

ع  
د  
د



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت فرهنگ و آموزش عالی  
شورای عالی برنامه ریزی

مشخصات کلی برنامه و سرفصل دروس  
کارشناسی ارشد مهندسی زلزله



گروه فنی و مهندسی

مصوب سیصد و هشتاد چهارمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

مورخ ۱۳۷۸/۸/۲۳



بسم الله الرحمن الرحيم

### برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی زلزله

کمیته تخصصی:

گرایش:

کد رشته:

گروه: فنی و مهندسی

رشته: مهندسی زلزله

دوره: کارشناسی ارشد

شورای عالی برنامه‌ریزی در سیصد و هشتاد چهارمین جلسه مورخ ۱۳۷۸/۸/۲۳ براساس طرح دوره کارشناسی ارشد مهندسی زلزله که توسط گروه فنی و مهندسی تهیه شده و به تأیید رسیده است، برنامه آموزشی این دوره را در سه فصل (مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس) به شرح پیوست تصویب کرده، و مقرر می‌دارد:

ماده (۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی زلزله از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند لازم‌الاجرا است.  
الف: دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت فرهنگ و آموزش عالی اداره می‌شوند.

ب: مؤسساتی که با اجازه رسمی وزارت فرهنگ و آموزش عالی و براساس قوانین، تأسیس می‌شوند و بنابراین تابع مصوبات شورای عالی برنامه‌ریزی می‌باشند.  
ج: مؤسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل می‌شوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

ماده (۲) این برنامه از تاریخ ۱۳۷۸/۸/۲۳ برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می‌شوند لازم‌الاجرا است.

ماده (۳) مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس دوره کارشناسی ارشد مهندسی زلزله در سه فصل مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس برای اجرا به معاونت آموزشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی ابلاغ می‌شود.

رأی صادره سیصد و هشتاد چهارمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

مورخ ۱۳۷۸/۸/۲۳

در خصوص برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی زلزله

(۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی زلزله که از طرف گروه فنی و مهندسی پیشنهاد شده بود، با اکثریت آراء به تصویب رسید.

(۲) این برنامه از تاریخ تصویب قابل اجرا است

رأی صادره سیصد و هشتاد چهارمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۸/۸/۲۳ در مورد برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی زلزله صحیح است، به مورد اجرا گذاشته شود.

دکتر مصطفی معین

وزیر فرهنگ و آموزش عالی



دکتر علیرضا رهایی

ریس گروه فنی و مهندسی

رونوشت: به معاونت محترم آموزشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی  
خواهشمند است به واحدهای مجری ابلاغ فرمایید.

دکتر سید محمد کاظم نائینی

دبیر شورای عالی برنامه ریزی

بسم الله الرحمن الرحيم



## فصل اول

### مشخصات دوره کارشناسی ارشد مهندسی زلزله

#### ۱ - تعریف و هدف

کارشناسی ارشد مهندسی زلزله یکی از گرایش‌های دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران می‌باشد که مجموعه‌ای است آموزشی - پژوهشی (با تأکید بیشتر بر آموزش)، مرکب از دروس نظری، کاربردی و برنامه تحقیقاتی در گرایش مهندسی زلزله جهت تربیت طراحان متخصص در زمینه فوق و ایجاد انگیزه کافی برای درک و توسعه آنچه در مرزهای تکنیک در زمان حال در این رشته خاص میگذرد.

هدف دوره کارشناسی ارشد مهندسی زلزله تربیت افرادی است که دارای توانایی مناسب جهت تحلیل و طراحی سازه‌ها در مقابل بارهای ناشی از زلزله و نظارت بر اجرای صحیح پروژه‌های تخصصی در زمینه سازه‌های مختلف باشند. بعبارت دیگر هدف اجرای این دوره آشنا ساختن دانشجویان با اصول و مبانی مهندسی زلزله است بطوریکه دانشجویان بتوانند در امور مربوط به مقاوم‌سازی ساختمانها، تأسیسات آبی، انواع سازه‌های خاکی و سایر ابنیه در برابر زلزله اظهار نظر کارشناسی نمایند. رسالت این دوره حرکت در راستای به حداقل رساندن خسارات و تلفات ناشی از زلزله در کشور است. این دوره توان تحقیقاتی جهت حل مسائلی که جامعه مهندسين عمران با آن روبرو است در دانشجو ایجاد خواهد کرد. پروژه‌های تحقیقاتی در این دوره میتواند شامل: مطالعه رفتار لرزهای سازه‌های مختلف، مطالعه رفتار دینامیکی اتصالات گوناگون، مطالعه خواص مکانیکی مصالح تحت بارهای دینامیکی، ارائه روشهای ارتقاء، کیفیت ساخت سازه‌ها بمنظور مقاومت در برابر زلزله و ارائه روشهای ارتقاء کیفیت ساخت سازه‌ها بمنظور مقاومت در برابر زلزله و ارائه روشهای تقویت سازه‌های موجود در برابر زلزله، تهیه نرم‌افزارهای مورد نیاز جهت تحلیل دینامیکی و طراحی لرزهای و نظائر آنها باشد.

