



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

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

دوره کارشناسی ارشد مهندسی آب

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 مهندسی آب



کمیته تخصصی:  
گرایش:  
کد رشته:

گروه: فنی و مهندسی  
رشته: مهندسی آب  
دوره: کارشناسی ارشد

شورای عالی برنامه ریزی در سیصد و شصت و هفتمین جلسه مورخ ۱۳۷۷/۱۰/۶ بر اساس طرح دوره کارشناسی ارشد مهندسی آب 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 می دارد:

**ماده ۱)** برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی آب از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند لازم الاجرا است.

**الف:** دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت فرهنگ و آموزش عالی اداره می شوند.  
**ب:** مؤسساتی که با اجازه رسمی وزارت فرهنگ و آموزش عالی و بر اساس قوانین، تأسیس می شوند و بنابراین تابع مصوبات شورای عالی برنامه ریزی می باشند.

**ج:** مؤسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل می شوند 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 می شوند لازم الاجرا است.

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

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

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

(۲) این برنامه از تاریخ تصویب قابل اجرا است

رأی صادره سیصد و هفتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۷/۱۰/۶ در  
مورد برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی آب صحیح است، به مورد اجرا گذاشته شود.



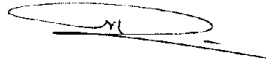
دکتر مصطفی معین

وزیر فرهنگ و آموزش عالی



مورد تأیید است.

دکتر علیرضا رهایی  
رئیس گروه فنی و مهندسی



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

دکتر سیدمحمد کاظم نائینی



دبیر شورای عالی برنامه ریزی



بسم الله الرحمن الرحيم

## فصل اول

### مشخصات دوره کارشناسی ارشد مهندسی آب

#### ۱- تعریف و هدف :

کارشناسی ارشد مهندسی آب یکی از رشته‌های اصلی مهندسی عمران می‌باشد و مجموعه ایست آموزشی پژوهشی با تاکید بر روی آموزش مرکب از تعدادی درس نظری کاربردی و آزمایشگاهی و برنامه تحقیقاتی در زمینه‌های مهندسی آب جهت افزایش اطلاعات کارشناسی نظیر کارشناسان مهندسی عمران ، مهندسی مکانیک ، مهندسی آبیاری و ایجاد زمینه کافی جهت درک و توسعه آنچه در مرزهای تکنیک در زمان حال در این رشته می‌گذرد . هدف دوره کارشناسی ارشد مهندسی آب تربیت متخصصانی است که بتوانند در زمینه‌های مختلف شناخت منابع و نیازهای آبی ، ذخیره و کنترل و انتقال ، انحراف و توزیع آب ، بهره‌برداری و مدیریت منابع آب و برنامه ریزی در سطوح بالا برای سیاستهای آب مملکت در مراحل مختلف طراحی ، نظارت ، مدیریت و اجرای پروژه‌های آبی کار آشنی داشته باشند که این امر با تاکید بر یکی از گرایشهای اصلی مهندسی آب نظیر هیدرولیک ، هیدرولوژی ، مدیریت منابع آب می‌باشد .

#### ۲- نقش و توانایی :

- فارغ التحصیلان این مجموعه زمینه‌های فنی لازم برای برنامه ریزی طراحی و نظارت بر اجرای پروژه‌های مهندسی آب در ارگانها و سازمانهای زیر را خواهند داشت :
- الف - وزارتخانه‌ها و سازمانهای مسئول برنامه ریزی ، طراحی و اجرای پروژه‌هایی در زمینه مهندسی آب نظیر پروژه‌های آبرسانی ، سدسازی ، منابع آب ، مهندسی رودخانه و سایر پروژه‌های آبی مملکت .
- ب - مهندسین مشاور و شرکت‌های مجری طرحهای مهندسی آب در کلیه گرایشهای ذکر شده .
- ج - همکاری با سازمانها و شرکت‌های دولتی منطقه‌ای در مورد پروژه‌های آبی .



