



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: آب زمین شناسی

گروه: علوم پایه

کمیته: علوم زمین



نسخه بازنگری شده مورخ ۹۴/۳/۱۷

مصوبه جلسه شماره ۲۵۵ مورخ ۱۳۷۲/۱/۲۲ شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

عنوان برنامه: کارشناسی ارشد آب زمین شناسی

- ۱- با استناد به آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی مصوب ۱۳۷۹، برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد رشته آب زمین شناسی پیشنهادی کمیته علوم زمین دریافت و مورد تأیید قرار گرفت.
- ۲- برنامه درسی بازنگری شده فوق از تاریخ ۹۴/۳/۱۷ جایگزین برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته آب شناسی مصوب جلسه شماره ۲۵۵ مورخ ۱۳۷۲/۱/۲۲ شورای عالی برنامه ریزی می شود.
- ۳- برنامه درسی مذکور از تاریخ ۹۴/۳/۱۷ برای تمامی دانشگاه ها و مؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند برای اجرا ابلاغ می شود.
- ۴- برنامه درسی مذکور برای دانشجویانی که بعد از تاریخ ۹۴/۳/۱۷ در دانشگاهها پذیرفته می شوند لازم الاجرا است.
- ۵- این برنامه درسی از تاریخ ۹۴/۳/۱۷ به مدت ۵ سال قابل اجراست و پس از آن قابل بازنگری است.

عبدالرحیم نوه ابراهیم



دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم تحقیقات و فناوری

مشخصات کلی، برنامه آموزشی و سرفصل دروس

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: آب‌زمین‌شناسی

گروه: علوم پایه



بهار ۱۳۹۳

فصل اول



به نام خدا

برنامه دوره کارشناسی ارشد آب‌زمین‌شناسی

مقدمه

دوره کارشناسی ارشد آب‌زمین‌شناسی یکی از رشته‌های تخصصی زمین‌شناسی است که مجموعه‌ای از دانشهای مربوط به این رشته را در بر می‌گیرد. این شاخه از علم زمین‌شناسی از اواسط قرن بیستم در دانشگاه‌های آمریکا و اروپا تدریس شد. پس از انقلاب فرهنگی در سال ۱۳۶۷ اولین دوره کارشناسی ارشد و در سال ۱۳۷۷ اولین دوره دکترای این رشته در کشور و در دانشگاه شیراز راه اندازی و اقدام به پذیرش دانشجو گردید. سابقه سرفصل درس‌های تدوین شده برای این گرایش به همان سال‌ها برمیگردد که آخرین نسخه اصلاح شده آن به سال ۱۳۷۲ در شورای عالی برنامه ریزی ثبت شده است. با توجه به نقش آب در کشاورزی و اهمیت مسائل مربوط به حفظ و حراست و بهره‌برداری از منابع آب و نیز با توجه به اهمیت منابع آب زیرزمینی و کارستی در تامین آب شرب شهری و روستایی، ضرورت و اهمیت این رشته در مقطع کارشناسی ارشد روشن می‌گردد. ایران با وسعت زیاد و آب و هوای معتدل نسبتاً خشک دارای منابع آب محدودی است که مدیریت آنها ایجاب می‌کند متخصصینی با پیش و آگاهی‌های کافی تربیت شوند تا از عهده این مهم برآیند.

داوطلبان این رشته علاوه بر دارا بودن شرایط عمومی دوره کارشناسی ارشد باید واجد شرایط اختصاصی دوره کارشناسی ارشد رشته‌های زمین‌شناسی بوده و فارغ‌التحصیل دوره کارشناسی زمین‌شناسی باشند. فارغ‌التحصیلان سایر رشته‌ها در سطح کارشناسی مانند مهندسی کشاورزی، آب و خاک و رشته‌های مشابه نیز می‌توانند داوطلب ورود به این رشته شوند. بدیهی است اینگونه داوطلبان پس از ورود به دوره کارشناسی ارشد آب‌زمین‌شناسی، ملزم به گذراندن دروس کمبود براساس آئین‌نامه کارشناسی ارشد و تشخیص کمیته تخصصی مربوطه هستند.