#### ۲ - طول دوره و شکل نظام

طول مدت لازم برای اتمام این دوره بطور متوسط دو سال است و حداکثر مدت مجاز برای اتمام این دوره مطابق آیین‌نامه دوره کارشناسی ارشد می‌باشد. نظام آموزشی آن واحدی است و مدت تدریس هر واحد نظری ۱۷ و هر واحد عملی ۳۲ ساعت می‌باشد.

### ۳ - تعداد واحدهای درسی

طیف وسیعی از دروس برای علاقه‌ها و گرایشهای مختلف از قبیل طراحی، تحلیل، خصوصیات و رفتار دینامیکی اعضای سازه‌ها ارائه خواهد شد که دانشجو میتواند از میان آنها انتخاب کند. تعداد کل واحدهای درسی این دوره ۳۲ واحد بشرح زیر است.



اصلی و تخصصی	۱۵ واحد
انتخابی	۹ واحد
سمینار	۲ واحد
پروژه و پایان‌نامه	۶ واحد

### ۴ - نقش و توانایی

این دوره دانشجویان را برای انجام محاسبات و ارائه طرحهای مقاوم در برابر زلزله نیز اشتغال به فعالیتهای پژوهشی، توسعه‌ای و کاربردی در امر مهندسی زلزله آماده مینماید. فارغ‌التحصیلان این دوره دارای زمینه کافی برای احراز مشاغل زیر میباشند:

**الف :** همکاری با مهندسين مشاوره سازه و پی، شریانیهای حیاتی، جهت مشارکت در طرح و نظارت بر اجرای پروژههای موضوع فعالیت این مؤسسات.

**ب :** همکاری با مهندسين مشاور صنعتی جهت مشارکت در طرح و نظارت بر اجرای ساختمانهای صنعتی، کارخانجات، سیلوا، برجها و غیره.

**ج :** همکاری با وزارتخانه‌ها و سازمانهای مسؤل اجرای طرحهای عمرانی و صنعتی جهت برنامه‌ریزی و نظارت بر طرحها مانند وزارت مسکن و شهرسازی راه و ترابری، نیرو، صنایع و شهرداریها

**د -** همکاری با مؤسسات پژوهشی که بنحوی درگیر امر تحقیقات در رابطه با زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله و گامش خطرات ناشی از زلزله میباشند.

### ۵ - ضرورت و اهمیت

زلزله از بزرگترین خطرات طبیعت برای انسان می‌باشد، نه تنها بلحاظ جانی بلکه از لحاظ خسارت مادی و صدمات اجتماعی، روانی و اقتصادی نیز زلزله‌ها بطور غیر مستقیم میتوانند خساراتی به سازه‌های مهندسی و تأسیسات وارد آورند که عمدتاً به علت تغییر مکان و جابجایی قسمتهایی از سطح زمین فروریزی و لغزش تپه‌ها، روانگونی، امواج دریا و آتش میباشند. از آنجا که کشور ما روی کمر بند لرزه آلپ هیمالیا قرار دارد یکی از فعالترین مناطق لرزه‌ای جهان است بطوریکه در هفتاد سال گذشته بطور متوسط ۲۰ زلزله در سال برخی مناطق کشور را لرزانده و بعضاً تلفات و خسارات عظیمی ببار آورده است. بلحاظ احتمال وقوع قطعی زلزله‌ها در آینده، دانشگاهها رسالت تربیت نیروی متخصص جهت مقابله با این پدیده طبیعی را بعهده دارند و هدف

اصلی به حداقل رساندن ضایعات مالی و جانی با در نظر گرفتن عوامل اجتماعی، اقتصادی و روانی مسأله می‌باشد.

فعالیت‌های صنعتی موضوع این دوره کارشناسی ارشد تا حدود زیادی در فعالیت‌های موضوع دوره کارشناسی مهندسی عمران و دوره کارشناسی ارشد سازه می‌باشد لیکن این دوره با تأکید بر دروس مربوط به دینامیک سازه‌ها و زلزله‌شناسی مهندسی زلزله، یا دینامیک خاک و پی و نظائر اینها و نیز پژوهش در این زمینه‌ها، کارشناسان ارشد با تخصص مورد نیاز بخش صنعتی را تربیت می‌نماید.



#### ۶- ارتباط دوره با سایر دوره‌های کارشناسی ارشد

این دوره به دوره کارشناسی ارشد سازه نزدیک است و بسیاری از دروس پایه برای این دوره‌ها مشترک است.