### ۳- ضرورت و اهمیت :

آب زیر بنای پیشرفت هر جامعه در کلیه زمینه‌ها اعم از صنعت ، کشاورزی ، بهداشت و غیره می‌باشد لذا تامین آب برای مصارفی چون کشاورزی ، شهری ، روستائی ، صنعتی و دیگر مسائل مبتلا به ضرورت حیاتی دارد نظر باینکه کمبود کارشناسان ارشد در موارد مختلف زمینه های آب کاملاً " در سطح جامعه احساس می‌شود و همچنین با برنامه ریزها و سرمایه‌گذارهای عظیمی که احتیاج می‌باشد تا زمینه‌های استفاده بهینه از آب در سطح مملکت کسه بعنوان يك منطقه كم آب در جهان شناخته شده است انجام پذیرد لذا این دوره کارشناسی ارشد بصورت جامع همراه با سه گرایش اصلی هیدرولیک ، هیدرولوژی و مدیریت و برنامه ریزی منابع آب تهیه گشته است که در ابتدا چند واحد بصورت اجباری ارائه می‌گردد و برای واحدهای اختیاری دانشجوی می‌تواند در یکی از سه گرایش اصلی این رشته واحدها را گذرانده و تخصص پیدا کرده و پروژه خود را نیز در آن زمینه بگذراند . چنانچه در آینده امکانات دانشگاهها در زمینه‌های مختلف مهندسی آب تقویت یابد هر يك از سه گرایش فوق می‌تواند بصورت مجزا به يك دوره کارشناسی ارشد تبدیل گردد .

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

این دوره می‌تواند مکملی برای دوره های دیگر کارشناسی ارشد عمران باشد که تاکنون به اینصورت و با این واحدهای درسی اجرا نشده و مشابهی ندارد .

### شرایط پذیرش دانشجوی :

دانشجویان این مجموعه از طریق آزمون ورودی و از بین کارشناسان مهندسی عمران ( عمران - آب ) ، مهندسی مکانیک ( حرارت و سیالات ) ، مهندسی کشاورزی ( آبیاری ) انتخاب می‌شوند .

### عطول دوره و شکل نظام :

طول مدت لازم برای اتمام این دوره ۳ سال می‌باشد . حداقلاً و حداکثر مدت مجاز برای اتمام این دوره مطابق آئین نامه دوره کارشناسی ارشد وزارت فرهنگ و آموزش عالی می‌باشد . نظام آموزشی آن واحدی است و دروس نظری و سمینار و پایان نامه در نیمسال ارائه می‌شوند . مدت تدریس

- هر واحد مطابق با آئین نامه دوره کارشناسی ارشد وزارت فرهنگ و آموزش عالی می باشد.

**۷- تعداد واحدهای درسی و پژوهشی :**

تعداد واحدهای درسی و پژوهشی این دوره هماهنگ با بقیه دوره های کارشناسی ارشد ۳۲

واحد بشرح زیر می باشد :

۱- دروس اجباری	۱۵ واحد
۲- دروس اختیاری	۹ واحد
۳- سمینار	۲ واحد
۴- پروژه ( پایان نامه )	۶ واحد

۳۲ واحد

جمع



جدول دروس اصلی و تخصصی الزامی مهندسی آب

پیشنیاز یا زمان ارائه درس	ساعات		تعداد واحد	نام درس	کد درس
	نظری	عملی			
	۵۱	۵۱	۳	ریاضیات عالی مهندسی	۱
	۵۱	۵۱	۳	هیدرولیک پیشرفته	۲
	۵۱	۵۱	۳	هیدرولوژی مهندسی پیشرفته	۳
				دو درس از سه درس زیر: *	۴ و ۵
	۵۱	۵۱	۳	الف - روش‌های عددی در مهندسی آب	
	۵۱	۵۱	۳	ب - تحلیل سیستم‌های منابع آب ۱	
	۵۱	۵۱	۳	ج - هیدرو دینامیک	
			۱۵		جمع



\* : برنامه‌ریزی و تصمیم در ارائه این سه 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 مهندسی آب

