



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

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

دوره کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی

گروه فنی و مهندسی



مصوب سیصد و شصت و هفتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

مورخ: ۱۳۷۷/۱۰/۶

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی



کمیته تخصصی :  
گرایش :  
کد رشته :

گروه: فنی و مهندسی  
رشته: سازه‌های هیدرولیکی  
دوره: کارشناسی ارشد

شورای عالی برنامه ریزی در سیصد و شصت و هفتمین جلسه مورخ ۱۳۷۷/۱۰/۶ بر اساس طرح دوره کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی 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 سازه‌های هیدرولیکی 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 بر اساس قوانین، تأسیس می‌شوند و بنابراین تابع مصوبات شورای عالی برنامه ریزی 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 ۱۳۷۷/۱۰/۶ 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 سازه‌های هیدرولیکی در سه فصل برای اجرا به معاونت آموزشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی ابلاغ می‌شود.

رأی صادره سیصد و شصت و هفتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۷/۱۰/۶  
در خصوص برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی

۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی  
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 شصت و هفتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۷/۱۰/۶ در  
مورد برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی صحیح است، به مورد اجرا گذاشته  
شود.

دکتر مصطفی معین

وزیر فرهنگ و آموزش عالی

مورد تأیید است.



دکتر علیرضا رهایی  
رییس گروه فنی و مهندسی

*(Handwritten signature)*

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



## فصل اول

### مشخصات دوره کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی

#### ۱- تعریف و هدف :

" کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی یکی از گرایش‌های دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران " است که در زمینه تحلیل و طراحی سازه‌هایی که عمدتاً در ساختمانهای هیدرولیکی بکاربرده می‌شوند فعالیت دارد . این دوره کارشناسی ارشد بصورت مجموعه‌ای آموزشی - پژوهشی ، با تاکید بر آموزش ، مرکب از دروس نظری ، کاربردی ، آزمایشگاهی و برنامه تحقیقاتی ارائه می‌شود .

هدف دوره کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی تربیت افرادی است که با شناخت کافی از اصول طراحی سازه‌ها و نیز آشنائی با ساختمانهای هیدرولیکی قادر به انجام خدمات زیر باشند :

- الف : تحلیل و طراحی سازه‌هایی که در این ساختمانها بکار می‌روند .
  - ب : نظارت بر اجرای پروژه‌های تخصصی در این زمینه .
  - ج : تحقیق و ارائه طریق در مورد مسائلی که در این زمینه با آن روبرو می‌شوند .
- پروژه‌های تخصصی که زمینه فعالیت این کارشناسی ارشد است شامل : سدهای انحرافی ، سدهای مخزنی ، مخازن آب ، تونلهای آب بر ، تاسیسات انتقال آب ، تاسیسات حفاظتی در مقابل سیل می‌باشد .

#### ۲- نقش و توانائی :

فارغ التحصیلان این دوره دارای زمینه کافی برای احراز مشاغل زیر می‌باشند :

- الف : محاسبه و طراحی سازه‌های منابع آب و سدسازی و ،
- ب : همکاری با مهندسين مشاور سدسازی ، منابع آب و مشارکت در طرح و نظارت بر اجرای پروژه‌های موضوع فعالیت این موسسات .
- ج : همکاری با وزارتخانه‌ها و سازمانهای مسئول اجرای طرحهای عمرانی در زمینه آب رسانی مانند وزارت نیرو ، وزارت کشاورزی ، وزارت مسکن و شهرسازی و شهرداریها .

## ۳- ضرورت و اهمیت دوره :

فعالیت‌های صنعتی موضوع این دوره کارشناسی ارشد عمدتاً "در ارتباط با فعالیت‌های مهندسی عمران و نیز دوره کارشناسی ارشد سازه است . تفاوت فعالیت‌های این دوره عمدتاً" در نوع تخصص آن در زمینه سازه‌های آبی است . ضرورت این دوره با توجه به حجم سرمایه‌گذاری مملکت در صنعت آب و نیاز فوق‌العاده به جمع‌آوری و نگهداری آنها و استفاده صحیح از آنها در جهت تامین آب آشامیدنی شهرها تولید برق و نیز تامین توسعه کشاورزی کاملاً " مشهود است . حجم فوق‌العاده سرمایه‌گذاری در این زمینه طبعاً " نیاز قابل ملاحظه‌ای به متخصصین در زمینه‌های مختلف و نیز در سطوح مختلف صنعت آب دارد . این دوره برای تامین قسمتی از این نیاز در نظر گرفته شده است .

## ۴- ارتباط دوره با سایر دوره‌های کارشناسی ارشد :

این دوره با دوره کارشناسی ارشد سازه در ارتباط نزدیک است ، بطوریکه در درس اصلی کم و بیش با یکدیگر مشترک می‌باشند .

## ۵- شرایط پذیرش دانشجویان :

دانشجویان این دوره از طریق آزمون ورودی و از بین کارشناسان عمران ( عمران - آب ) و مهندسان راه و ساختمان و رشته کشتی سازی پذیرفته می‌شوند . در درس برنامه ریزی شده این مجموعه دروس جبرانی پیش بینی نشده است و تصور نمی‌رود نیازی به چنین پیش بینی وجود داشته باشد . کارشناسان عمران براحتی می‌توانند این دوره را بدون کمک دروس جبرانی بگذرانند .



## ۶- طول و نظام دوره :

طول مدت لازم برای اتمام این دوره دو سال است . حداقل و حداکثر مدت مجاز برای اتمام این دوره مطابق با آئین نامه دوره کارشناسی ارشد می‌باشد . نظام آموزشی این دوره واحدی است و کلیه دروس نظری و سمینار و پایان نامه در چهار نیمسال تحصیلی ارائه و انجام می‌شوند . مدت تدریس هر واحد نظری ۱۷ ساعت و عملی ۲۴ ساعت است .



**۷. تعداد واحدهای آموزشی و پژوهشی :**

تعداد واحدهای آموزشی و پژوهشی این دوره ۳۲ واحد است . تقسیم بندی این واحدها

به شرح زیر می باشد :

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

**جدول دروس اصلی و تخصصی الزامی سازه‌های هیدرولیکی**

پیشنیاز یا زمان ارائه درس	ساعات		تعداد واحد	نام درسی	کد درس
	عملی	نظری			
		۵۱	۳	ریاضیات عالی مهندسی	۱
		۵۱	۳	هیدرولیک پیشرفته	۲
		۵۱	۳	طراحی هیدرولیکی سازه‌ها	۳
		۵۱	۳	روش اجزاء محدود	۴
				یکی از دو درس زیر:*	۵
		۵۱	۳	الف - سدهای خاکی	
		۵۱	۳	ب - سدهای بتنی	
			۱۵		<b>جمع</b>



\* : برنامه‌ریزی و تصمیم در ارائه این دو درس بعهده کمیته تحصیلات تکمیلی گروه‌های آموزشی (در دانشگاه‌های جامع) و دانشکده (در دانشگاه‌های تخصصی) بوده و دانشجو موظف است خود را با این برنامه تطبیق دهد.