بطور دقیقتر، این دوره کارشناسی ارشد ترکیبی است از دروس تخصصی مربوط به مهندسی سازه، لرزه‌شناسی مهندسی، مکانیک مهندسی و مهندسی ژئوتکنیک و فارغ‌التحصیلان این دوره باید بتوانند با متخصصین رشته‌های گوناگون تبادل نظر و همکاری نموده و در صورت لزوم فعالیت‌های آنها را در ارتباط با مسائل مربوط به زلزله هماهنگ نمایند.

این دوره دارای دروسی با گسترده‌ی تخصصی در زمینه تحلیل استاتیکی و دینامیکی، طراحی لرزه‌ای، زلزله‌شناسی، دینامیک خاک بوده و نیز الزام انجام پروژه در زمینه مهندسی زلزله را دارد.

#### ۷- شرایط پذیرش دانشجو

دانشجویان این دوره از طریق آزمون ورودی و از بین کارشناسان عمران یا مهندسین راه و ساختمان پذیرفته میشوند. در دروس برنامه‌ریزی شده این مجموعه دروس جبرانی پیش بینی نشده و آزمون ورودی در سطح محتوای دروس مربوط در دوره کارشناسی عمران تنظیم خواهد شد. شرایط عمومی و جزئیات آزمون ورودی طبق مقررات توسط مراجع ذیصلاح با اطلاع داوطلبین میرسد.

#### ۸- مواد و ضرایب آزمون ورودی

۱- زبان عمومی و تخصصی ۲- ریاضیات ۳- مکانیک جامدات (مقاومت مصالح و تحلیل سازه‌ها) ۴- مکانیک خاک ۵- مکانیک سیالات  
داوطلبان علاوه بر ۵ ماده امتحانی فوق به یک مورد از سه مورد زیر به انتخاب خود پاسخ می‌دهند:

۶- سازه‌های فولادی (۱) و بتن آرمه (۱)، پی‌سازی ۷- هیدرولیک و هیدرولوژی ۸- راه (راهسازی) - روسازی - ترابری) کلیه دروس ضریب ۱

## فصل دوم برنامه آموزشی و پژوهشی

### برنامه آموزشی

برنامه آموزشی این دوره از دو گروه درس تحت عناوین دروس اجباری و دروس اختیاری بشرح زیر تشکیل شده است که جمعاً ارزشی برابر با ۲۳ واحد دارد.

**الف : دروس اجباری :** دروسی که انتخاب و گذراندن آنها برای کلیه دانشجویان این دوره براساس آیین نامه دوره کارشناسی ارشد اجباری است.

**ب : دروس اختیاری :** دروس اختیاری جهت ادامه تخصصی تر و عمقی تر برخی از دروس اجباری و نیز ارائه مباحثی جهت تقویت دانشجویان با توجه به گرایشهای مختلف تخصصی از قبیل طراحی با مصالح مختلف، آنالیز اجزا، محدود خطی و غیر خطی، مقاومت مصالح، دینامیک سازه ها و بی تنظیم شده اند. دروس اختیاری توسط گروه یا دانشکده عمران و با توجه به امکانات آنها ارائه میگردد.

گذراندن ۹ واحد از دروس اختیاری توسط هر دانشجو الزامی است. عناوین بعضی از دروس اختیاری در ادامه پیشنهاد شده است.

### تحقیق و پژوهش

برنامه تحقیقاتی این دوره مطابق مشخصات کلی دوره کارشناسی ارشد و جهت آشنا شدن دانشجویان با نحوه تحقیق است و شامل دو قسمت میباشد :



۲ واحد	۱ - سمینار
۶ واحد	۲ - پایان نامه
<hr/>	
۸ واحد	جمع

گذراندن سمینار و پایان نامه مطابق آیین نامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد صورت

میگیرد. به این ترتیب برنامه آموزشی و پژوهشی در این دوره بصورت زیر خلاصه میشود.

۱۵ واحد	۱ - دروس اجباری
۹ واحد	۲ - دروس اختیاری
۲ واحد	۳ - سمینار
۶ واحد	۴ - پروژه (پایان نامه)
<hr/>	
۳۲ واحد	جمع

الف : جدول دروس اجباری مجموعه کارشناسی ارشد مهندسی زلزله

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت		
			جمع	نظری	عملی
۱	ریاضیات عالی مهندسی	۳	۵۱	۵۱	
۲	دینامیک سازه‌ها	۳	۵۱	۵۱	
۳	مهندسی زلزله	۳	۵۱	۵۱	
۴	دینامیک خاک	۳	۵۱	۵۱	
۵	یکی از دو درس زیر: ساختمانهای بتنی و فلزی مقاوم در برابر زلزله اثر زلزله بر سازه‌های ویژه	۳	۵۱	۵۱	