پیشنیاز یا زمان ارائه درس	ساعات			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
		۵۱	۵۱	۳	هیدرودینامیک	۱
		۵۱	۵۱	۳	روش های عددی در مهندسی آب	۲
		۵۱	۵۱	۳	تحلیل سیستم های منابع آب ۱	۳
		۵۱	۵۱	۳	دینامیک سیالات پیشرفته	۴
		۵۱	۵۱	۳	مبانی هیدرولیک دریا	۵
		۳۴	۳۴	۲	مدل های هیدرولیکی	۶
		۵۱	۵۱	۳	طراحی هیدرولیکی سازه ها	۷
		۵۱	۵۱	۳	آبهای زیر زمینی	۸
		۳۴	۳۴	۲	مهندسی رودخانه	۹
		۵۱	۵۱	۳	روش اجزاء محدود	۱۰
		۳۴	۳۴	۲	نیروگاه آبی	۱۱
		۳۴	۳۴	۲	تحلیل سیستم های منابع آب ۲	۱۲
		۵۱	۵۱	۳	مدل های هیدرولوژیکی	۱۳
		۵۱	۵۱	۳	کنترل کیفیت منابع آب	۱۴
		۳۴	۳۴	۲	اکتشاف و استخراج منابع آب	۱۵
		۳۴	۳۴	۲	آمار و احتمالات پیشرفته	۱۶
		۵۱	۵۱	۳	مدل آبهای زیر زمینی	۱۷
		۳۴	۳۴	۲	مهندسی سواحل	۱۸
		۵۱	۵۱	۳	هیدرولیک محاسباتی	۱۹
		۳۴	۳۴	۲	مکانیک محیط های پیوسته	۲۰
		۳۴	۳۴	۲	تحقیق در عملیات	۲۱
		۳۴	۳۴	۲	اثرات زیست محیطی توسعه منابع آب	۲۲
		۵۱	۵۱	۳	مدل های ریاضی در هیدرولوژی	۲۳
		۵۱	۵۱	۳	اقتصاد پروژه های منابع آب	۲۴
		۵۱	۵۱	۳	مدل های سری زمانی در هیدرولوژی	۲۵
		۵۱	۵۱	۳	جریان کانالهای روباز	۲۶
		۳۴	۳۴	۲	روش های آماری در هیدرولوژی	۲۷
		۵۱	۵۱	۳	هیدرومتئورولوژی	۲۸
					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 پی‌هارمونیک 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 رابله - 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 - هواد در سازه‌های آبی و هوا رسانها (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 هوا رسانها برای کاهش حساسیت سازه

۴ - آبرستگی Scouring

- تئوری آبرستگی

- بررسی آبرستگی 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



## هیدرولوژی مهندسی پیشرفته

تعداد واحد: ۳

### سرفصل درس:

- ۱- اصول اولیه در هیدرولوژی - حوزه آبریز، فیزیوگرافی و خصوصیات حوزه آبریز
- ۲- بارندگی - اصول و مبانی 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، گبرشهای هیدرولوژیک، نفوذ، تبخیر و تعرق، جریان زیر زمینی
- 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 ممتوم (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) تقسیم بندی 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. حل مسائل

جریان دائم و غیر دائم در کانالهای باز، انتقال موج، محاسبه منحنی پس آب (Backwater Curve) حل مسئله شکست سد، ضربه موج.

## تحلیل سیستم‌های منابع آب ۱

تعداد واحد: ۳

سرفصل درس:

- ۱- اصول و میانی اولیه تحلیل سیستمها
- ۲- روش بهینه‌سازی کلاسیک و لاگرانژ
- ۳- برنامه‌ریزی خطی در منابع آب و آشنایی با نرم‌افزارهای رایج نظیر LINDO و LINGO
- ۴- الگوریتم سیمپلکس
- ۵- تحلیل حساسیت و مفهوم ثانویه
- ۶- برنامه‌ریزی غیرخطی تفکیک پذیر
- ۷- برنامه‌ریزی پویا (DP)
- ۸- GPM (روش مسیر بحرانی)
- ۹- روش تخصیص
- ۱۰- روشهای عدد دمی در برنامه‌ریزی غیر خطی
- ۱۱- روشهای تصمیم‌گیری خطی (LDR) در حالت معین

# در کلیه موارد کاربرد روشهای بهینه‌سازی در تحلیل سیستمهای منابع آب ارائه خواهد شد.



## 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 ایده‌آل 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 سرزیر
- 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 آیروفویل، نیروی برآدر آیروفویل 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 ایده‌آل و غیر چرخشی بودن جریان



## 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، گرادین فشار، میدان سرعت، دیدگاه اولری 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 اوایلر و انتگرال معادلات اوایلر 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 باریئولدرکم 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 پراندل.



## 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...)





## 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، آبستگ‌های 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



## 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- آبیگرها 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.



## 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



## 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 آب‌برقی
- 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 آب‌تپه 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



## 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 گسته
- 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 وزن‌دار گالرلکین
- ۸- برنامه‌نویسی کامپیوتری روش اجزای محدود
- ۹- مقدمه‌ای بر خمش صفحات و المان‌های محدود مربوط به آن



## نیروگاه آبی

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: هیدرو دینامیک - 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 فرانسیس 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



## تحلیل سیستم‌های منابع آب ۲

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: تحلیل سیستمهای منابع آب ۱

سرفصل درس:

- ۱- بهینه‌سازی کلاسیک شامل روشهای کان - تاکر
- ۲- روش گرادیان
- ۳- برنامه‌ریزی کوادراتیک (Quadratic Programming)
- ۴- برنامه‌ریزی آرمانی (Goal Programming)
- ۵- روشهای پیشرفته در برنامه‌ریزی CPM (مسیر بحرانی)
- ۶- برنامه‌ریزی اعداد صحیح (Integer Programming) و اعداد صحیح مختلط (Mixed I.P.)
- ۷- برنامه‌ریزی استوکاستیک پویا (SDP) و کاربرد آن در منابع آب
- ۸- روشهای تصمیم‌گیری خطی (LDR) در حالت احتمالی (S, S Q) و تلفیقی
- ۹- آشنایی با یکی از نرم‌افزارهای حل مسائل خطی و غیرخطی و اعداد صحیح نظیر

GAMS

\*: بدیهی است در کلیه موارد کاربرد روشها در تحلیل سیستمهای منابع آب ارائه خواهد شد.



## مدلهای هیدرولوژیکی

تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: هیدرولوژی پیشرفته

سرفصل درس:

۱- مقدمه:

سیکل هیدرولوژی و طرح آن - سیکل آبروی (Runoff Cycle)

روشهای معمولی مدلسازی

۲- اصول تجزیه و تحلیل سیستمها و سنتز نمودن آنها

(Principles of Systems Kualysis a Synthesis)

کلاس بندی عمومی سیستمها (توزیع پارامترها خطی بودن - مداومت جریان و شرایط حد - ثابت بودن - ارائه سیستمها بصورت تابعی و اپراتوری - جبر در سیستمها - سیستمهای خطی و غیر خطی)

۳- روشهای تجزیه و تحلیل عمومی

(Methods of General Analysis)

پارامترهای کلی - حالت معکوس مسئله - تجزیه و تحلیل سیستمهای خطی - تجزیه و

تحلیل عمومی غیر خطی - محدودیتها

۴- روشهای سنتز (Methods of Synthesis)

مدلهای تئوری - مدل Dawdy و Donnell - مدلهای مخلوط - مدل حوضه آبریز

استانفورد (Stanford) مدلهای دیگر (NOAA - TEXAS - HEC) - استفاده از

المانهای محدود در مدلهای هیدرولوژی - مدلهای حوزه آبریز شهری - مدلهای کیفیت آب

۵- ورودی مدلها

تغییرات دادههای مدل و خصوصیات آنها - رابطه موارد کلی و جزئی دادهها - پخش

محلی بارندگی روش جدید اندازه گیری و مدلسازی که در زمان و مکان تغییر بنماید.

۶- مشکلات مدلها

تجزیه و تحلیل اتروپی - بهینه سازی مدل و پارامترها

۷- نتایج





## کنترل کیفیت منابع آب

تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: هیدرولوژی پیشرفته، آبهای زیر زمینی

هدف: آشنایی با مبانی کنترل کیفیت منابع آب و تقلیل هزینه‌های مربوط به ساده‌سازی آن

سرفصل درس:

۱- اصول و مبانی شیمی آب

۲- تعاریف مربوط به کیفیت آب و بعد آن در منابع آب، سیکل هوازی و غیرهوازی، مفهوم (DO, COD, BOD) و روابط مربوطه، نقش اکسیژن و ازت بعنوان شاخصهای کیفیت آب

۳- سیستمهای مبادله کیفیت: تغییرات کیفیت حاصل از مصارف شهری، صنعتی و کشاورزی روابط آب مصرفی و میزان توسعه زمین با کیفیت منابع آب، معادلات انتقال جرم در رابطه با جریانات دائمی و غیر دائمی و یک بعدی و دوبعدی همراه با فرآیندهای اختلاط و دیفیوژن پیش‌بینی توزیع و انتشار آلانیدهای تخلیه شده به دریاچه‌ها و رودخانه‌ها، تداخل شوری در آب مخازن و دریاچه‌ها

۴- بررسی کیفیت آب مصب، مخازن و دریاچه‌ها: تغییرات فیزیکی و شیمیایی آب، لایه‌های حرارتی در مخازن و اثرات آنها بر کیفیت آب، برداشتهای انتخابی از مخازن، بررسی کیفیت آب مناطق ساحلی

۵- ضوابط استانداردهای کیفیت آب همراه با بررسی جنبه‌های مهندسی مدیریت کیفی منابع آب



## اکتشاف و استخراج منابع آب

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: هیدرو لوژی مهندسی پیشرفته، آبهای زیر زمینی

سرفصل درس:

- ۱- آشنایی با منابع قابل توسعه آب سطحی شامل رودخانه‌ها، مسیل‌ها و دریاچه‌های آب شیرین
- ۲- آشنایی با منابع قابل توسعه آب زیر زمینی شامل انواع سفره‌های آب در سازندهای آبرفتی، سازندهای سخت و نسیلی
- ۳- روشهای اکتشاف آبهای زیر زمینی شامل روشهای ژئوفیزیکی، ژئوتکنیکی، شناخت عوارض سطحی زمین، روشهای سنتی
- ۴- چگونگی برآورد ظرفیت بالقوه (پتانسیل) قابل توسعه منابع آب سطحی
- ۵- روشهای توسعه بهره‌برداری از منابع آب سطحی شامل:
  - الف- روشهای مستقیم آبیگری بدون سدسازی
  - ب- روشهای انحراف آب با سدسازی ولی بدون تنظیم جریان رودخانه
  - ج- روشهای انحراف آب با سدسازی ولی با تنظیم جریان رودخانه
  - د- انتقال بین حوزه‌ای
- ۶- آشنایی با بناهای انحراف و انتقال آب از منابع سطحی
- ۷- روشهای بهره‌برداری از منابع آب زیر زمینی شامل بهره‌برداری ثقلی تلمبه‌زنی
- ۸- جزئیات ساختمان چاههای بهره‌برداری از انواع سفره‌های آب زیر زمینی
- ۹- روشهای تلفیقی بهره‌برداری از منابع سطحی و زیر زمینی آب با تأکید بر تغذیه مصنوعی، پخش سیل و ذخیره‌سازی زیر زمینی
- ۱۰- معرفی مدلها ریاضی و نرم‌افزارهای متداول برای بهینه‌سازی بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب سطحی و زیر زمینی



## آمار و احتمالات پیشرفته

تعداد واحد: ۲

سرفصل درس:

۱ - مروری بر نظریه احتمال - متغیرهای تصادفی، تابع چگالی و توزیع یک بعدی و چند بعدی جدا و پیوسته - توزیعهای مهم جدا و پیوسته نظیر دو جمله‌ای، پواسن، هندسی، فوق هندسی دو جمله‌ای منفی، نمایی، نرمال، گاما، بتا، وایبل و سایر توزیعهای جدا و پیوسته مهم

۲ - سیستمهای صف و انواع آن - ویژگیها، ورود، حجم سیستم فرآیند ورود، رفتار و دیسپلین زمان سرویس و مکانیسم آن، حالت پایداری، رفتار سیستمهای صف در طولانی مدت زمان انتظار، سرویس، مطلوبیت و هزینه، رفتار در حالات پایداری با ورودیهای نامحدود مدلهای مارکوفی، صفهای تک سرویس، چند سرویسی و سایر حالات

۳ - مدل‌های ریاضی و آماری و شبیه‌سازی سیستمهای ترافیک - جمع‌آوری و اطلاعات توزیع تجربی، فرض برای توزیع نظری و برآورد پارامترها، آزمون نکویی برآزش برای هماهنگی توزیع نظری و تجربی، کای اسکور، کولموگروف و اسمیرنوف، سیستمهای پیچیده ترافیکی و رگرسیون خطی - چند متغیری و شبیه‌سازی آنها (تولید متغیرهای تصادفی با روشهای مختلف از توزیعهای مختلف نظیر یکنواخت، نمایی، نرمال، گاما و... در حالت‌های یک بعدی و دو بعدی و انطباق و کاربرد آنها برای شبیه‌سازی سیستمهای ترافیک و استفاده از نرم‌افزارهای کاربردی در این مورد)

۴ - کنترل کیفیت در سیستمهای ترافیک - سیستمهای سری و موازی و مختلط، مدل‌های خرابی سیستم، زمان خرابی سیستم، فرض‌های آماری برای کنترل کیفیت سیستم و تأمین نیاز و موجودی برای ثبات سیستم در حالات مختلف

۵ - روش‌های بهینه‌سازی در سیستمهای ترافیک - شهری، بین شهری، هوایی، دریایی، تلفن ...