اهداف دوره

در دوره کارشناسی ارشد آب‌زمین‌شناسی، پذیرفته‌شدگان به مطالعه منشأ، حرکت آب در محیط متخلخل و سازندهای زمین شناختی و واکنشهای بین آب و محیط زمین شناختی می‌پردازند. هدف از ایجاد این دوره، تربیت متخصصینی است که با کسب دانش لازم در زمینه‌های مذکور بتوانند به پژوهش، برنامه‌ریزی، هدایت و مدیریت منابع آب زیرزمینی پرداخته و در صورت لزوم به تدریس در این رشته بپردازند.

مدت زمان رسمی گذراندن این دوره دو سال است، ولی در صورت لزوم و با ارائه دلایل توجیه‌کننده حداکثر یک نیم تحصیلی به طول این دوره اضافه می‌شود. شکل نظام نیمسال است و هر سال تحصیلی شامل دو نیمسال و هر نیمسال ۱۶ هفته است.

تواناییها، مهارتها و احراز مشاغل دانش‌آموختگان

فارغ‌التحصیلان این رشته می‌توانند در مراکز مختلف از جمله مراکز آموزشی و مؤسسات پژوهشی به عنوان مربی، و در وزارت نیرو، سازمان زمین‌شناسی، وزارت جهاد کشاورزی و شرکتهای مهندسی مشاور بعنوان مدیر فنی، برنامه‌ریز و سرپرست پروژه انجام وظیفه نمایند و در هریک از زمینه‌های زیر مسئولیت پذیرفته و نقش خود را ایفا کنند:

- برنامه‌ریزی و هدایت امور مطالعاتی و نظارت بر پروژه‌های مطالعاتی در زمینه آبهای زیرزمینی
- پژوهش در زمینه‌های مختلف آب و خاک
- تدریس دروس مربوط به آب‌زمین‌شناسی، آب‌شناسی آبهای سطحی و زیرزمینی در گروه‌های آموزشی زمین‌شناسی.

شرایط لازم برای اجرا

اجرای این رشته در دانشگاه‌هایی امکان‌پذیر است که حداقل دارای دو نیروی متخصص با درجه دکتری در رشته آب‌زمین‌شناسی بوده و تجهیزات مورد نیاز برای انجام اندازه‌گیری‌های پارامترهای رایج در آبهای سطحی و زیرزمینی را دارا باشند. وجود آزمایشگاه مستقل آب‌شناسی برای این منظور ضرورت دارد.

دروس دوره کارشناسی ارشد آب‌زمین‌شناسی

تعداد کل واحدهای درسی این دوره ۳۰ واحد به شرح زیر است:

| | |
|--------------------------|---------|
| الف) دروس کمبود و پیشیاز | ۵ واحد |
| ب) دروس الزامی | ۱۲ واحد |
| ج) دروس اختیاری | ۱۲ واحد |
| د) پایان نامه | ۶ واحد |



فصل دوم



جدول دروس کمبود

| کد | نام درس | تعداد واحد | ساعات | | |
|-----|-----------------|------------|-------|------|-----|
| | | | نظری | عملی | جمع |
| ۹۰۰ | ریاضیات تکمیلی | ۳ | ۴۸ | - | ۴۸ |
| ۹۰۱ | آمار و احتمالات | ۲ | ۳۲ | - | ۳۲ |