ب: جدول دروس اختیاری مجموعه کارشناسی ارشد مهندسی زلزله

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت		
			جمع	نظری	عملی
۱	ساختمانهای بتنی و فلزی مقاوم در برابر زلزله	۳	۵۱	۵۱	
۲	اثر زلزله بر سازه‌های ویژه	۳	۵۱	۵۱	
۳	ارتعاشات تصادفی	۳	۵۱	۵۱	
۴	روشهای اجزاء محدود	۳	۵۱	۵۱	
۵	اندرکنش خاک - سازه	۳	۵۱	۵۱	
۶	اندرکنش آب - سازه	۳	۵۱	۵۱	
۷	تحلیل خطرپذیری سازه‌ها در برابر زلزله	۳	۵۱	۵۱	
۸	اثر زلزله بر سدها	۳	۵۱	۵۱	
۹	مکانیک محیط‌های پیوسته	۳	۵۱	۵۱	
۱۰	طراحی غیر ارتجاعی سازه‌ها	۳	۵۱	۵۱	
۱۱	روشهای ترمیم و تقویت ساختمانها در برابر زلزله	۳	۵۱	۵۱	
۱۲	تئوری ارتجاعی و خمیری	۳	۵۱	۵۱	



## ریاضیات عالی مهندسی

تعداد واحد : ۳  
نوع واحد : نظری

سرفصل درس :

- ۱- سری و انتگرال فوریه (تکمیلی)
- ۲- تبدیل فوریه و روش عددی محاسبه آن (روش تبدیل فوریه سریع)
- ۳- یادآوری از آمار و احتمال و آشنایی با فرآیند تصادفی ایستا
- ۴- کاربرد روش طیفی در تحلیل فرآیندهای تصادفی ایستا
- ۵- یادآوری از توابع مختلط، نگاشت همدیس، انتگرال کوشی و قضیه مانده‌ها
- ۶- محاسبه انتگرال‌های نامعین
- ۷- معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی و کاربرد روش فوریه و دالامبر در حل آنها
- ۸- استفاده از روش‌های تبدیل مختلف (فوریه، لاپلاس، هنکل ...) در حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی
- ۹- حساب تغییرات و روش‌های باقیمانده وزن‌دار و کاربرد آن در حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی
- ۱۰- کاربرد روش تفاوت محدود در حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی

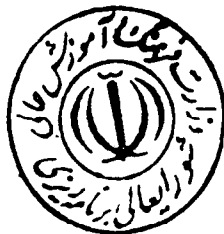


## دینامیک سازه‌ها

تعداد واحد: ۳  
نوع واحد: نظری

سرفصل درس:

- ۲- تفاوت تحلیل‌های استاتیکی و دینامیکی
- ۲- انواع بارهای دینامیکی
- ۳- درجات آزادی و نحوه مدل کردن سازه‌ها
- ۴- معادلات حرکت در سیستم‌های یکدرجه آزادی
- ۵- ارتعاش آزاد سیستم‌های یکدرجه آزادی
- ۶- تحلیل دینامیکی سیستم‌های یکدرجه آزادی در مقابل انواع بارها (هارمونیکی، ضربه‌ای...)
- ۷- انتگرال دیوهمامل و تحلیل سیستم‌ها به روش فوق
- ۸- رفتار غیر خطی سیستم‌های یکدرجه آزادی در حالت دینامیکی
- ۹- تعیین معالات سیستم‌های چند درجه آزادی
- ۱۰- ارتعاش آزاد سیستم‌های چند درجه آزادی و تعیین مقادیر ویژه و مدهای ارتعاشی
- ۱۱- روش آنالیز مودال جهت تحلیل سیستم‌های چند درجه آزادی
- ۱۲- روش انتگرال‌گیری مستقیم جهت تحلیل سیستم‌های چند درجه آزادی
- ۱۳- روش فرکانسیل جهت تحلیل سیستم‌های چند درجه آزادی
- ۱۴- آشنایی با برنامه‌های کامپیوتری تحلیل دینامیکی



## مهندسی زلزله

تعداد واحد : ۳  
نوع واحد : اجباری

هدف : ارائه مباحثی در خصوص پدیده زلزله و لرزه‌شناسی و تخمین نیروهای ناشی از زلزله و  
همینطور روش‌های تحلیل سازه‌ها در برابر زلزله

سرفصل درس :

- ۱- ساز و کار وقوع زلزله و پدیده‌های مرتبط با آن (منجمله امواج ناشی از زلزله)
- ۲- معیارهای سنجش زلزله و پارامترهای مؤثر در آن
- ۳- لرزه‌خیزی منطقه و تعیین زلزله طرح در پروژه‌های مهم
- ۴- بررسی رفتار لرزه‌ای ساختمانهای متداول در برابر زلزله
- ۵- معیارهای طرح سازه‌های مقاوم در برابر زلزله
- ۶- معرفی سیستمهای سازه‌ای مقاوم در برابر زلزله
- ۷- نحوه مدل کردن ساختمانهای مختلف جهت تحلیلهای دینامیکی
- ۸- تشریح روشهای مختلف تحلیل ساختمانها در برابر زلزله و مقایسه آنها
- ۸-۱- روش استاتیکی معادل
- ۸-۲- روش تحلیل طیفی و معرفی طیفهای بازتاب
- ۸-۳- روش تحلیل دینامیکی (با استفاده از تاریخچه زمانی شتاب زمین ...)
- ۹- بررسی و تشریح بندهای مختلف آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران و مبانی آنها
- ۱۰- نکات طراحی در ساختمانهای با اسکلت فلزی در مقابل زلزله
- ۱۱- نکات طراحی در ساختمانهای با اسکلت بتنی در مقابل زلزله