## مدلهای آبهای زیر زمینی

تعداد واحد : ۳

پیشنیاز : آبهای زیر زمینی

سرفصل درس :

- ۱- وضعیت سیستم‌های هیدرولوژی و کاربرد آنها
- ۲- فیزیک جریانهای غیر همگام و تغییر شکل زمین
- ۳- کاپیلارینه و حالت اشباع - تغییر در حالت اشباع - جرم مخصوص مایعات
- ۴- تغییر حالت جریان - معادلات دیفرانسیلی - ظرفیت - ضریب ذخیره
- ۵- معادله حرکت - حرکت مایعات
- ۶- معادلات بدست آمده برای حالت جریان غیر همگام - پرسپکتیو متغییر
- ۷- فرآیند انتقال (ادوکشن Advection - دیفیوژن Diffusion و دیسپرزون Dispersion)
- ۸- ارتباط مایعات با مواد جامد - جذب - بارندگی - محلول
- ۹- معادلات انتقال امواج - شباهت با جریان حرارتی
- ۱۰- فلسفه اصلی روشهای عددی - انتگرال تفاوتهای محدود - فرمولهای فیزیکی اجزاء محدود
- ۱۱- فرمولهای ریاضی مدلهای اجزاء محدود
- ۱۲- غیر همگن - غیر خطی بودن
- ۱۳- تعریف مسئله - حل ماتریسها - برنامه‌های کامپیوتری



## 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 لوزه‌ها - 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





## 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 فوج (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 ناپرواسترکس و حل عددی آنها، تولید عددی گره‌ها، استفاده از سیستم مختصات انحنا دار این درس حتماً باید حداقل به اندازه یک واحد پروژه داشته باشد. پروژه می‌تواند توسعه برنامه‌های موجود یا جدید باشد و یا استفاده از برنامه‌های آماده.

## مکانیک محیط‌های پیوسته

تعداد واحد : ۲

هدف: آشنایی با اصول و نظریه‌های رفتاری محیط‌های پیوسته

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





## تحقیق در عملیات

تعداد واحد : ۲

هدف : آشنا ساختن دانشجویان با مدل‌های ریاضی در مسایل تصمیم‌گیری جهت استفاده بهینه از منابع و روشهای حل مدل‌های بهینه‌سازی

سرفصل درس :

- مدل سازی

مقدمه، طبقه‌بندی مدلها، فرموله کردن برنامه‌های خطی، طبقه‌بندی مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی

- برنامه‌ریزی خطی

روش سیمپلکس، برنامه‌های خطی با متغیرهای محدود شده، نمایش ماتریسی برنامه‌های خطی، روش سیمپلکس تجدید نظر شده.

- تجزیه و تحلیل حساسیت

شبه قیمت‌ها، هزینه‌های تقلیل یافته، تغییرات در ضرایب تابع هدف و مقادیر سمت راست، تغییرات همزمان در ضرایب، برنامه‌ریزی پارامتریک

- همزادی

تعریف مسأله همزاد، خواص همزادی، روش سیمپلکس همزاد، تفسیر هندسی و اقتصادی همزادی، کاربرد همزادی در نظریه بازی

- شبکه‌ها

طرح مسأله جریان در شبکه، مدل‌های خاص شبکه، روش سیمپلکس برای شبکه، روش‌های خاص برای حل مسایل شبکه

- برنامه‌ریزی با اعداد صحیح

مدل‌های برنامه‌ریزی با اعداد صحیح، فرموله‌سازی آنها، ارائه چند مثال و روش شاخه و کرانه

- برنامه‌ریزی در مقیاس بزرگ

مسایل با مقیاس بزرگ، روش تجزیه، روش تولید ستون



## اثرات زیست محیطی توسعه منابع آب



تعداد واحد : ۲

سرفصل درس:

- ۱- تحولات دهه‌های اخیر در خصوص نگرش به مسائل محیط زیست
- ۲- توسعه پایدار و منابع آب
- ۳- نگرش سیستمی در توسعه منابع آب
- ۴- اکوسیستم‌ها و اصول حاکم بر آنها
- ۵- اهداف توسعه منابع آب:
  - مصارف شهری
  - مصارف کشاورزی
  - مصارف صنعتی
  - مصارف خنک‌کننده‌ها
  - حمل و نقل آبی
  - حفظ محیط زیست طبیعی
  - پالایش طبیعی فاضلاب‌ها
  - بهره‌برداری تفریحی
- ۶- فعالیت‌های مهم توسعه منابع آب و اثرات زیست محیطی آنها
  - سدسازی
  - بهره‌برداری منابع طبیعی آبهای زیر زمینی
  - دفع لاینده‌ها در منابع طبیعی آبها (رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و دریاها)
- ۷- روش‌های ارزیابی زیست محیطی در مراحل، ساخت و بهره‌برداری توسعه منابع آب

## مدل‌های ریاضی در هیدرولوژی



تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: هیدرولوژی مهندسی پیشرفته یا هم‌زمان

سرفصل درس:

### ۱- مفهوم مدل و انواع آن

۲- مراحل تهیه مدل شامل تعریف، تحلیل حساسیت، کالیبره نمودن، تصدیق و کاربرد  
۳- مدل‌های شبیه‌سازی سیستم‌های مخزنی - شامل سیستم‌های تک مخزنی و ارائه

روش‌های کلی سیستم‌های چند مخزنی، تهیه مدل سیستم تک مخزنی

### ۴- مدل‌های حوزه آبریز

- تعریف کلیات مدل‌های حوزه آبریز

- تقسیم‌بندی مدل‌های حوزه آبریز نظیر مدل‌های موردی و متوالی، پارامتر یکجا و پارامتر گسترده و ...