جدول دروس الزامی

| کد | نام درس | تعداد واحد | ساعات | | |
|-----|-------------------------|------------|-------|------|-----|
| | | | نظری | عملی | جمع |
| ۹۰۳ | آب‌زمین‌شناسی پیشرفته | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ |
| ۹۰۴ | آب‌شناسی کارست | ۳ | ۳۲ | ۳۲ | ۶۴ |
| ۹۰۵ | هیدرولیک آبهای زیرزمینی | ۳ | ۳۲ | ۳۲ | ۶۴ |
| ۹۰۶ | آب‌زمین‌شیمی | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ |
| ۹۰۷ | مدلسازی آبهای زیرزمینی | ۲ | ۳۲ | | ۳۲ |



جدول دروس اختیاری

| کد | نام درس | تعداد واحد | ساعات | |
|-----|---------------------------------------|------------|-------|------|
| | | | نظری | عملی |
| ۹۰۲ | آب شناسی پیشرفته ^۱ | ۲ | ۳۲ | ۳۲ |
| ۹۰۸ | ردیابها ^۲ | ۲ | ۳۲ | ۳۲ |
| ۹۰۹ | آلودگی آبهای زیرزمینی ^۳ | ۲ | ۳۲ | ۳۲ |
| ۹۱۰ | آب زمین شناسی سنگهای آذرین و دگرگونی | ۲ | ۳۲ | - |
| ۹۱۱ | آبهای زیرزمینی و مسائل ژئوتکنیکی | ۲ | ۳۲ | - |
| ۹۱۲ | مدیریت، برنامه ریزی و اقتصاد منابع آب | ۲ | ۳۲ | - |
| ۹۱۳ | هواشناسی و اقلیم شناسی | ۲ | ۳۲ | - |
| ۹۱۴ | آبرسانی | ۲ | ۳۲ | - |
| ۹۱۵ | تغذیه مصنوعی و سدهای زیرزمینی | ۲ | ۳۲ | - |
| ۹۱۶ | زمین ریخت شناسی کارست | ۲ | ۳۲ | - |
| ۹۱۷ | آب زمین شناسی کاربردی | ۲ | ۳۲ | - |
| ۹۱۸ | زمین فیزیک کاربردی پیشرفته | ۲ | ۳۲ | - |
| ۹۱۹ | بهره برداری از آبهای زیرزمینی | ۲ | ۳۲ | - |

دانشجو باید ۱۲ واحد دروس اختیاری از جدول فوق اخذ کند.

^۱اختیاری-الزامی



فصل سوم



| | | | | | |
|---------------------------|----------|----------|-------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | ✓ نظری | ✓ جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۳ | کد درس: ۹۰۰ |
| | عملی | | | | عنوان درس به فارسی: ریاضیات تکمیلی |
| | نظری | پایه | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | الزامی | | تعداد ساعت: ۴۸ | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | اختیاری | | | |
| عملی | | | عنوان درس به انگلیسی: Engineering mathematics | | |
| ■ ندارد | □ دارد | □ دارد | آموزش تکمیلی عملی: | □ سفر علمی | |
| □ آزمایشگاه | □ کارگاه | □ کارگاه | | □ سمینار | |



اهداف کلی درس:

بیان مباحث تکمیلی در ریاضیات

سرفصل یا رئوس مطالب:

فصل اول- سری و انتگرال فوریه: توابع متناوب، سری فوریه، همگرانی سری فوریه، توابع زوج و فرد، انتگرال فوریه
فصل دوم- اعداد مختلط و توابع تحلیلی
اعداد مختلط، شکل قطبی اعداد مختلط، ریشه اعداد مختلط، تابع مختلط، حد، پیوستگی و مشتق توابع، تابع تحلیلی، خواص
توابع تحلیلی، توابع مثلثاتی، هایپربولیک و لگاریتم مختلط.
فصل سوم: معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی
مفاهیم اولیه، شیوه حل انواع خاصی از معادلات دیفرانسیل جزئی، معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی مرتبه اول، شیوه
تفکیک متغیرها، روش حل دالامبر یا روش مشخصه، رده بندی و بررسی معادلات دیفرانسیل جزئی مرتبه دوم خطی، معادلات
دیفرانسیل با مشتقات جزئی خطی مرتبه دوم ناهمگن با ضرایب ثابت
فصل چهارم: انتگرالهای مختلط: انتگرال خطی در صفحه مختلط، خواص انتگرال خطی مختلط، قضیه انتگرال کوشی، فورمول
انتگرال کوشی، مشتقات یک تابع تحلیلی
فصل پنجم: سری توانی، تیلور و لورنت: سری توانی، سری تیلور، سری لورنت، نقاط تکین (منفرد)
فصل ششم: انتگرال به روش باقیمانده: باقیمانده، قضیه باقیمانده، محاسبه انتگرال های حقیقی
فصل هفتم: ماتریس، ماتریس دوگانه، دترمینانت، ماتریس ضرب، ماتریس جمع، ماتریس معکوس
فصل هشتم: برنامه ریزی خطی