## دینامیک خاک

تعداد واحد : ۳  
نوع واحد : نظری

سرفصل درس :

- ۱- کلیات
- ۲- نظریه گسترش امواج در محیط‌های ارتجاعی و در خاکها
- ۳- رفتار خاکها در برابر نیروهای دینامیکی
- ۴- تأثیر زمین لرزه بر خاکها و مسائل مربوطه  
(لغزش‌ها - نشستها - به حالت مایع در آمدن خامها)
- ۵- ظرفیت باربری دینامیکی خاکها
- ۶- فشارهای دینامیکی خاکها و مسائل مربوط به دیوارهای حائل
- ۷- تحلیل شمع‌ها تحت اثر بارهای دینامیکی
- ۸- ارتعاش پی‌های واقع بر روی محیط‌های ارتجاعی
- ۹- پی ماشین‌آلات



## ساختمانهای بتنی و فلزی مقاوم در برابر زلزله

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : اجباری - اختیاری

هدف : بررسی و ارائه جزئیات طراحی در خصوص سیستم‌های مقاوم در برابر زلزله در ساختمانهای بتنی و فلزی

سرفصل درس :

۱- بررسی رفتار لرزه‌ای سیستم‌های سازه‌ای با قاب مقاوم خمشی (MRF) و طراحی سازه‌های فولادی و بتنی با چنین سیستم‌هایی و جزئیات اجرایی تأمین گیرداری در اتصالات آنها.

۲- بررسی رفتار لرزه‌ای سیستم‌های سازه‌ای با دیوار برشی بتنی و فولادی و طراحی آنها بدون (و با) اختصاص سهم مقاومت لرزه‌ای به قاب و جزئیات اجرایی آنها.

۳- عملکرد و شکل‌پذیری انواع سازه‌های بتن آرمه در برابر زلزله.

۴- عملکرد انواع سیستم‌های پیش ساخته بتنی در برابر زلزله.

۵- اتصالات سازه‌های پیش ساخته مقاوم در برابر زلزله.

۶- بررسی رفتار لرزه‌ای سیستم‌های بادبندی همگرا (CBF)، (K, V, X) (شکل) با بادبندی‌های کششی تنها و کششی - فشاری.

۷- بررسی رفتار لرزه‌ای سیستم‌های بادبندی واگرا (EBF) و طراحی آنها بروش‌های (LRFD) و تنش مجاز با تیر پیوند کوتاه و بلند (Link - beam).

۸- مقایسه برتری‌ها و کاستی‌های سیستم‌های سازه‌ای فوق‌الذکر در رفتار غیر خطی و مقایسه چرخه‌ای هیسترتیک آنها در برابر زلزله‌های شدید (MCE).

۹- طراحی سیستم‌های دوگانه و لزوم استفاده از حداقل ۲۵ درصد (گیرداری اتصالات)

سیستم MRF

۱۰- مروری بر تحلیل غیر خطی هندسی  $\Delta - P$  در ساختمانها هنگام زلزله

۱۱- آسیب‌شناسی لرزه‌ای سیستم‌های سازه‌ای موجود در ساختمانها

۱۲- اشاره‌ای بر نحوه طراحی ترمیم و اصلاحات ساختمانهای بتنی و فلزی صدمه دیده

هنگام زلزله



## اثر زلزله بر سازه‌های ویژه

تعداد واحد : ۳

نوع واحد :

سرفصل درس :

- ۱- آشنایی محلی با رفتار سازه‌های ویژه و اهمیت آنها
- ۲- تفاوت رفتاری بین سازه‌های ویژه و ساختمانهای معمول و رایج
- ۳- تحلیل و طراحی مقاوم در برابر زلزله سدها (خاکی - وزنی - قوسی)
- ۴- تحلیل و طراحی مقاوم در برابر زلزله برج‌های هوایی آب
- ۵- تحلیل و طراحی مقاوم در برابر زلزله مخازن زمینی و مدفون
- ۶- تحلیل و طراحی مقاوم در برابر زلزله دکل‌های مشبک انتقال نیرو
- ۷- تحلیل و طراحی مقاوم در برابر زلزله دکل‌های مخابراتی (مهار شده و مهار نشده)
- ۸- تحلیل و طراحی مقاوم در برابر زلزله دودکش‌ها
- ۹- تحلیل و طراحی مقاوم در برابر زلزله انواع پل‌ها
- ۱۰- تحلیل و طراحی مقاوم در برابر زلزله لوله‌های مدفون
- ۱۱- تحلیل و طراحی مقاوم در برابر زلزله دیوارهای حائل
- ۱۲- تحلیل و طراحی مقاوم در برابر زلزله سازه‌های دریایی (موج شکن - اسکله)
- ۱۳- تحلیل و طراحی مقاوم در برابر زلزله سیلوا
- ۱۴- تحلیل و طراحی مقاوم در برابر زلزله سازه‌های صنعتی و تجهیزات پالایشگاهها