جدول دروس تخصصی اختیاری سازه‌های هیدرولیکی

پیشنیاز یا زمان ارائه درس	ساعات			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
		۵۱	۵۱	۳	سدهای خاکی	۱
		۵۱	۵۱	۳	سدهای بتنی	۲
		۵۱	۵۱	۳	هیدرو دینامیک	۳
		۵۱	۵۱	۳	دینامیک سازه‌ها	۴
		۵۱	۵۱	۳	تئوری صفحات و پوسته‌ها	۵
		۵۱	۵۱	۳	اندرکنش آب و سازه	۶
		۳۴	۳۴	۲	مدل‌های هیدرولیکی	۷
		۵۱	۵۱	۳	هیدرولیک محاسباتی	۸
		۳۴	۳۴	۲	نیروگاه آبی	۹
		۵۱	۵۱	۳	تئوری الاستیسیته و پلاستیسیته	۱۰
		۵۱	۵۱	۳	مهندسی زلزله	۱۱
		۳۴	۳۴	۲	تکنولوژی عالی بتن	۱۲
		۵۱	۵۱	۳	اصول طراحی سازه‌های دریایی	۱۳
		۳۴	۳۴	۲	مکانیک سنگ	۱۴
		۳۴	۳۴	۲	زمین‌شناسی مهندسی پیشرفته	۱۵
		۳۴	۳۴	۲	مهندسی سواحل	۱۶
		۵۱	۵۱	۳	مهندسی پی پیشرفته	۱۷
		۳۴	۳۴	۲	بهینه‌سازی در مهندسی عمران	۱۸
		۵۱	۵۱	۳	اصول مهندسی بنادر	۱۹
		۳۴	۳۴	۲	مهندسی تونل	۲۰
		۵۱	۵۱	۳	آبهای زیر زمینی	۲۱
		۵۱	۵۱	۳	هیدرولوژی مهندسی پیشرفته	۲۲
		۵۱	۵۱	۳	روش‌های عددی در مهندسی آب	۲۳
		۳۴	۳۴	۲	مهندسی رودخانه	۲۴
		۵۱	۵۱	۳	دینامیک سیالات پیشرفته	۲۵
		۵۱	۵۱	۳	مبانی هیدرولیک دریا	۲۶
					جمع	







## ریاضیات عالی مهندسی

تعداد واحد: ۳

### سرفصل درس:

- ۱- یادآوری از معادلات دیفرانسیل معمولی، حل معادلات به کمک بسط توانی و مروری بر مفاهیم بسط بر حسب توابع متعامد (فوریه، بسل، لژندار) و کاربرد در حل معادلات دیفرانسیل اشتروم - لیوویل
- ۲- کاربرد روش مجزاسازی متغیرها جهت حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات پاره‌ای در سیستم مختصات مختلف منحنی الخط
- ۳- آشنایی با مفاهیم تبدیلهای انتگرالی و کاربرد آن در حل مسائل معادله دیفرانسیل با مشتقات پاره‌ای و استفاده از قضیه مانده‌ها (تئوری توابع مختلط) در برآورد تبدیل‌های معکوس انتگرالی
- ۴- کاربرد تبدیل Z در حل معادلات هارمونیک و بی‌هارمونیک با استفاده از کاربرد نگاشت همدیس
- ۵- آنالیز تانسورها و کاربرد آن در مسائل مهندسی
- ۶- آشنایی با حساب تغییرات شامل مفهوم Functional، معادله اولر - لاگرانژ، کاربرد قضیه مانده‌های وزنی و روش رایله - ریتز در حل معادلات دیفرانسیل بصورت تبدیل به معادلات جبری در حوزه یا مرز



## هیدرولیک پیشرفته

تعداد واحد: ۳

هدف: آشنا ساختن دانشجویان کارشناسی ارشد با پاره‌ای از مسائل تئوری مربوط به حرکت سیالات در سازه‌های مختلف هیدرولیکی نظیر، سرریزها، حوضچه‌ها، حوضچه‌های آرامش، آبگیرها، تونل‌های آبی، جریان در پایه‌های پل، دیواره‌های حائل، ...

سرفصل درس:

### ۱- جریانهای غیر دائمی (Unsteady Flow)

- بررسی امواج بلند و کوتاه دریاچه‌ها، کانالها...

- روند سیل در رودخانه و مخزن

- شکست سد و بررسی امواج پایین دست از نقطه نظر ارتفاع، سرعت ... سطح آب

### ۲- خلاءزایی (Cavitation)

- بررسی تئوری خلاءزایی

- خلاءزایی در سازه‌هایی نظیر آبگیرها، تونلها، لوله‌ها... سرریزها، حوضچه آرامش

### ۳- هوادر سازه‌های آبی و هوارسانها (Airflow in Hydraulic Structures, and air Ducts)

- تئوری اختلاط هوا با آب در جریانهای هیدرولیکی، لوله‌های تحت فشار و جریانهای آزاد

- تئوریهای مربوط به طرح هوارسانها برای کاهش حساسیت سازه

### ۴- آبشستگی Scouring

- تئوری آبشستگی

- بررسی آبشستگی در سرریزها، آبگیرها، تونل ... پایه پلها

### ۵- ضربه قوچ Water hammering

- شناخت ضربه قوچ

- بررسی معادلات و روشهای محاسبه

- تمهیدات لازم برای کاهش اثرات ضربه قوچ

### ۶- رسوب Sedimentation

- تئوری حرکت رسوب معلق در جریانهای هیدرولیکی

- چگونگی رسوب در سازه‌های هیدرولیکی نظیر سدها

- مشکلات رسوب در سازه‌ها و تمهیدات لازم برای کاهش مخاطرات

## طراحی هیدرولیکی سازه‌ها



تعداد واحد: ۳

هدف: آشنا ساختن دانشجویان با انواع سازه‌های هیدرولیکی وابسته به بندها، سدها و بررسی اجمالی مسائلی که در طراحی هیدرولیکی و سازه‌های آنها دخالت دارند.

سرفصل درس:

- ۱- آشنایی با انواع سازه‌های هیدرولیکی وابسته به بندها و سدها و مؤلفه‌های آنها و چگونگی هماهنگی آنها
- ۲- بررسی عوامل مختلف هیدرولوژیکی، هیدرولیکی، زمین‌شناسی، ژئوتکنیکی در روند انتخاب محل، نوع سدها
- ۳- بررسی سرریزها و انواع آنها و عوامل مؤثر در طراحی آنها
- ۴- آبگیرها تخلیه‌کننده‌ها و انواع آنها و عوامل مؤثر در طراحی آنها در سدها
- ۵- هیدرولیک انرژی گاهها
- ۶- آشنایی کلی با نیروگاههای آبی و تأسیسات مختلف آنها
- ۷- بررسی اجمالی روشهای اجرایی ساخت سازه‌های هیدرولیکی  
توصیه میشود ارائه این درس علاوه بر همراه داشتن پروژه با نشان دادن فیلم و اسلاید و بازدید از تأسیسات هیدرولیکی سدها همراه باشد.