روش ارزیابی:

| پروژه | ✓آزمون نهایی | ✓میان ترم | ارزشیابی مستمر |
|-------|--------------------|-----------|----------------|
| | ✓آزمون های نوشتاری | | |
| | عملکردی | | |

منابع:

۱. شیدفر، عیاد، ۱۳۸۶، ریاضیات مهندسی، انتشارات دالفک، ۲۷۲ص

۲. حاجی جمشیدی، ف.، ۱۳۸۹، ریاضی مهندسی، مرکز نشر جهش

1- Kreyszing, E. , 2011, Advanced Engineering Mathematics, John Wiley&Sons, 165 page

2- Blinder, S. M. 2013, Guide to Essential, 2nd edition, Elsevier, 320 page



| | | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------|----------------------|--------------------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | ✓ نظری | ✓ جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۰۱ عنوان درس به فارسی: آمار و احتمالات |
| | عملی | | | | |
| | نظری | پایه | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | الزامی | | تعداد ساعت: ۳۲ | عنوان درس به انگلیسی: Statistics and Probability |
| | عملی | | | | |
| | نظری | اختیاری | | | |
| | عملی | | | | |
| ندارد | دارد <input type="checkbox"/> | آموزش تکمیلی عملی: | | | |
| آزمایشگاه <input type="checkbox"/> | کارگاه <input type="checkbox"/> | سفر علمی <input type="checkbox"/> | | | |
| | سمینار <input type="checkbox"/> | | | | |



اهداف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم آمار و احتمال مهندسی و کاربرد در آب‌شناسی

سرفصل یا رئوس مطالب:

آمار توصیفی - آمار چیست، آمار توصیفی، جدولها و نمودارهای آماری، خلاصه نمودن داده‌ها در چند عدد، تمرین احتمال - احتمال، چند قانون احتمال، قواعد شمارش، مدل احتمال روی فضای نمونه نامتناهی، احتمال شرطی، حل تمرین متغیرهای تصادفی - مفهوم متغیر تصادفی، توزیع احتمالات گسسته، توزیع احتمالات پیوسته، توزیع احتمالات دو متغیره، توزیع احتمالات چند متغیره، حل تمرین برخی توزیع‌های احتمال - مقدمه، توزیع برنولی، توزیع دو جمله‌ای، توزیع فوق هندسی، توزیع بواسون، توزیع دو جمله‌ای منفی، توزیع یکنواخت گسسته، توزیع یکنواخت پیوسته، توزیع نمایی، توزیع نرمال، حل تمرین توزیع‌های نمونه‌ای - نمونه تصادفی و توزیع نمونه‌ای، توزیع نمونه‌ای میانگین نمونه، توزیع نمونه‌ای واریانس نمونه، توزیع نمونه‌ای اختلاف میانگین‌ها، توزیع نمونه نسبت واریانس‌های نمونه، حل تمرین نظریه برآورد بای - استنباط آماری، برآورد پارامتر مجهول جمعیت، برآورد میانگین جمعیت، برآورد جمعیت، برآورد تفاضل میانگین دو جمعیت، برآورد نسبت واریانس دو جمعیت، حل تمرین آزمون‌های فرض‌های آماری - مفاهیم اولیه، آزمون‌های فرض‌های آماری روی پارامتر جمعیت، آزمون برازندگی، حل تمرین رگرسیون خطی و همبستگی - مقدمه، رگرسیون ساده خطی، استنباط آماری روی ضرایب رگرسیونی، ضریب همبستگی خطی، حل تمرین