## ارتعاشات تصادفی

تعداد واحد: ۳  
نوع واحد: نظری

سرفصل درس:

- ۱- تفاوت پدیده‌های ارتعاشی قطعی و تصادفی
- ۲- یادآوری تئوری احتمالات و خواص توابع تصادفی
- ۳- بررسی انواع توزیع احتمالات
- ۴- فرآیندهای تصادفی
- ۵- طیف‌های پیوسته و مجزای نیرو
- ۶- حرکت تصادفی تکیه‌گاهها
- ۷- توزیع احتمالات رایله و کاربرد آن
- ۸- بررسی مقاومت هنگام تأثیر نیروهای تصادفی
- ۹- واکنش تصادفی سیستم‌های یکدرجه آزادی
- ۱۰- واکنش تصادفی سیستم‌های چند درجه آزادی
- ۱۱- بررسی مسئله غیر خطی در حالت ارتعاشات تصادفی





## روشهای اجزاء محدود

تعداد واحد : ۳  
نوع واحد : نظری

سرفصل درس :

۱- روشهای تحلیل ماتریسی سازه‌ها شامل روش سختی (تغییر مکان) و روش نرمی (نیرو)

۲- روش عناصر محدود برای تحلیل محیطهای پیوسته

۳- تعمیم روش عناصر محدود- روش حساب تغییرات

۴- تحلیل مسائل تنش و کرنش مستوی

۵- تحلیل مسائل تقارن دورانی

۶- تحلیل مسائل صفحات سه بعدی

۷- تحلیل مسائل صفحات خمشی

۸- مقدمه‌ای بر عناصر ایزوپارامتریک

۹- تحلیل سازه‌ها به روش اجزاء محدود در حالت‌های غیر خطی هندسی و فیزیکی

۱۰- برنامه‌ریزی کامپیوتری روش اجزاء محدود



## اندرکنش خاک - سازه

تعداد واحد : ۳

نوع واحد :

سرفصل درس :

- ۱- هدف از تحلیل اندرکنش خاک و سازه و تأثیرات آن
- ۲- بررسی تأثیر سازه‌ها بر خصوصیات حرکت آزاد زمین
- ۳- اشاره‌ای به انتشار امواج در خاک
- ۴- سختی دینامیکی خاکها (امپدانس خاک) و تعیین آن
- ۵- تأثیر خاک بر روی رفتار سازه در حالت زلزله
- ۶- مدل‌های تحلیلی خاک جهت بررسی اندرکنش خاک و سازه (معادلات حرکت)
  - الف - مدل متمرکز شده خصوصیات خاک بصورت فنر و کمک فنر
  - ب - مدل تیر برشی
  - ج - مدل نیمه بینهایت ارتجاعی
  - د - مدل اجزاء محدود
- ۷- روش‌های تحلیل اندرکنش خاک و سازه در حوزه زمانی
- ۸- روش‌های تحلیل اندرکنش خاک و سازه‌ها در حوزه فرکانس
- ۹- اندرکنش خاک و سازه برای پی‌های صلب و انعطاف‌پذیر
- ۱۰- اندرکنش خاک و سازه برای مدل توام خاک و سازه
- ۱۱- اندرکنش خاک و سازه برای مدل زیر سازه‌ای
- ۱۲- بررسی اندرکنش خاک و سازه در حالت غیر خطی



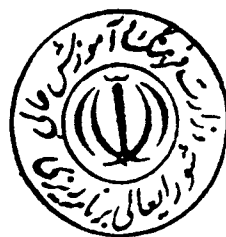
## اندرکنش سازه - آب

تعداد واحد : ۳

نوع واحد :

سرفصل درس :

- ۱- معادلات ناویه - استوکز و شرایط مرزی مختلف آن در هیدرودینامیک
- ۲- روش حل معادلات لاپلاس و هلمهولتز در شرایط خاص
- ۳- مروری بر روش اجزاء محدود در سیالات
- ۴- المانهای اویلری و لاگرانژی آب
- ۵- معادلات حاکم بر رفتار دینامیکی سازه
- ۶- مدل المان محدود سازه
- ۷- اندرکنش معادلات حاکم بر سازه و سیال
- ۸- روش‌های ساده مدل دینامیکی آب - سازه
- ۹- روش حل دقیق عددی سیستم درگیر آب - سازه
- ۱۰- کاربردها: سدها، مخازن آب و اجسام غوطه‌ور
- ۱۱- معرفی برنامه‌های کامپیوتری مربوط



## تحلیل خطر پذیری سازه‌ها در برابر زلزله

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: اختیاری

هدف: تأکید این درس بر بر آورد خطر (Hazard) ناشی از زلزله می‌باشد (تحلیل خطر آسیب سازه در اثر هر عامل مدنظر نمی‌باشد). بدیهی است تحلیل خطر آسیب پذیری سازه‌ها در مقابل زلزله می‌تواند در درس تئوری ارتعاشات تصادفی مورد بررسی قرار گیرد.

