

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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- Weyer J. & Baragano S. "Industrial Building Planning and Design", Design Media Publishing Ltd, ۲۰۱۴
- ۲- Adam J. "Industrial Building (Design Manuals)", Birkhauser Architecture, ۱<sup>st</sup> edition ۲۰۰۴
- ۳- Drury J., Liu J. & Falconer P. "Buildings for Industrial Storage and Distribution", Routledge, ۲<sup>nd</sup> edition ۲۰۰۳
- ۴- Becher B. & Becher H. "Typologies of Industrial Buildings (MIT Press)", The MIT Press ۲۰۰۴
- ۵- Meier S. "Steel Water Storage Tanks: Design, Construction, Maintenance, and Repair", McGraw Hill Education, ۱<sup>st</sup> edition ۲۰۱۰
- ۶- Holden A., Liu J. & Sammler B. "Structural Design for the Stage", Focal Press, ۲<sup>nd</sup> edition ۲۰۱۵
- ۷- Gupta R.S. "Principles of Structural Design for the Stage", Focal Press, ۲<sup>nd</sup> edition ۲۰۱۵
- ۸- Underwood J.R. & Chiurini M. "Structural Design: A Practical Guide for Architects", Wiley, ۲<sup>nd</sup> edition ۲۰۰۷
- ۹- Feng F. "Design and Analysis of Tall and Complex Structures", Butterworth-Heinemann, ۱<sup>st</sup> edition 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: پردازش سیگنال		
نوع درس و واحد	Signal Processing	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت <input type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

**ب) هدف کلی:**

- آشنایی با روش‌های پردازش سیگنال به منظور استفاده در مهندسی زلزله

**پ) سرفصل‌ها:**

- آشنایی با دستگاه‌های شتاب‌نگاری و لرزه‌نگاری، آشنایی با شبکه‌های شتاب‌نگاری و لرزه‌نگاری کشور و جهان، آشنایی با بانک‌های شتاب‌نگاری
- سیگنال‌ها در فضای زمانی، آشنایی با سیگنال‌های آنالوگ، زمان گسسته و دیجیتال، خصوصیات سیگنال‌ها در فضای زمانی (علیت، حافظه و ...)
- آشنایی با سیستم‌های خطی و خصوصیات آنها، مفهوم کانولوشن و کاربردهای آن
- تبدیل فوریه (سیگنال‌های با فضای پیوسته و گسسته)، سیستم‌های خطی در فضای فوریه، کانولوشن در فضای فوریه
- نمونه‌برداری، قضیه نمونه‌برداری، پدیده تداخل فرکانسی، نقش نمونه برداری در کاربردهای مهندسی زلزله، پایش سلامت و انفجار، نمونه‌برداری در فضای فوریه
- آشنایی با فیلترهای دیجیتال، فیلترهای با فاز خطی و غیرخطی و اثر آن در کاربردهای مهندسی زلزله
- روش‌های تجزیه و تحلیل جنبش‌های نیرومند زمین، تصحیح دستگاهی، تصحیح خط پایه شتاب‌نگاشت‌های میدان دور و میدان نزدیک، حذف نوفه
- روش‌های تهیه شتاب‌نگاشت منطبق بر طیف در فضای زمانی و فرکانسی

**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:**

Oppenheim A.V., Willsky, A., Nawab, S., Signals and Systems. Pearson, ۲۰۱۷.



۲- Oppenheim A.V., Schafer, R.W., Discrete-Time Signal Processing (Prentice-Hall signal processing series).  
Pearson, ۲۰۰۹.

۳- McClellan, J., Schafer, R., and Yoder, M., Signal Processing First, Pearson, ۲۰۰۳.

۴- Aki, K. and Richards, P. Quantitative Seismology, University Science Books, 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: یادگیری ماشین در مهندسی سازه		
نوع درس و واحد	Machine Learning in Structural Engineering	عنوان درس به انگلیسی:
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>		ندارد
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>		ندارد
نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>		تعداد واحد: ۳
پروژه/رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت: ۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>		
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش / مأموریت <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)
موسسه است <input type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

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	۲۰ درصد
میان ترم	۲۰ درصد
آزمون نهایی (نوشتاری / عملکردی)	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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. ۲۰۰۶.
- 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.
- ۴- Alpaydin, E. Introduction to Machine Learning. MIT press, ۲۰۲۰.
- ۵- Murphy, K.P. Machine Learning: A Probabilistic Perspective. MIT press, ۲۰۱۲.
- ۶- 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: محاسبات نرم		
نوع درس و واحد	Soft Computations	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه است <input type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش / مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

**ب) هدف کلی:**

- آشنایی با مبانی روش‌های بهینه‌سازی تکاملی و مشخصاً 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
۴. 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 چندهدفه در الگوریتم ژنتیک)
۵. 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
۶. شبکه‌های عصبی مصنوعی Artificial Neural Network-ANN
  ۱. مبانی شبکه‌های عصبی (نورون خطی، تحقق توابع خطی با شبکه‌های عصبی خطی، مدلسازی خطی فرآیندها با تأکید بر تأخیر 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 ترکیبیات 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.