روش ارزیابی:

| ارزشیابی مستمر | ✓ میان ترم | ✓ آزمون نهائی | پروژه |
|----------------|------------|---------------------|-------|
| | | ✓ آزمون های نوشتاری | |
| | | عملکردی | |

منابع:

۱. نعمت الهی، ن.، ۱۳۹۱، آمار و احتمالات مهندسی، انتشارات دالفک، ۳۳۷ص

1- Davis John C., 2010, Statistics and data analysis in geology, 3rd ed, John Wiley & Sons,.



| | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------|-------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۰۳ |
| | عملی | | | عنوان درس به فارسی: آب‌زمین‌شناسی پیشرفته | |
| | نظری | پایه | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری ✓ | ✓ الزامی | | تعداد ساعت: ۳۲ | |
| | عملی | اختیاری | | | |
| | نظری | | | | |
| عملی | | | | | |
| آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار | | | | عنوان درس به انگلیسی: Advanced hydrogeology | |
| ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه | | <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> کارگاه | | | |

اهداف کلی درس:

آشنائی با ویژگیهای آب‌زمین‌شناختی ایخوان، هیدرولیک چاه و تحلیل آزمون های پمپاژ، روش های بهره برداری آب زیرزمینی و حفاظت از چاههای آب



سرفصل یا رئوس مطالب:

بخش اول: ویژگیهای آب‌زمین‌شناختی ایخوان ها.

- ویژگیهای آب زمین شناسی رسوبات و سنگها، تاثیرات پدیده‌های زمین شناسی ساختاری و زمین‌ساختی، آب‌چینه‌نگاری، مقاطع آب‌زمین‌شناختی، نقشه های سطوح بیرومتری و سطح ایستایی، شرایط تغذیه و زهکشی، مورفولوژی سطح بیرومتری، منحنی‌های هم پتانسیل - تمرین نقشه‌ها یا منحنی‌های هم پتانسیل - تفسیر نقشه‌های با منحنی‌های هم پتانسیل - ساختارهای اصلی سطح بیرومتری، تغییرات ترازهای بیرومتری - تغییرات طبیعی فصلی و دراز مدت - تغییرات کوتاه مدت - تغییرات انقافی - نوسانات مصنوعی، تعیین محل چاه بهره برداری، ارتباط آب زیرزمینی و آب‌های آزاد سطحی، نفوذ آب شور در ایخوان های ساحلی با تاکید بر پدیده بالآآمدگی - تمرین و عملیات

بخش دوم: هیدرولیک چاه و تحلیل آزمون های پمپاژ

- مفاهیم اصلی هیدرولیک چاه (حل پایدار تایم، روش غیر تعادلی تاپس، روش کوپر-ژاکوب، روش هنتوش-ژاکوب در ایخوان نشتی)، روش تحلیل پمپاژ ایخوان آزاد (روش نیومن، آیدهی تاخیری)، روش های تحلیل آزمون برگشت، Drill Stem Tests، Slug Tests، Hvorslev Analysis، Papadopoulos-Cooper Analysis، ظرفیت ویژه، بازدهی چاه، آزمون پمپاژ پله ای، تاثیر نفوذ ناقص چاه و مرزهای هیدرولیکی و فیزیکی بر آزمون پمپاژ، تحلیل آزمون و تعیین ضرایب هیدرودینامیک - تمرین و عملیات