سرفصل درس:

۱- مروری کلی بر مفهوم متغیر تصادفی (Random Variable)، فرآیند تصادفی (Random

Process)

۲- مروری بر بعضی پارامترهای شاخص توصیف کننده زلزله (نظیر بزرگی، شدت  $P.G.A$ ،  $a_{rms}$ ،  $V_{max}$  و -)

۳- مروری بر وضعیت لرزه خیزی استانهای لرزه زمین ساخت ایران

۴- برآورد تحلیلی خطر زلزله با در نظر گرفتن پارامترهای فیزیکی گسل‌ها (مدل کمی وقوع زلزله و مدل بر اساس

همبستگی آماری)

۵- برآورد احتمالی خطر زلزله

۱-۵ تفاوت نامعینی در مدل و نامعینی در پارامترهای آماری

۲-۵ برآورد دوره بازگشت خطر زلزله گسل و منطقه بر اساس رابطه دو کرانه‌ای گوتنبرگ - ریشتر و مدل

توزیع احتمالی پواسون

۳-۵ نحوه تصحیح خطای بزرگاو و مرکز چشمه‌های نقطه‌ای لرزه‌زا (مدل کیجکو) بر روی زلزله پیش تاریخی،

تاریخی و دستگامی

۴-۵ اشکالات مدل پواسون و نحوه تصحیح آن (مدل تعدیل یافته پواسون، مدل زنجیره مارکوف و غیره -)

۵-۵ اشکالات وارد بر مدل رایج گوتنبرگ - ریشتر و کاربرد مدلهای برگشتی دیگر منجمله مدل برگشتی زلزله

مشخصه (Characteristic)، تأکید بر خصوصیات فیزیکی گسلها منجمله کاربرد  $G.P.S$  در میزان فعالیت

گسلها

۵-۶ مطالعه لرزه خیزی در مناطق دارای اطلاعات آماری کم یا ناصحیح و غیر دقیق

۶-۶ قوانین کاهیدگی بر اساس قوانین انتشار موج، ارتعاشات تصادفی (در مناطق با اطلاعات کم) و روابط تجربی (در

مناطق با اطلاعات کافی)

۶-۱ نامعینی فاصله در مدلهای چشمه‌های خطی، ناحیه و حجمی لرزه‌ای

۶-۲ تعیین پارامترهای شاخص بر اساس برآورد احتمالی

۷- مدل درخت منطقی (Logic tree) بعنوان روش جهت رفع نامعینی مدل و کاربرد آن در برآورد خطر لرزه‌ای

۸- منطق فازی (Fuzzy logic) و کاربرد آن در برآورد خطر لرزه‌ای

۹- برآورد طیف طرح بر اساس مدل احتمالی

۱۰- برآورد طیف طرح بر اساس منطق فازی



• این درس ترجیحاً باید همراه با اجرای پروژه تحلیل خطر زلزله باشد.

## اثر زلزله بر سدها

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: اختیاری

هدف: آشنایی با اصول بارگذاری و تحلیل انواع سدهای خاکی و بتنی در حالت زلزله به روش‌های مختلف از اهداف اصلی این درس به شمار می‌آید

سرفصل درس:

- ۱- لرزه‌شناسی در طراحی سدها و پارامترهای لازم برای سنجش آن
- ۲- مطالعات تحلیل مهندسی خطر زلزله در طراحی سدها
- ۳- تعیین زلزله طرح و نیروهای مختلف ناشی از زلزله (اینرسی و هیدرودینامیک)
- ۴- بررسی مسائل ژئوتکنیکی از دیدگاه زلزله در محل احداث سد
- ۵- مدل‌های تحلیلی سدهای بتنی و خاکی جهت آنالیزهای خطی در برابر زلزله
- ۶- روش و معیارهای تحلیل شبه استاتیکی سدها در برابر زلزله
- ۷- اصول و مبانی تحلیل شبه دینامیکی (طیفی) سدها در مقابل زلزله
- ۸- تحلیل دینامیکی سدها در بارگذاری زلزله
- ۹- رفتار مصالح مختلف مصرفی در سدها هنگام زلزله
- ۱۰- مدل‌های عددی و تحلیل غیر خطی سدها در حالت زلزله
- ۱۱- آنالیز پایداری مقاوم انواع سدها در مقابل زلزله
- ۱۲- معیارهای طراحی مقاوم سدها در برابر زلزله
- ۱۳- بررسی مدل‌های فیزیکی سدها برای حالت زلزله
- ۱۴- اندرکنش خاک و سازه سد در بارگذاری زلزله (پی سدها)
- ۱۵- اندرکنش آب و سازه سد در بارگذاری زلزله (مخزن سدها)
- ۱۶- حالت‌های صدمه و مودهای احتمالی خسارت وارد بر انواع سدها در اثر زلزله و