## روش اجزاء محدود

تعداد واحد: ۳

هدف: آشنایی با روش تحلیل عددی اجزای محدود در حل معادلات دیفرانسیل حاکم بر محیط‌های پیوسته و کسب مهارت تحلیلی به ویژه در محیط‌های مکانیک جامدات و سازه‌ها

سرفصل‌های درس:

- ۱- معرفی محیط‌های پیوسته و مدل‌های ریاضی آنها شامل مدل‌های پیوسته و مدل‌های گسسته
- ۲- روش اجزای محدود برای تحلیل محیط پیوسته ارتجاعی در مکانیک جامدات
- ۳- تحلیل تنش و کرنش مستوی
- ۴- تحلیل تنش سه بعدی
- ۵- انواع توابع شکل دو و سه بعدی
- ۶- المان‌های ایزوپارامتریک و انتگرال‌گیری عددی
- ۷- تعمیم روش المان‌های محدود - روش مانده‌های وزن دار گالرلکین
- ۸- برنامه‌نویسی کامپیوتری روش اجزای محدود
- ۹- مقدمه‌ای بر خمش صفحات و المان‌های محدود مربوط به آن

## سدهای خاکی



تعداد واحد: ۳

سرفصل درس:

- ۱- کلیات و تاریخچه انواع سدها از گذشته تاکنون و جایگاه سدهای خاکی در آن
  - ۲- بررسی اجمالی جایگاه سد در یک پروژه توسعه و تعیین منظورها
  - ۳- انواع سدها، انطباق نوع سد با شرایط ساختگاهی، گزینه‌های مناسب برای سدهای خاکی و سنگریزه‌ای
  - ۴- مراحل مختلف مطالعات پروژه سدهای خاکی و سنگریزه‌ای، نحوه انتخاب ساختگاه مناسب و برنامه‌ریزی مطالعات
  - ۵- بررسی مقاطع مختلف در سدهای خاکی و سنگریزه‌ای با ارائه مثالهایی از سدهای ساخته شده، تعیین معیارهای انتخاب مقاطع با شرح جزئیات آنها.
  - ۶- مطالعات مربوط به ساختگاه و پی شامل: زمین‌شناسی مهندسی، ژئوفیزیک، ژئوتکنیک، حفاری، ردیابی و...
  - ۷- مطالعات مربوط به ساختگاه و پی شامل مطالعات محلی و آزمایشگاهی
  - ۸- مطالعه روشهای اصلاحی پی شامل پی‌های آبرفتی، پی‌های خاکی، پی‌های سنگی
  - ۹- مطالعه تراوش از سدهای خاکی و روشهای کنترل تراوش
  - ۱۰- مطالعه پایداری سدهای خاکی و سنگریزه‌ای
  - ۱۱- تشریح اجزاء جانبی در سدهای خاکی و سنگریزه‌ای
  - ۱۲- طراحی و جانمایی ابزار دقیق و لوازم اندازه‌گیری در سدهای خاکی و سنگریزه‌ای
  - ۱۳- روشهای ساختمان سد شامل برنامه‌ریزی کارگاهی، ماشین‌آلات مورد نیاز، جزئیات اجرایی، مشکلات قابل پیش‌بینی، خاکریزهای آزمایشی و...
  - ۱۴- نگهداری و بهره‌برداری سدهای خاکی و سنگریزه‌ای، اندازه‌گیری تنش‌ها، تغییر مکانها، تراوش و... روشهای تحلیل برگشتی و ارزیابی پایداری در زمان بهره‌برداری (بخصوص اولین سال آبیگری)
  - ۱۵- روشهای ترمیمی در سدهای خاکی مسئله‌دار
- آشنا نمودن دانشجویان با چند پروژه طراحی شده (نقشه‌ها) و انجام بازدید از پروژه‌های در دست اجرا بهمراه گزارش دانشجویان از یک پروژه در دست اجرا توصیه می‌گردد.

## سدهای بتنی



تعداد واحد: ۳

### سرفصل درس:

- ۱- آشنایی با تاریخچه سدهای بتنی
- ۲- معرفی انواع سدهای بتنی
- ۳- معیارهای انتخاب ساختگاه سد شامل عوامل منابع آب، اقتصاد، زمین‌شناسی، هندسه و مهندسی ژئوتکنیک
- ۴- سدهای بتنی قوسی
  - مصالح، مکانیزم‌های باربری، خصوصیات ساخت، انواع سرریزهای ممکن
  - معیارهای شکل قوس، شکلی طره، شکل سد، روش بهینه‌سازی شکل، تعریف ریاضی شکل بدنه
  - کنترل کلان پایداری تکیه گاهها، معیارهای توزیع تنش
- ۵- بتن حجیم سدها
  - مسائل حرارتی، طرح اختلاط، روشهای پیش و پس سرد کردن مصالح و بتن و محاسبات آنها
  - بتن غلطکی در سدها
  - خرابیهای بتن در سدهای بتنی
- ۶- بارگذاری سدهای بتنی شامل بارهای اصلی و فرعی (آب، وزن، حرارت، زلزله برکنش و...)
- ۷- بار زلزله و سطوح مختلف آن شامل میزان خطرپذیری، شتاب مبنا، طیف و شتابنگاشت، زلزله طرح
- ۸- بارهای هیدرو دینامیکی ناشی از زلزله
- ۹- آسیب پذیری سدهای بتنی در مقابل زلزله و نحوه اصلاح شکل آنها برای کاهش آسیب پذیری
- ۱۰- رفتار دینامیکی سدهای بتنی قوسی و سدهای وزنی
- ۱۱- بارگذاری حرارتی شامل حرارت درونی و نحوه کنترل آن، حرارت محیطی و نحوه تعیین و اعمال آن
- ۱۲- مدل ریاضی و روش‌های تحلیل سدهای بتنی شامل سازه، پی و دریاچه- روش اجزای محدود
- ۱۳- مقدمه‌ای بر روش تحلیل آزمون بار
- ۱۴- تحلیل پایداری تکیه گاههای سد قوسی شامل روش‌های ۲ و ۳ بعدی
- ۱۵- تعیین ضرایب اطمینان تنش و طراحی بتن
- ۱۶- سدهای بتنی وزنی و پشتبنددار و مسائل ویژه آنها در طراحی، تحلیل و اجرا
- ۱۷- سدهای بتنی چند قوسی و قوسی وزن و موارد استفاده
- ۱۸- روش‌های اجراء و تجهیزات رفتار سنجی سدهای بتنی
- ۱۹- ارائه فیلم، اسلاید و بازدید از ساختگاه سدهای واقعی



## هیدرودینامیک

تعداد واحد: ۳

هدف: آشنا ساختن دانشجویان با مسائل سیال جریان‌های دوبعدی و سه بعدی

### سرفصل درس:

- ۱- معرفی و یادآوری مطالب سیالات و سینماتیک: لزجت، تراکم پذیری، دائم و یکنواخت، خط جریان، خط مسیر، میدان سرعت و شتاب، رابطه دیفرانسیلی رابطه برنولی در میدان جریان غیر چرخشی، قشر مرزی نازک، سیال ایده آل غیر چرخشی
- ۲- جریان دوبعدی: تابع جریان پتانسیل جریان - شبکه جریان و رسم آن، جریان پتانسیل و معادله لاپلاس
- ۳- جریانهای پایه‌ای: جریان موازی، چشمه، چاه، ورتکس و ورتکس آزاد، توأم کردن چند جریان ساده
- ۴- کاربرد: جریان در محیط متخلخل، جریان در ابتدای مجاری، جریان سرزبر
- ۵- تبدیل کانفرمال: تبدیل جریان موازی به جریان در صفحه فیزیکی، جریان در زوایای مختلف، جریان در شکاف، جریان حول سیلندر، انتقال دایره، جریان حول سیلندر، جریان حول بیضی، جریان حول جسم دوکی شکل، جریان حول آبروفویل، نیروی برآدر آبروفویل دوبعدی
- ۶- الگوی جریان سه بعدی متقارن نسبت به محور چشمه و چاه سه بعدی، جریان حول اجسام متقارن محوری
- ۷- اثرات لزجت در جریان: خواص فیزیکی معادله ناویراستوک، ورتیستیتی و قشر مرزی و کاربرد عملی در جریان با فرض ایده آل و غیر چرخشی بودن جریان