بخش سوم: روش های حفاری چاههای بهره برداری، مشاهده ای و پیژومتر

- تاسیسات استخراج آبهای زیرزمینی، روش های استخراج و بهره برداری از آب های زیرزمینی، انواع چاهها (روش های حفاری ضربه ای، دورانی و سایر روش ها)، انتخاب نوع حفاری در ارتباط با جنس زمین: مواد حفاری (گل حفاری و مشخصات آن - کف - هوا)، تجهیز چاه های عمیق (تزریق سیمان - لوله گذاری - انواع لوله های مشبک - رابطه بین منافذ لوله های مشبک و دانه سنجی لایه آبدار - افزایش آبدهی چاه ها - پمپاژ آزمایشی (تستسوی چاه ها، تعیین آبدهی چاه ها و انتخاب موتور پمپ ها)، قنات (تاریخچه و نحوه پراکندگی - محاسن و معایب - فن حفر قنات - هیدرولیک قنات).

بخش چهارم: تعیین حریم چاه و آبخوان

- تجزیه و تحلیل ناحیه تسخیر یک چاه، ناحیه تسخیر در آبخوان نامحبوس، چاه های جذب آلودگی، تعیین حریم کیفی نقطه ای، تعیین حریم کیفی ناحیه ای، معرفی روش های تعیین حریم

روش ارزیابی:

| ارزشیابی مستمر | ✓ میان ترم | ✓ آزمون نهائی | پروژه |
|----------------|------------|---------------------|-------|
| | | ✓ آزمون های نوشتاری | |
| | | عملکردی | |

منابع:

- 1- Fetter, c.w., 2001, Applied hydrogeology, Prentice Hall, 598 page
- 2- Kevin M. Hiscock, 2005, Hydrogeology (principles and practice), Blackwell, 389 page
- 3- Todd, D. K., 1980, Groundwater hydrology, John wiley and sons, 336 page
- 4- Kruseman, G. P. and N. A. De Ridder, 1990, Analysis and evaluation of pumping test data (Irr Pub Ser.: No 47)



| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۳ | کد درس: ۹۰۴ عنوان درس به فارسی: آب شناسی کارست |
| | عملی | | | | |
| | نظری | پایه | | تعداد ساعت: ۶۴ | |
| | عملی | | | | |
| | نظری ✓ | الزامی ✓ | | | |
| | عملی ✓ | | | | |
| | نظری | اختیاری | | | |
| | عملی | | | | |
| آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد سفر علمی <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | | | عنوان درس به انگلیسی: Karst Hydrology  | |

اهداف کلی درس:

آشنائی با مفاهیم کارست، نحوه تشکیل و توسعه آبخوان های کارستی، ارزیابی ذخیره در آبخوان های کارستی و اهمیت کارست در ایران

سرفصل یا رئوس مطالب:

مقدمه: تعریف کارست، سنگ های کارستی (آهک، دولومیت، گچ، نمک و ...)، اهمیت منابع آب کارستی در جهان و ایران
 پدیده های کارستی: کارن، گرایک، فروچاله های کارستی و نحوه تشکیل آن، غار و انواع آن، پلیه، دره های کارستی، چشمه و انواع آن، ویژگی آب زمین شناختی پدیده های کارستی
 آب شیمی کارست: تعادل شیمیایی کانی های کربناتی، ثابت تعادلی، عوامل موثر بر انحلال کانی های کربناتی (کربن دی اکسید، دما، pH، زوج یون ها، اندیس اشباع)، نرخ انحلال، سازوکار انحلال سنگ نمک و گچ، روش نمونه برداری از جاه، چشمه و قنات
 هیدرولیک کارست: معرفی معادلات هیدرولیکی در آبخوان های کارستی (خطی و متلاطم)، محدوده کاربرد معادلات، کاربرد فرمول برنولی در کارست
 عوامل موثر بر توسعه کارست و جهت جریان عمومی: بارندگی، دما، گاز کربنیک، زمین ساخت (گسل، درزه و صفحات لایه بندی، تاقدیس و نادوئیس)، سنگ شناسی و چینه نگاری، پستی و بلندی و سطح اساس فرسایش، ضخامت سازند، تعیین جهت عمومی جریان
 ویژگی آبخوان های کارستی: نقش پدیده های کارستی در تغذیه آبخوان، ضریب تغذیه، زون های مختلف آبخوان کارستی (ایبی کارست، منطقه اشباع، جریان های سیفونی)، انواع آبخوان، سازوکار انتقال آب در آبخوان
 تحلیل آب شیمی نگار چشمه: شکل آب نگار، محاسبه و کاربرد ضریب فرود، جریان بیستونی، محاسبه حجم ذخیره دینامیکی، رابطه آب نگار و شیمی نگار، محاسبه جریان پایه و سریع، تعیین نوع جریان افشان و مجرایبی، تعیین خصوصیات آبخوان یا