- تشریح بخش‌های مدل شامل بارش، گیرش‌های هیدرولوژیک و رواناب

- بارش مشاهده‌ای و بارش طراحی، توزیع مکانی و زمانی بارش، استفاده از انواع

روش‌های رایج و تشریح نقشه‌های موجود در این ارتباط

- انواع گیرش‌های هیدرولوژیک بهمراه ارائه روابط جهت استفاده در یک مدل

- هیدروگراف خروجی در یک حوزه آبریز

- تلفیق هیدروگرافها و روندیابی رودخانه‌ای و مخزن

- روش زمان - سطح در روندیابی حوزه‌ای و تشریح روش کلارک

- روش‌های مورد استفاده در برنامه HEC-1 در ارتباط با روش زمان - سطح

### ۵- تشریح تهیه و نهایی‌سازی یک مدل حوزه آبریز شامل:

- تعریف و برنامه‌نویسی کامپیوتری و تهیه فلوچارت

- تحلیل حساسیت بر روی پارامترهای مدل

- کالیبراسیون مدل و تهیه و اجرای برنامه کامپیوتری با آمار مصنوعی و مشاهده‌ای

- صحت‌یابی و تصدیق مدل

### ۶- انواع مدل‌های حوزه آبریز

- شرح مختصری در مورد هر یک از مدل‌های رایج نظیر مدل استانورد،

TR-55, TR-20, ...

- تشریح مدل HEC-1 و توضیح روش‌های مورد استفاده در این مدل بهمراه حل یک با

چند مثال با استفاده از مدل HEC-1

## اقتصاد پروژه‌های منابع آب

تعداد واحد : ۳

سرفصل درس :

- ۱- کاربرد اقتصاد مهندسی
- ۲- کاربرد اقتصاد خرد
- ۳- اصول و مبانی ارزیابی اقتصادی پروژه‌های منابع آب
- ۴- مسائل خاص در ارزیابی اقتصادی
- ۵- جنبه‌های مالی
- ۶- روشها و دستورالعملهای بررسی اثرات محیط زیستی و اجتماعی پروژه‌ها
- ۷- مفاهیم اساسی در اکولوژی
- ۸- مفاهیم اساسی در بررسی اجتماعی
- ۹- ترکیب اهداف اقتصادی، محیط زیستی و اجتماعی در برنامه‌ریزی منابع آب



## مدل‌های سری زمانی در هیدرولوژی

تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: هیدرولوژی مهندسی پیشرفته

سرفصل درس:

- ۱- روشهای تولید اعداد تصادفی
- ۲- تحلیل سریهای زمانی هیدرولوژیک
- ۳- مدل‌های زنجیره مارکف
- ۴- روشهای اتورگرسیون (AR) شامل روشهای مارکف با توزیمهای مختلف
- ۵- روشهای ARMA
- ۶- پدیده هرست (Hurst) و روشهای حفظ آن
- ۷- مدل‌های فصلی و Disaggregation
- ۸- مدل‌های ARIMA فصلی و سالانه
- ۹- فیلتر کالمن (Kalman Filter)

کاربرد روشهای موفق در موارد زیر تشریح می‌گردد:

- ۱- طراحی مخزن
- ۲- تولید استوکاستیکی بارندگی و جریان رودخانه
- ۳- پیش‌بینی سریهای هیدرولوژیک
- ۴- ارزیابی گزینه‌های مختلف در طرحهای منابع آب



## جریان کانال‌های روباز

تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: هیدرولیک پیشرفته

سرفصل درس:

۱- مقدمه

تعریف جریان سطح آزاد، کانالهای طبیعی و مصنوعی، توزیع سرعت، ممتنم و انرزی در جریانهای سطح آزاد، جریانهای آرام و آشفته، جریانهای متغیر سریع و تدریجی، جریانهای دائمی و غیر دائمی و دبی کانالهای باز