## دینامیک سازه‌ها

تعداد واحد: ۳

سرفصل درس:

- ۱- 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 (هارمونیک، ضربه‌ای ...)
- ۷- انتگرال دیوهمل و تحلیل سیستم‌ها به روش فوق
- ۸- رفتار غیر خطی سیستم‌های یک درجه آزادی در حالت دینامیکی
- ۹- تعیین معادلات 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 یک و چند درجه آزادی
- ۱۳- روش فرکانسیل جهت تحلیل سیستم‌های یک و چند درجه آزادی
- ۱۴- تحلیل دینامیکی سیستم‌های پیوسته ساده





## تئوری صفحات و پوسته‌ها

تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: تئوری الاستیسیته و پلاستیسیته یا همزمان  
هدف: آشنا ساختن دانشجویان با اصول حاکم بر رفتار صفحات و پوسته‌ها و کاربرد آنها در حل بعضی از سازه‌ها

سرفصل درس:

- ۱- معادلات عمومی خمش صفحات
- ۲- روشهای حل معادلات عمومی خمش برای صفحات مستطیلی، دایره‌ای و متوازی‌الاضلاع با بارگذاری و شرایط انتهایی متفاوت
- ۳- روشهای انرژی: انرژی کرنشی، روشهای ریتز و گلرکین
- ۴- کماتش صفحات: بار بحرانی صفحات مستطیل شکل
- ۵- روشهای عددی برای حل مسائل صفحات
- ۶- تئوری غشایی پوسته‌ها: معادلات عمومی نیروی غشایی، حل معادلات برای پوسته‌های با تقارن محوری، تغییر شکل
- ۷- تئوری خمشی پوسته‌ها: معادلات عمومی تعادل، حل این معادلات برای پوسته‌های با تقارن محوری
- ۸- اشاره به پایداری پوسته‌های استوانه‌ای شکل
- ۹- اشاره‌ای به دینامیک صفحات و پوسته‌ها

## اندرکنش سازه و آب



تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: روش اجزاء محدود - دینامیک سازه‌ها

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



## مدل‌های هیدرولیکی

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: هیدرولیک پیشرفته - طراحی هیدرولیکی سازه‌ها

هدف: بررسی اصول مدلسازی هیدرولیکی و آشنایی با چگونگی ساخت مدل‌های هیدرولیکی

سرفصل درس:

- ۱- تجزیه و تحلیل ابعادی: ابعاد و آمار فیزیکی، کمیت‌های دارای بدون بعد، یکنواختی ابعادی، روش رالی، روش باکینگهام، انتخاب متغیرهای مستقل و تعیین نسبت‌های بدون بعد، مفاهیم فیزیکی نسبت‌های بدون بعد و اهمیت آن در مدلسازی روش سنتز
- ۲- تئوری مدل‌ها: تعریف مدل - هدف از مدلسازی، انواع مدل‌های هیدرولیکی
- ۳- تئوری تشابه: انواع تشابه، قوانین تشابه، آنالیز شبیه‌سازی انتخاب مقیاس و خطاهای مقیاسی
- ۴- انواع مدل‌های هیدرولیکی: مدل جریان‌های با سطح آزاد (سرریزها، تأسیسات آبگیر، حوضچه‌های آرامش، حوضچه‌های ترسیب، آبشستگی پایین دست سازه‌های هیدرولیکی)، مدل جریان‌های دو فازی، مدل جریان‌های تحت فشار شبیه‌سازی پدیده گرداب، شبیه‌سازی کاویتاسیون در مجاری تحت فشار، مدل ماشین‌های هیدرولیکی، مدل مخزن موج‌گیر، مدل خاکریزهای شسته شونده
- ۵- مدل‌های رودخانه‌ای: انواع مدل‌های رودخانه‌ای، مدل‌های با بستر ثابت، مدل‌های با بستر غیر ثابت
- ۶- مدل سازه‌های دریایی: شبیه‌سازی امواج - شبیه‌سازی سازه‌های دریایی



## هیدرولیک محاسباتی

تعداد واحد: ۳

هدف: آشنا ساختن دانشجویان با روشهای عددی و کاربرد آنها در هیدرولیک

سرفصل درس:

### بخش اول: مبانی تئوریک

- ۱- مقدمه، لزوم و موارد استفاده از روشهای عددی و مدلسازی عددی در مهندسی هیدرولیک
- ۲- تبیین مراحل مختلف مدلسازی عددی با تکیه بر درک فیزیک مسئله، مدل ریاضی و معادله حاکم، منقطع کردن محیط فیزیکی، منقطع کردن معادلات حاکم و مراحل مختلف حل عددی آنها، اعمال شرایط اولیه و مرزی، ارزیابی و جهت‌یابی مدل، واسنجی (کالیبراسیون)
- ۳- مروری بر انواع معادلات حاکم بر پدیده‌های هیدرولیکی و طبقه‌بندی معادلات حاکم به معادلات بیضوی سهمومی و هذلولوی
- ۴- معرفی کلی روشهای عددی شامل: روش اختلافهای محدود - روش مشخصات (کاراکتریستیک) - روش حجم کنترل - روش احجام محدود - روش اجزاء محدود - روش‌های طیفی
- ۵- معرفی کامل حداقل یکی از روشهای عددی فوق که در بخش دوم کاربردهای آن گفته خواهد شد.

### بخش دوم: کاربردهای روش‌های عددی در هیدرولیک محاسباتی

- در این بخش مطالب بسیار متنوعی می‌توان ارائه کرد و توصیه می‌گردد حداقل پنج مورد از مباحث زیر تدریس شوند.
- ۱- حل عددی جریان در محیط متخلخل اشباع - دائمی و غیر دائمی
  - ۲- حل عددی جریان در محیط متخلخل غیر اشباع - دائمی و غیر دائمی
  - ۳- حل عددی جریان یک بعدی با سطح آزاد در رودخانه‌ها و کانالها (دائمی و غیر دائمی)
  - ۴- حل عددی جریان غیر دائمی در مجاری تحت فشار و ضربه قوچ (چکش آبی)
  - ۵- حل عددی جریان آب و رسوب رودخانه
  - ۶- حل عددی معادلات انتشار آلودگی و حرارت در حالت یک بعدی
  - ۷- حل عددی جریان دوبعدی در پلان (معادلات آبهای کم عمق)
  - ۸- حل عددی جریان دوبعدی در صفحه قائم (متوسط گرفته شده در عرض)
  - ۹- حل عددی پدیده‌های امواج کوتاه
  - ۱۰- مباحث خاص: می‌تواند از میان مطالب زیر انتخاب شود. مدلسازی آشفتگی، اشاره به معادلات ناویراستوکس و حل عددی آنها، تولید عددی گره‌ها، استفاده از سیستم مختصات انحناءدار این درس حتماً باید حداقل به اندازه یک واحد پروژه داشته باشد. پروژه می‌تواند توسعه برنامه‌های موجود یا جدید باشد و با استفاده از برنامه‌های آماده.