استفاده از آبتنگار و شیمی‌نگار.

بیلان کارست: تعیین حوضه آبخیز چشمه ها، پارامترهای بیلان و روش محاسبه آن در کارست، بهره برداری از منابع آب کارست (چاه و چشمه و قنات)، حریم چشمه و چاه در آبخوان های کارستی
مهندسی کارست: بررسی خصوصیات آبزمین‌شناختی گمانه ها، بررسی نوسانات سطحی آب در گمانه‌ها، اندازه گیری نفوذپذیری (لوژان)، بررسی پتانسیل فرار آب از سدها.
ویژگی سازندهای کارستی در ایران: سازندهای کارستی در ایران، توزیع کارست در ایران، چالش و فرصت های منابع آب کارستی. اثر سازنده های تبخیری بر کیفیت منابع آب کارست.

روش ارزیابی:

| ارزشیابی مستمر | ✓ میان ترم | ✓ آزمون نهائی | پروژه |
|----------------|------------|---------------------|-------|
| | | ✓ آزمون های نوشتاری | |
| | | عملکردی | |

منابع:

- 1- Ford, D. C. & P. Williams, 2007, Karst Hydrogeology and Geomorphology, London, Unwin Hyman, 601 page
- 2- White, William B., 1988, Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains, monografija, 464 page



| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|----------|------------------|------------------------------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۳ | کد درس: ۹۰۵ عنوان درس به فارسی: هیدرولیک آبهای زیرزمینی |
| | عملی | | | پایه | |
| | نظری | ✓ الزامی | | | عنوان درس به انگلیسی: Groundwater Hydraulics |
| | عملی | | | اختیاری | |
| | نظری ✓ | اختیاری | | | |
| | عملی ✓ | | | اختیاری | |
| | نظری | اختیاری | | | |
| عملی | اختیاری | | | | |
| آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد سفر علمی <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه | | | | | |



اهداف کلی درس:

آشنایی با معادلات حاکم بر جریان آب زیرزمینی در محیط متخلخل و بیان آب زیرزمینی

سرفصل یا رئوس مطالب:

فصل اول: مطالب اساسی مبانی هیدرولیک

- تعریف سیال، خواص سیالات، انواع سیالات، مفهوم فشار در سیالات، روش های اندازه گیری فشار در سیالات، استاتیک سیالات، مفاهیم و معادلات اصلی جریان سیالات، رده بندی جریان سیالات، معادلات پیوستگی، انرژی و تکانه (momentum) فصل دوم: مفاهیم ذخیره و تامین آب از مخازن زیرزمینی

- ذخیره در آبخوان های آزاد (تخلخل و RVE، زهکشی و نگهداشت ویژه رسوبات، توزیع رطوبت در منطقه غیر اشباع، آبدهی ویژه و آبدهی ویژه ظاهری، درصد رطوبت وزنی و حجمی، عمق رطوبت با هدف کاربرد در تغذیه مصنوعی، روش اندازه گیری مکش، آبدهی ویژه، منشا آب در آبخوان های محبوس، مقایسه منشا آب تولیدی در آبخوان آزاد و محبوس، عوامل موثر بر تغییرات سطح تراز آب)، ذخیره در آبخوان های محبوس (تراکم پذیری در آبخوان های محبوس، ضریب ذخیره و ذخیره ویژه)، تغییرات سطح ایستایی به ویژه در اثر بهره برداری و بیان نامتعادل.