روش‌های ترمیم آنها

- ۱۷- برنامه‌های مختلف کامپیوتری آنالیز سدها در برابر زلزله

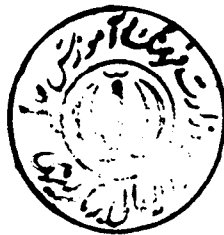


## مکانیک محیط‌های پیوسته

تعداد واحد : ۳  
نوع واحد : نظری

سرفصل درس :

- ۱- اصول و کلیات
- ۲- تغییر شکل‌ها: متغیرهای لاگرانژ و اولر - تبدیل مجازی
- ۳- تنشها: تانسور تنشها - موارد استفاده
- ۴- مسئله حرکت - قوانین رفتاری
- ۵- تحول ترمودینامیکی
- ۶- مقدمه‌ای بر الگوسازی سیستمها
- ۷- مسائل متداول در مکانیک جامدات
- ۸- مقدمه‌ای بر نظریه سازه‌ها
- ۹- کلیاتی درباره ترموالاستیسیته خطی
- ۱۰- روشهای متداول در الاستواستاتیک خطی همگن هم‌تنش
- ۱۱- ارتعاشات و انتشار امواج در جامدات الاستیک



## طراحی غیر ارتجاعی (خمیری) سازه‌ها

تعداد واحد: ۳

نوع واحد:

سرفصل درس:

- ۱- رابطه تنش و کرنش - لنگر مقاوم مقطع - ایده آل کردن رابطه تنش و کرنش (ماده الاستیک پلاستیک کامل) - محاسبات الاستیک پلاستیک کامل
- ۲- لنگر پلاستیک کامل - تئوری ساده پلاستیک کامل
- ۳- قضایای تئوری پلاستیک - قضیه حد بالا، قضیه حد پایین، قضیه یکتایی
- ۴- تحلیل و طرح تیرها به روش پلاستیک کامل
- ۵- تحلیل ستونهای غیر ارتجاعی - طرح ستونها
- ۶- تحلیل و طرح قابهای چند طبقه مهار شده
- ۷- محاسبه تغییر مکانها در شروع فرو ریختگی
- ۸- طرح قابهای مهار نشده
- ۹- اصول روش
- ۱۰- بتن آرمه و طرح پلاستیک
- ۱۱- تئوری خطوط تسلیم



## روشهای ترمیم و تقویت ساختمانها در برابر زلزله

تعداد واحد: ۳

نوع واحد:

سرفصل درس:

- ۱- کلیاتی پیرامون بهسازی سازه‌های آسیب دیده از زلزله و ویژگیهای آن
- ۲- مرحله اقدامات اولیه (بازدید - انجام برخی آزمایش‌های سریع و ساده - بررسی مطالعات ژئوتکنیک)
- ۳- مرحله تشخیص (تعیین گسترده نارسائیها - طبقه‌بندی نارسائیها: خرابیهای مشهود بتن، فولاد، آسیب دیدگی ملحققات ساختمان، تغییر شکل‌ها و حرکات غیر متعارف، لطمات موضعی، گسیختگی، سایر لطمات)
- ۴- بررسی علل بروز نارسائیها (آسیب‌شناسی): خطاهای طراحی، اجرایی و بهره‌برداری - پیر شدن و فروپایگی مصالح - خطاهای اتفاقی و عامل‌های استثنایی - تغییر شرایط محیط نسبت به دوره طرح و اجرا
- ۵- ارزیابی وضع موجود سازه و باقیمانده مقاومت آن
- ۶- مرحله چاره‌جویی: تعیین نوع و گستره بهسازی - انتخاب مصالح و روش‌های بهسازی قابل اعمال - مقایسه روش‌ها از دیدگاه فنی، اقتصادی، ارزیابی آنها با معیار هزینه - نتیجه
- ۷- مرحله باز طراحی: تحلیل سازه به منظور باز طراحی و ملحوظ داشتن وضع پی در بهسازی
- ۸- مرحله انجام عملیات بهسازی: تنظیم برنامه اجرایی، اصول اجرایی بهسازی، مصالح جانشین، وسائل و تجهیزات، نیروی انسانی، ضوابط ویژه بهسازی
- ۹- مراحل بهسازی سازه‌های بتن آرمه: کندن و تخریب قسمت‌های معیوب، آماده کردن سطوح حاصل از تخریب، اصلاح آرماتوربندی، قالب‌بندی، کاربرد مصالح جانشین، مراقبت مصالح جانشین پس از مصرف
- ۱۰- ترمیم‌های موضعی و محل سازه‌های فلزی