## نیروگاه آبی

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: هیدرودینامیک - طراحی هیدرولیکی سازه‌ها

هدف: آشنایی با اصول طرح نیروگاه‌های برق آبی و بهره‌برداری از آنها

سرفصل درس:

- ۱- کلیات: نیازهای انرژی، منابع مختلف تأمین انرژی و مقایسه آنها با یکدیگر، نمایش عمومی تأسیسات یک نیروگاه آبی، واحدهای سنجش در اقتصاد برق آبی
- ۲- انرژی آبی: روابط مومنتم در جریانهای ماندگار و غیرماندگار - انتقال انرژی آب به پره‌های متحرک
- ۳- تقسیم‌بندی نیروگاهها: نیروگاه با کار دائم، با مخزن کوتاه مدت با مخزن بلند مدت، نیروگاه برق آبی با فشار کم، متوسط و زیاد
- ۴- تأسیسات برق آبی: تأسیسات بر روی رودخانه‌های جلگه‌ای، کوهستانی اعم از کانال آب آور، سد انحرافی، نیروگاه و کانال خروج آب، تأسیسات برق آبی با انحراف مستقیم از دره‌های وحشی
- ۵- توربینها: تقسیم‌بندی، تجزیه و تحلیل ضریب بهره توربین آبی، شرح توربین فرانسس و کاپلان، پلتن، مشخصات توربینهای آبی، انتخاب توربین
- ۶- مخزن موج: تشریح پدیده نوسان مایع در مخزن موج در اثر باز و بسته شدن شیرهای تغذیه کننده توربین، محاسبه هیدرولیکی مخزن موج، انواع مختلف مخزن موج، تعادل مخزن موج و شرط



## تئوری الاستیسیته و پلاستیسیته (ارتجاعی و خمیری)

تعداد واحد: ۳

هدف: آشنا نمودن دانشجویان با قوانین حاکم به رفتار ارتجاعی و خمیری اجسام  
تغییر شکل پذیر

سرفصل درس:

- ۱- تنش: تعریف تنش بر روی یک سطح، معادلات تعادل، تنشهای اصلی، تنش برشی  
ماکزیمم، بعضی حالات خاص تنش - معادلات تعادل در دستگاههای مختصات استوانه‌ای و  
کروی
- ۲- کرنش، کرنش در یک نقطه، روابط کرنش و تغییر مکان، کرنشهای اصلی، شرایط  
سازگاری، بعضی حالات خاص کرنش - روابط کرنش و تغییر مکان در دستگاههای مختصات  
استوانه‌ای و کروی
- ۳- روابط عمومی تنش و کرنش در حالت ارتجاعی، بیان شرایط سازگاری بر حسب تنش
- ۴- حل مسائل سه بعدی تئوری ارتجاعی با استفاده از توابع پتانسیل، مسائل بوسینک -  
کلوین - سروتی، ...
- ۵- روابط عمومی تنش و کرنش برای جامدات کاملاً پلاستیک و جامدات سخت شونده،  
شرایط سیستم قوانین جریان
- ۶- تنش مسطح و کرنش مسطح در حالت ارتجاعی، کاربرد آنها در حل مسائل - حل  
مسائل دو بعدی متقارن محوری با استفاده از توابع تنش
- ۷- تنش و کرنش مسطح در حالت پلاستیک، معادلات تعادل
- ۸- خمش خالص میله در حالت ارتجاعی
- ۹- پیچش میله‌ها در حالت ارتجاعی پیچش در میله‌ها با مقاطع مختلف
- ۱۰- پیچش در حالت پلاستیک میله‌های استوانه‌ای
- ۱۱- روشهای انرژی، انرژی کرنشی، اصل کار مجازی، اصل کار حداقل، اصل یکتایی -  
فضاهای کاستلیانو، حل مسائل
- ۱۲- تنش‌های حرارتی



## مهندسی زلزله

تعداد واحد: ۳  
پیشنیاز: دینامیک سازه‌ها

سرفصل درس:

- ۱- مکانیزم وقوع زلزله و لرزه‌خیزی منطقه
- ۲- پدیده‌های همراه با زلزله و خسارات ناشی از آن
- ۳- مقیاس‌های اندازه‌گیری زلزله
- ۴- امواج ناشی از زلزله و پدیده‌های مرتبط (انعکاس و انکسار امواج)
- ۵- تعیین زلزله طرح در پروژه‌های مهم
- ۶- روش تحلیل آیین‌نامه‌ای زلزله
- ۷- روش دینامیکی تحلیل در مقابله زلزله
- ۸- روش طیفی تحلیل در مقابل زلزله
- ۹- ارتعاشات سازه‌ها و تعیین پریود ارتعاش در مودهای مختلف توسط روش‌های موجود
- ۱۰- معیارهای طرح سازه‌های مقاوم در برابر زلزله



## تکنولوژی عالی بتن

تعداد واحد: ۲

### سرفصل درس:

- ۱ - شیمی سیمان  
هیدراتاسیون سیمان، اثر ترکیبات سیمان در مقاومت و حرارت، و سایر موارد
- ۲ - مقاومت بتن  
مقاومت در فشار و در کشش، تأثیر عوامل مختلف در مقاومت، معادلات مقاومت، روابط بین مقاومت فشاری و کششی، روابط بین تخلخل و مقاومت، مقاومت خستگی، مقاومت ضربه‌ای
- ۳ - الاستیسیته، انقباض، خزش  
ضرایب الاستیسیته استاتیکی و دینامیکی، روابط بین مقاومت و مدول الاستیسیته، روابط بین مدولها و عوامل مؤثر بر میزان مدولها، ضریب پواسون، اندازه‌گیری مدولها، عوامل مؤثر بر انقباض بتن، محاسبات میزان انقباض از آیین‌نامه‌های مختلف، اندازه‌گیری میزان انقباض، خزش و عوامل مؤثر 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
- ۵ - آزمایشات کنترل کیفیت بتن  
سنجش کارایی، مقاومت فشاری نمونه‌های مختلف و مقایسه آنها با یکدیگر، مقاومت تسریع شده، آزمایشات غیر مخرب (چکش اشمنیت، مافوق صوت، بیرون آوردن، ...) آزمایشات مغزه‌گیری، روابط بین مقاومت مغزه و مقاومت واقعی، پذیرش بتن، روشهای آماری بررسی نتایج آزمایشات، بررسی عمق ترک.
- ۶ - مواد مضاف و افزونه‌های بتن  
انواع مواد مضاف و افزونه، تأثیر مواد مضاف و افزونه بر خواص بتن، مکانیزم عمل مواد مضاف، کاربرد مواد مضاف پوزولانها و نقش آنها در خواص بتن.
- ۷ - پایایی و دوام بتن  
نفوذپذیری بتن، عوامل مؤثر بر میزان نفوذپذیری، اندازه‌گیری میزان نفوذ، خرابیهای شیمیایی بتن، حمله سولفاتها و روشهای پیشگیری، حمله کلرورها و روشهای پیشگیری، کربناتاسیون و عوامل مؤثر بر میزان آن، پیشگیری خرابی کربناتاسیون مکانیزم خوردگی فولاد در بتن، روشهای پیشگیری خوردگی آرماتور، واکنش قلیایی دانه‌ها و روشهای پیشگیری از سرطان بتن، اثرات سایش و فرسایش و خلاءزایی بر بتن، روشهای مقابله با خرابیهای مکانیکی، شوره‌زدگی و علل آن بخزدگی و خرابی بتن در اثر سیکلهای یخ‌زدن و آب شدن، خواص بتن با حباب هوا در مقایسه با یخ‌زدگی
- ۸ - روشهای مختلف کاربرد بتن  
بتن‌ریزی در شرایط ویژه، بتن‌ریزی در هوای گرم، بتن‌ریزی در هوای سرد، بتن آماده، پمپ نمودن بتن، پاشیدن بتن، بتن‌ریزی در زیر آب.
- ۹ - بتن‌های جدید  
بتن‌های پلیمری، بتن‌های با الیاف فولادی و پلیمری، بتن گوگردی، بتن غلطکی، بتن فروشیمیایی، بتن‌های سبک، بتن‌های سنگین، بتن با مقاومت بسیار بالا بتن پلاستیک
- ۱۰ - بتن حجیم  
مسائل حرارتی، محاسبات حرارت، سیستم‌های کاهش دما، روشهای پیش و پس سرد کردن