۲- اصول و روش طراحی کانالهای پوششی و غیر پوششی

۳- رسوبگذاری و معادلات حاکم در جریانهای آزاد و روش‌های کنترل آن

۴- مدل‌های ریاضی و کاربرد آنها در بررسی میدان جریان در کانالها

۵- کانالهای مرکب، طرح و محاسبه ابعاد کانال و دبی سیل طرح

۶- سیستمهای انحراف، زهکشی و محافظت مجاری باز

۷- سازه‌های اندازه‌گیری و کنترل در کانالهای باز

۸- بازگذاری، پایداری، اشکال سازه‌ای و جزئیات سازه‌ای شامل فولاد گذاری و نوع

مصالح مصرفی

۹- آبشارها، انواع و طراحی آنها

۱۰- شوتها و روش‌های طراحی آنها

۱۱- سیستمهای زهکشی، انواع و طراحی آنها

۱۲- کالورت‌ها، آبگیرها و سرریزها، انواع و اصول واهی



## روش‌های آماری در هیدرولوژی

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: هیدرولوژی مهندسی پیشرفته

سرفصل درس:

- ۱- مروری بر احتمالات و متغیرهای تصادفی
- ۲- روشهای آماری در هیدرولوژی - توزیعهای احتمالی پیوسته و گسسته
- ۳- آنالیز فراوانی در هیدرولوژی شامل تحلیل منطقه‌ای سیلابها و روشهای مربوط به حوزه‌های آبریز بدون ایستگاه
- ۴- روشهای برازش، روش کای - اسکور، روش حداقل مربعات، روش کلموگراف - اسمیرنوف
- ۵- مدل‌های رگرسیون در هیدرولوژی  
- رگرسیون خطی ساده و مرکب و آزمونهای مربوطه  
- ضریب همبستگی و آزمونهای مربوطه
- ۶- همبستگی  
- همبستگی معمولی و همبستگی درونی، آزمونهای مربوط به همبستگی، همبستگی نگار و کاربرد آنها در هیدرولوژی
- ۷- تحلیل چند متغیره
- ۸- روشهای تصمیم در طراحی‌های هیدرولوژیک در شرایط عدم قطعیت



## هیدرومتئورولوژی



تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: روشهای آماری در هیدروولوژی

سرفصل درس:

### فصل اول: کلیات

بادآوری مفاهیم بنیادی، عناصر هواشناسی مؤثر در چرخه آب و چگونگی تأثیر آنها (تابش خورشید، دمای هوا و آب و خاک، رطوبت هوا و خاک، باد و غیره)

### فصل دوم: هیدرومتئورها

پارامترهای رطوبت هوا، میعان بخار آب در طبیعت، خلاصه‌ای از فیزیک ابر، ساز و کار تشکیل بارندگی و انواع آن (تگرگ، برف، باران، باران ریزه، رگبار و غیره)، تأثیر عناصر جغرافیایی و عوامل اقلیمی (طول، عرض، ارتفاع، دوری و نزدیکی از منبع تغذیه رطوبت و غیره) بر میزان و شدت بارندگی

### فصل سوم: تحلیل بارندگی در یک منطقه

عملیات ساختاری شبکه، سرند آماری داده‌ها، بازسازی داده‌های نادرست و برآورد داده‌های گم‌شده ایستگاههای شبکه، برآورد میانگین ماهانه و سالانه ایستگاهها (میانگین ایستگاهی)، بررسی و تعیین میزان تغییرات بارندگی بر حسب عناصر جغرافیایی و عوامل اقلیمی (طول، عرض، ارتفاع و غیره)، رسم خطوط همباران، برآورد میانگین ماهانه و فصلی و سالانه بارندگی در منطقه، برآورد بارندگی‌های ماهانه و فصلی و سالانه در سطوح احتمالی مختلف، تعیین بارندگی ایستگاهی و منطقه‌ای در دوره‌های خشک و تر، تحلیل شدت - مدت - فراوانی، تحلیل ارتفاع - مدت - سطح، میانی برآورد حداکثر بارندگی (P.M.P)

### فصل چهارم: بیان هیدروولوژی در یک منطقه یا حوزه آبریز

مؤلفه‌های تلف آبی، تبخیر حقیقی و ظرفیت تبخیر، تبخیر از سطوح مختلف (سطح مرطوب، سطح اشباع، سطح پوشیده از گیاه، سطح پوشیده از برف و غیره) روش‌های برآورد بیلان آبی در یک حوزه آبریز یا یک منطقه مشخص

### فصل پنجم: مسئله عملی مخصوص درباره مدل‌های مختلف مورد استفاده

در هیدرومتئولوژی و تازه‌های علمی این رشته