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

۵- 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: اجزای محدود پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Finite Element Method	نوع درس و واحد
ندارد	ندارد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
ندارد	ندارد	تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸	پروژه/رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>
		مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/>
		موسسه نیست <input type="checkbox"/> موسسه است <input type="checkbox"/>

**ب) هدف کلی:**

- آشنایی با مسائل پیشرفته در کاربرد روش اجزای محدود

**پ) سرفصل‌ها:**

- مقدمه و معرفی ساختار برنامه کامپیوتری
- فرمولسازی صفحات و پوسته‌ها
  - o تحلیل خمش صفحات با استفاده از تئوری کیرشهف
  - o تحلیل خمش صفحات با استفاده از تئوری رایسنر-میندلین
  - o تحلیل پوسته‌ها با استفاده از المانهای مسطح (Folded Plates)
  - o 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
  - o روش‌های براورد خطا
  - o روش‌های تولید شبکه ساختاریافته و بدون ساختار
  - o روش‌های تطریف تطبیق
    - i. تولید شبکه (Mesh Generation)
    - ii. جابه‌جایی شبکه (Mesh Movement)
    - iii. غنی‌سازی شبکه (Mesh Enrichment)

**ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:**

درک این درس مستلزم دانش قبلی در خصوص روش اجزای محدود می‌باشد. به دانشجویان توصیه می‌گردد قبل از اخذ این درس نسبت به یادگیری این روش و حتی‌الامکان اخذ درس «روش اجزای محدود» اقدام نمایند. 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 مورد نیاز 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.
- ۴- Babuska, I., Flaherty, J., Henshaw, W., Hopcroft, J., Oliger, J., Tezduyar, T. Modeling, Mesh Generation, and Adaptive Numerical Methods for Partial Differential Equations. Springer. ۱۹۹۵.

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 غیر خطی		
نوع درس و واحد	Nonlinear Finite Element	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		ندارد
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		ندارد
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳
پروژه/رساله/پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>		
مرتبط با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/> مرتب با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/>		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)
موسسه نیست <input type="checkbox"/> موسسه است <input type="checkbox"/>		

**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:**

درک این درس مستلزم دانش قبلی در خصوص روش اجزای محدود می‌باشد. به دانشجویان توصیه می‌گردد قبل از اخذ این درس نسبت به یادگیری این روش و حتی‌الامکان اخذ درس «روش اجزای محدود» اقدام نمایند. 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.

۴- Kim, N. H., Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis, Springer, ۲۰۱۴.

۵- 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: روش‌های بدون شبکه		
عنوان درس به انگلیسی:	Meshless Methods	نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت <input type="checkbox"/>
		موسسه است <input type="checkbox"/> موسسه نیست <input type="checkbox"/>

**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)
۴. فرمهای ضعیف مبتنی بر PIM، RPIM و RPPIM
۵. روش بدون شبکه موضعی مبتنی بر پتروف-گالرکین (MLPG)
۶. روش بدون شبکه حداقل مربعات گسسته (OLSM)
۷. روش هیدرودینامیک ذرات هموار (SPH)
۸. روش اجزای محدود توسعه یافته (XFEM)

**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 پایان ترم، 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, ۲۰۰۴.
- ۴- An Introduction to Meshless Methods and Their Programming, G. R. Liu, Y. T. Gu, Springer, ۲۰۰۵.
- ۵- Extended Finite Element Method: For Fracture Analysis of Structures, Soheil Mohammadi, Wiley, ۲۰۰۸.
- ۶- Extended Finite Element Method: Theory and Applications, Amir R. Khoei, Wiley, 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: روش اجزای مرزی		
نوع درس و واحد	Boundary Element Method	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		ندارد
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		ندارد
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد: ۳
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/> پروژه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت: ۴۸
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است <input type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش / مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

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
۴. تابع گرین معادلات لاپلاس در حالت ۲ بعدی
۵. فرم انتگرالی معادلات لاپلاس در حالت دو بعدی
۶. 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



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز 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 محتوای مورد نیاز، به 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 <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸	پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>
		مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/>
		مرتبط با آمایش/مأموریت <input type="checkbox"/>
		موسسه است <input type="checkbox"/>
		موسسه نیست <input type="checkbox"/>

**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 (مثلاً 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 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- 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 Solid-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, ۲۰۰۶, Springer.
- ۸- Multiscale Finite Element Methods-Theory and Applications, Y. Efendiev and T. Y. Hou, Springer, ۲۰۰۹.
- ۹- Multi-Scale Materials Modeling, P. Gumbsch, ۳<sup>rd</sup> 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, ۲۰۰۶.
- 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-حضور) وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: مهندسی ارزش		
عنوان درس به انگلیسی:	Value Engineering	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	
دروس هم‌نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مرتبط با آمایش/مأموریت	مرتبط با مأموریت/آمایش
	<input type="checkbox"/> موسسه نیست	<input type="checkbox"/> موسسه است
	<input type="checkbox"/> پایه	<input checked="" type="checkbox"/> نظری
	<input type="checkbox"/> تخصصی الزامی	<input type="checkbox"/> عملی
	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	<input type="checkbox"/> نظری-عملی
	<input type="checkbox"/> پروژه/رساله / پایان‌نامه	
	<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	

**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 مدیر کارگاه 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 ارزیابی مقدماتی
- تعریف و تعیین معیارهای شایستگی و وزن‌دهی آن
- ارزیابی ایده‌های منتخب براساس معیارهای شایستگی و تعیین گزینه‌های برتر
- مرور فرایندها و توسعه ایده‌ها
- روش ارائه و به چالش کشیدن و جمع‌آوری انتقادهای 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 مورد نیاز 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, RSMears, ۱۹۹۷.

۳- Donald E. Parker, Value Engineering Theory, Lawrence D. Miles Value Foundation, ۱۹۹۸.

۴- Carlos Fallon, Value Analysis, Miles Value Foundation, ۱۹۸۰.

۵- Abate O. Kassa, Value Analysis and Engineering Reengineered: The Blueprint for Achieving Operational Excellence and Developing Problem Solvers and Innovators, Productivity Press, ۲۰۱۵.

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.