## اصول طراحی سازه‌های دریایی

تعداد: ۳

هدف: آشنایی با نکات طراحی سازه‌های مختلف دریایی

سرفصل درس:

- ۱- آشنایی کلی با انواع سازه‌های دریایی
- ۲- بررسی مسایل جانمایی سازه‌های دریایی و ارائه طرح تفصیلی
- ۳- بررسی اولیه کلیه نیروهای وارد بر سازه دریایی مورد نظر و مطالعه مسائل ژئوتکنیک و پی
- ۴- طراحی انواع اسکله‌ها (صندوقه - شمع و عرشه - شناور ...)
- ۵- طراحی انواع موج شکن‌ها (سنگریزه‌ای، بتنی، شناور، مختلط و...)
- ۶- طراحی انواع سکوها (ثابت فلزی، وزنی بتنی، شناور، مختلط و...)
- ۷- طراحی مخازن و لوله‌های زیر دریا
- ۸- طراحی سازه‌های کوچک دریایی (بویه‌های مختلف، فانوس‌ها و...)
- ۹- آشنایی با طراحی شناورها
- ۱۰- بررسی مسئله خستگی در سازه‌های دریایی و توجه به آن در طراحی
- ۱۱- حفاظت و نگهداری و تعمیر در سازه‌های دریایی
- ۱۲- نوع مصالح مصرفی و انتخاب آنها



## مکانیک سنگ

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: مکانیک محیطهای پیوسته

سرفصل درس:

- ۱- مکانیزم شکست و خرابی سنگ‌های بکر:
  - منحنی کامل تنش- کرنش
  - رفتار شکنندگی و خمیری در سنگ‌ها
  - کاربرد منحنی کامل تنش- کرنش در پیش‌بینی رفتاری سنگ
  - انواع شکست‌ها که در عمل و در صحرا برای سنگ‌ها و توده‌های سنگی پیش می‌آید:
    - شکست برشی، شکست کششی، شکست خمشی و فشاری.
- ۲- آزمایش‌های بررسی خواص مکانیکی سنگ‌ها:
  - روش نمونه‌گیری و آماده‌کردن نمونه‌ها، مقاومت کششی، مقاومت فشاری تک محوری، آزمایش خمشی (مدول گسیختگی)، مقاومت برشی، آزمایش سه محوری و مقاومت برشی، ثابت‌های رفتاری سنگ‌ها و تعیین آنها در آزمایشگاه، آزمایش‌های خزشی، آزمایش بار نقطه‌ای، آزمایش دوام در مقابل هوازدگی، اهمیت آزمایش‌ها و نقاط قوت و ضعف آنها
- ۳- عواملی که بر پاسخ سنگ در طول آزمایش و بارگذاری اثر می‌گذارند:
  - تأثیر شرایط انتهایی
  - تأثیر دستگاه آزمایش بر خواص مکانیکی
  - دستگاه خودکنترل
- ۴- شکست پایدار و ناپایدار در فرآیند شکست سنگ‌ها
  - مقاومت سنگ، معیارهای خرابی و شکست سنگ‌ها:
  - معیار گریفیت، معیار ترسکا، معیار ون مسیز، بیناوسکی، معیار هوک و براون و کاربردهای آنها در تحلیل رفتاری توده‌های سنگی، رفتار تابع زمان سنگ‌ها، اثر رطوبت و فشار منفذی بر مقاومت سنگ‌ها
- ۵- وضعیت تنش در جا در سنگ و ارزیابی تغییر شکل‌ها:
  - خصوصیات تنش در سنگ قبل از دست‌خوردگی
  - عواملی که وضعیت تنش در جا در سنگ را تحت تأثیر قرار می‌دهند.
  - روش‌های تعیین اندازه‌گیری تنش در سنگ
  - نتایج اندازه‌گیری‌ها و روش‌های تحلیلی آنها
  - آزمایش‌های در جا برای اندازه‌گیری تغییر شکل‌پذیری در سنگ‌ها
  - آزمایش صفحه باربری
  - آزمایش‌های تعیین مدول یانگ و مدول تغییر شکل توده‌های سنگی
- ۶- مقاومت برشی سنگ‌ها:
  - مقاومت برشی ناپیوستگی‌های سطح
  - اثر آب در مقاومت برشی
  - اثر زبری سطح ناپیوستگی بر مقاومت برشی
  - تخمین مقاومت برشی سنگ و زاویه اصطکاک
  - مقاومت برشی توده‌های سنگی
- ۷- کاربرد مکانیک سنگ در پایداری شیروانی‌های سنگی، مکانیک شکست شیروانی، شکست صفحه‌ای، شکست گوه‌ای، شکست دایره‌ای
- ۸- کاربرد مکانیک سنگ در مهندسی پی (مشکلات پی‌های سنگی و نقش ناپیوستگی‌ها در آنها)



## زمین شناسی مهندسی پیشرفته

تعداد واحد: ۲

هدف: به کارگیری اصول و روشهای زمین شناسی به منظور اکتشاف ژئوتکنیکی زمین جهت احداث سازه های مهندسی مختلف

سرفصل درس:

- ۱- شناساییهای سطحی: آشنایی با کاربردها و نحوه کسب اطلاعات از نقشه های توپوگرافی، تصاویر ماهواره ای، عکسهای هوایی، نقشه های زمین شناسی، نقشه های آب شناسی و...
- ب) عملیات شناسایی صحرائی و برداشت زمین شناسی  
ج) آشنایی با کاربردها و نحوه تهیه انواع نقشه های زمین شناسی مهندسی
- ۲- اکتشافات زیرزمینی: آشنایی عمومی با روشهای ژئوفیزیکی مسائل لرزه نگاری، مقاومت مخصوص، گرانی سنجی و...  
ب) حفاری و برداشت چاهک، ترانشه، گمانه و تونل  
ج) طراحی شبکه اکتشافات زیر زمینی
- ۳- نمونه گیریهای ژئوتکنیکی:  
الف) انواع و مشخصات نمونه ها  
ب) انواع نمونه گیریها  
ج) روشهای نمونه گیری در سنگ و خاک و در دریا و خشکی.
- ۴- پردازش داده های ژئوتکنیکی:  
الف) تعیین وضعیت لایه ها و رسم نیمرخها  
ب) روش تهیه و کاربرد نقشه های ساختاری و نمودارهای سه بعدی  
ج) تحلیل اطلاعات توسط تصاویر استریوگرافیک  
د) تدوین مطالب و تهیه گزارش ژئوتکنیکی
- ۵- عملیات اکتشافی ویژه: جهت سازه هایی چون راه، تونلها و فضاهای زیر زمینی، دامنه های ناپایدار، سد و مخزن و...
- ۶- بازدید صحرائی

## مهندسی سواحل



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: مبانی هیدرولیک دریا

سرفصل درس:

- ۱- مسائل مربوط به آب دریا (فیزیکی - شیمیایی - بیولوژی)
- ۲- اصول حرکت توده‌های عظیم آب، امواج، دریا لرزه‌ها - جزر و مد - جریانهای اقیانوسی
- ۳- مسائل مربوط به فرسایش و جابجایی رسوبات در سواحل، مصب‌های رودخانه‌ها
- ۴- تئوری بوجود آمدن پلاژها و رژیمهای سواحل
- ۵- سازه‌های جلوگیری از فرسایش، آب شکن‌ها، موج شکنها، سپرهای فلزی....
- ۶- مسائل مربوط به خورندگی سازه‌ها در دریا و کنار دریا
- ۷- مطالعات مربوط به ژئوتکنیک، توپوگرافی و هیدروگرافی ساحل
- ۸- آشنایی با بندر و تأسیسات بندری

## مهندسی پی پیشرفته



تعداد واحد: ۳

سرفصل درس:

- ۱- آزمایشگاههای صحرایی - کاربرد نتایج این آزمایشها در طراحی پی های سطحی و عمیق
- ۲- پی های عمیق
  - \* بررسی رفتار یک شمع در خاک های مختلف - اثر گروه
  - \* توزیع بار بین گروه شمع تحت بار محوری
  - \* شمع تحت فشار جانبی - بررسی رفتار تک شمع و گروه شمع
  - \* توزیع بار بین گروه شمع تحت فشار جانبی
- ۳- سپرهای فلزی
- ۴- دیوارهای جداکننده بتنی در خاک - مهارها
- ۵- خاک مسلح
- ۶- روشهای اصلاح خواص خاک
- ۷- بررسی مسائل خاص در طراحی پی ها



## بهینه‌سازی در مهندسی عمران

تعداد واحد: ۲  
پیشنیاز: اجزاء محدود

سرفصل درس:

۱- مقدمه:

- ۱-۱- مسئله بهینه‌سازی سازه‌ها و پارامترهای مؤثر در آن
- ۱-۲- تاریخچه و روشهای کلی حل مسئله بهینه‌سازی
- ۱-۳- کاربردهای مهم بهینه‌سازی

۲- برنامه‌ریزی مسائل بهینه‌سازی:

- ۲-۱- روشهای حل مسئله بهینه خطی
- ۲-۲- روشهای حل مسئله بهینه بدون قید
- ۲-۳- روشهای حل مسئله مقید با قیود خطی
- ۲-۴- روشهای تبدیلی و جایگزینی و حل مسائل پیاپی
- ۲-۵- روشهای پیشرفته حل مسائل بهینه خطی
- ۳- طرح بهینه اعضای فلزی، بتنی و پیش تنیده
- ۴- فرمولاسیون آنالیز مناسب با طرح بهینه با روش سختی و نرمی
- ۵- آنالیز حساسیت در سازه‌های الاستیک
- ۶- آنالیز و طراحی حدی قابهای خمشی فلزی یا بتن آرمه
- ۷- فرمولاسیون طراحی بهینه سازه‌های خرابایی
- ۸- فرمولاسیون طراحی بهینه سازه‌های سه بعدی، دکل‌ها و پوسته‌ها
- ۹- پروژه برنامه‌نویسی مناسب

## اصول مهندسی بنادر



تعداد واحد: ۳

هدف: آشنایی با اصول فنی و کاربردی بنادر

سرفصل درس:

- ۱- اهمیت احداث بنادر و انواع آن
- ۲- طرح ریزی احداث یک بندر
- ۳- جانمایی بنادر و عوامل مؤثر
- ۴- ابنیه و تجهیزات بندری و کاربرد آنها (اجزاء کلی یک بندر)
- ۵- اصول جانمایی اسکله‌ها و انواع آنها و نکات طراحی
- ۶- اصول جانمایی موج شکن‌ها و انواع آنها و نکات طراحی
- ۷- اشاره به نیروهای ناشی از پدیده‌های دریایی (امواج، جریانها و ...)
- ۸- چگونگی بهره‌برداری از یک بندر و عوامل مؤثر
- ۹- بررسی مسأله هیدرولیک رسوب در بنادر
- ۱۰- مسائل کلی مربوط به ناوبری و علائم مربوط



## مهندسی تونل

تعداد واحد: ۲

سرفصل درس:

- ۱- تاریخچه مهندسی تونل و ملاحظات برنامه ریزی
  - تاریخچه تونل سازی
  - انواع تونل ها
  - مشکلات طراحی
  - مراحل طراحی
- ۲- ساختار توده سنگ و جمع آوری اطلاعات زمین شناسی
  - انواع اصلی عوارض ساختاری
  - خواص مهم ژئومکانیکی ناپیوستگی ها
  - روش های جمع آوری اطلاعات زمین شناسی
  - تحلیل اطلاعات زمین شناسی
- ۳- طبقه بندی توده های سنگی
  - مفاهیم مربوط به طبقه بندی سنگ ها و ضرورت آن
  - طبقه بندی بار سنگ ترواکی
  - طبقه بندی استینی و لوفر
  - طبقه بندی RSR
  - طبقه بندی RMR
  - طبقه بندی Q - سیستم
- ۴- ارزیابی سیستم های طبقه بندی توده های سنگی
  - تحلیل تنش ها در اطراف حفاری ها و تونل ها
  - توزیع تنش ها در اطراف حفره های منفرد
  - روابط توزیع تنش ها در تونل های دایره ای
  - حوزه تحت نفوذ تونل (پس از حفاری)
  - مشکل مقطع تونل در توزیع تنش ها بر جدار تونل
  - فشار سنگ و اندازه گیری آن
- ۵- طراحی سیستم های حائل و تقویت تونل ها
  - اصول حائل بندی و تقویت تونل ها
  - حائل های مجرد برای پایداری گوه ها و بلوک های در معرض سقوط و لغزش
  - تحلیل اندرکنش حائل - سنگ
  - استفاده از سیستم های طبقه بندی سنگ ها در تخمین حائل مورد نیاز
  - روش های نظری و تحلیلی پیش بینی حائل مورد نیاز تونل ها
- ۶- سنگ دوزها (میل مهار)، شاتکریت و مش
  - انواع سیستم های میل مهار و سنگ دوزها
  - نصب سنگ دوزها
  - شبکه های سیمی (مش)
  - شاتکریت و خواص مهندسی آن
  - شاتکریت مسلح و روش پاشیدن



## آبهای زیر زمینی



تعداد واحد: ۳

سرفصل درس:

- ۱- تخلخل و آبدهی
- ۲- ضریب ذخیره - فرضیات دوپونی و فورچی هایمر (Forchehiemer) معادله لاپلاس
- ۳- محاسبه سطح تراوش - معادلات جریان در لایه آبدار آزاد و تحت فشار همگام و غیر همگام معادلات جریان در مورد یک چاه ناقص - معادلات جریان در یک لایه تحت فشار تراوش کننده
- ۴- روش Hantush - روش Jacob
- ۵- آرایش جبران افت
- ۶- تئوری تصویر در چاهها - تداخل چاهها - افت چاهها - طرح محاسبه فیلتر چاهها



## هیدرولوژی مهندسی پیشرفته

تعداد واحد: ۳

سرفصل درس:

- ۱- اصول اولیه در هیدرولوژی - حوزه آبریز، فیزیوگرافی و خصوصیات حوزه آبریز
- ۲- بارندگی - اصول و میانی هواشناسی، ایستگاههای بارانسنج، تحلیل نقطه‌ای و منطقه‌ای باران، منحنی‌های IDF, DAD روشهای برآورد بارندگی طراحی، روشهای آماری در برآورد حداکثر بارش محتمل (PMP)
- ۳- اندازه‌گیری جریان
- ۴- رواناب - عوامل مؤثر در ایجاد رواناب، گیرشهای هیدرولوژیک، نفوذ، تبخیر و تعرق، جریان زیرزمینی
- ۵- روابط تجربی بین بارش و رواناب، دبی پیک و روشهای برآورد دبی پیک طراحی
- ۶- هیدروگراف - اجزاء هیدروگراف سیل، روشهای تحلیل هیدروگراف سیل، هیدروگراف واحد، هیدروگراف واحد لحظه‌ای، هیدروگراف واحد مصنوعی، روش SCS و سایر روشها برای برآورد رواناب
- ۷- روندیابی رودخانه و مخزن - روشهای روندیابی هیدرولوژیک و هیدرولیکی
- ۸- هیدرولوژی برف  
فرآیند ذوب برف  
نقش ذوب برف در جریان رودخانه  
روشهای تحلیل ذوب برف
- ۹- رسوبگذاری در مخزن
- ۱۰- روشهای طراحی هیدرولوژیک - هیدروگراف طراحی، بارش طراحی



## روشهای عددی در مهندسی آب

تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: هیدرولیک پیشرفته

هدف: آشنایی با روشهای عددی در سیالات و هیدرولیک

سرفصل درس:

### ۱- معادلات حاکم در هیدرولیک:

معادله پیوستگی، معادله منتوم (در حالت جریان لایه‌ای و مغشوش) تنشهای رینولدز - تقریب Boussinesq، معادله ناویر استوکس (N - S) - معادلات بصورت متوسط شده روی (Depth - Averaged)

### ۲- فرم کلی معادلات دیفرانسیل جزئی:

(P.D.E) تقسیم‌بندی P.D.E (بیضی‌گونه، سهمی‌گونه، هذلولی‌گونه)، معادلات لاپلاس، معادله حرارت (Diffusion Eq)، معادله موج.

### ۳- روشهای عددی جهت حل P.D.E:

روش تفاضلهای محدود (Finite Difference Method)

مبانی روش المانهای محدود (Finite Elements Method)

روش Characteristic، معرفی روش حجم محدود (Finite - Volume Method)

مقایسه این روشها، روش المان مرزی (Boundary Element Method)

### ۴- کاربرد روش تفاضلهای محدود در هیدرولیک:

روش Explicit، روش Implicit، روش Crank Nicolson روش A.D.I حل مسائل

جریان دائم و غیر دائم در کانالهای باز، انتقال موج، محاسبه منحنی پس آب

(Backwater Curve) حل مسئله شکست سد، ضربه موج.



## مهندسی رودخانه

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: هیدرولیک پیشرفته

### سرفصل درس:

- ۱- آشنایی با معادلات جریان‌های سطح آزاد با مرزهای صلب
- ۲- تئوری جریان در مجراهای آب‌رقتی
- ۳- هیدرولیک جزر و مد در رودخانه‌ها و مصب‌ها
- ۴- اثرات کارهای مهندسی بر مصب‌های جزر و مدی
- ۵- تنظیم سیل و هدایت رودخانه
- ۶- طراحی هیدرولیکی راه‌های آبی میان زمینی و آب‌نیه وابسته
- ۷- طرح و محاسبه بناهای حفاظی در مقابل سیل و فرسایش
- ۸- استفاده از مدل‌ها در کارهای رودخانه‌ای
- ۹- روشهای انحراف رودخانه جهت اجرای ساختمان
- ۱۰- مکانیسم حمل مواد رسوبی در رودخانه
- ۱۱- رسوبگذاری در مخازن



## دینامیک سیالات پیشرفته

تعداد واحد: ۳

هدف: آشنا ساختن دانشجویان با مفاهیم اصلی دینامیک سیالات، جریان سیال لزج، لایه مرزی.

### سرفصل درس:

- ۱- معرفی و یادآوری اصول اولیه و سینماتیک - تعریف دینامیک سیالات - پیوستگی در سیال نیوتونی، مقادیر اسکالر، برداری و تانسوری، نیروی سطحی و حجمی، تنش در یک نقطه، تنش در سیال غیر لزج و در سیال لزج، خواص تنش، گرادیان فشار، میدان سرعت، دیدگاه اوپلری و دیدگاه لاگرانژی، شتاب ذره‌ای از سیال، جریان غیر چرخشی، رابطه غیر چرخشی ولزجت، جریان یک، دو و چند بعدی، تعریف جریان دائمی، یکنواخت، غیر قابل تراکم و چرخشی، کرنشی (تغییر شکل) و نرخ کرنش زاویه‌ای در سیال.
- ۲- فرم دیفرانسیلی قوانین جریان - پیوستگی، مایع تحت شتاب ثابت، روابط اوپلر و انتگرال معادلات اوپلر در جریان غیر چرخشی (روابط برنولی در میدان جریان) قانون دوم نیوتون برای جریان.
- ۳- جریان کلی سیال لزج - معرفی حرکت (جابجایی، چرخشی)، تغییر شکل، نرخ کرنشی (رابطه تنش و نرخ کرنشی) قوانین لزجت استوک، معادلات ناویراستوک برای جریان لایه‌ای غیر قابل تراکم، جریان موازی، جریان دوبعدی لایه‌ای بین دو صفحه، جریان لایه روی سطح شیب‌دار - جریان لایه‌ای در لوله جریان باریئولذرکم اطراف کره، ساده شدن معادلات ناویراستوک برای یک قشر بسیار نازک، جریان مغشوش، متوسط زمانی برای جریان مغشوش، معادلات ناویراستوک برای مقادیر متوسط زمانی، تنش ظاهری، لزجت گرده‌ای (Eddy Viscosity)، مدل اغتشاش، طول اختلاط پراتدل.



## مبانی هیدرولیک دریا

تعداد واحد: ۳

هدف: بحث پیرامون مبانی رفتاری آب دریا در اثر پدیده‌های مختلف و نیروی‌های حاصل از آنها

### سرفصل درس:

- ۱- بقای اندازه حرکت و بقای جرم در هیدرودینامیک
- ۲- تعیین معادلات لاپلاس و توابع پتانسیل سرعت و جریان
- ۳- معادله کلی امواج و حل آنها با در نظر گرفتن شرایط مختلف مرزی
- ۴- تئوری امواج خطی (ایری) و برآورد سرعت و شتاب ذرات آب
- ۵- تئوری امواج استوکس از مرتبه‌های مختلف
- ۶- پدیده‌های مختلف امواج (انعکاس، تفرق، شکست و...)
- ۷- تعیین نیروهای ناشی از امواج وارد بر سازه‌های لاغر
- ۸- برآورد نیروهای ناشی از امواج وارد بر سازه‌های حجیم در حالت‌های مختلف
- ۹- چگونگی تعیین مشخصات موج طرح
- ۱۰- نیروهای ناشی از پدیده‌های دریایی (باد، جریان، جزر و مد، زلزله و...)