فصل سوم: قانون داریسی و معادلات اساسی جریان

- معادله تجربی داریسی (معرفی تجربه داریسی - تشریح انواع دستگاه نفوذسنج داریسی - طرز تعیین ضریب داریسی (ضریب تراوایی) با استفاده از دستگاه نفوذسنج داریسی - حدود کاربرد قانون داریسی - ضریب اصطکاک و عدد رینولدز، پتانسیل نیرو، پتانسیل جریان و قانون داریسی)، روش های اندازه گیری هدایت هیدرولیکی، ناهمگنی و ناهمسوئی، معادلات دیفرانسیلی جریان در آبخوان های محبوس، معادلات دیفرانسیل جریان در آبخوان های آزاد، اثبات معادله پیوستگی و لاپلاس در زمین های همسان و ناهمسان - جریان تحت فشار و جریان آزاد (شرایط حد، شرط نویمان و شرط دیریشله (دریختل) - پدیده موئین و تاثیر آن بر روی جریان هایی که دارای سطح آزاد می باشند

- جریان در سفره‌هایی که دارای سطح آزاد و سنگ کف افقی می‌باشند. اثبات فرمول‌های مربوطه بر اساس قانون داریسی - مسائل و تمرینات.

فصل چهارم - هیدرولیک آب زیرزمینی (پایا)

روش‌های حل معادلات دیفرانسیل با تاکید بر روش حل تحلیلی، معرفی شرایط مرزی مختلف، حل معادلات دیفرانسیل خطی آبخوان محبوس (در حالت یک بعدی، جریان شعاعی)، حل معادله دیفرانسیل مربوط به آبخوان نشتی، حل معادله دیفرانسیل غیر خطی در آبخوان آزاد (در حالت یک بعدی، جریان شعاعی)، اثبات فرمول‌های دوبویی در سفره‌های استوانه‌ای و تحت فشار و برای جریان‌های شعاعی - ارزشیابی و دقت فرمول‌های دوبویی - آبدهی ماکزیمم چاه‌ها - آبدهی چاه‌های نخب‌دار و قنات‌ها - مسائل و تمرینات

فصل پنجم - هیدرولیک آب زیرزمینی (نایایا)

اثبات فرمول‌های تاپس - ژاکوب، جاو - روش‌های حل نموداری فرمول‌های رژیم نامتعادل - روش نموداری تقریب لگاریتمی - استفاده از منحنی تابع مشخص و یا منحنی استاندارد.

فصل ششم: بیان آب زیرزمینی

شبکه جریان و جریان عمومی ناحیه ای، بیان آبخوان (برآورد اجزا، تحلیل حساسیت و عوامل خطا)

روش ارزیابی:

| ارزشیابی مستمر | ✓ میان ترم | ✓ آزمون نهایی | پروژه |
|----------------|------------|---------------------|-------|
| | | ✓ آزمون‌های نوشتاری | |
| | | عملکردی | |

منابع:

- 1- McWhorter, David B. & Daniel K. Sunada, 1977, Ground-water Hydrology and Hydraulics, Water Resources Publication, 290 pages.
- 2- Charbeneau, Randall J., 2000, Groundwater hydraulics and pollutant transport. Prentice Hall, 593 pages.

۳- شوشتری، م.م.، هیدرولیک آب‌های زیرزمینی، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۶۰۰ صفحه



| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|----------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۰۶ عنوان درس به فارسی: آب زمین شیمی |
| | عملی | | | تعداد ساعت: ۳۲ | |
| | نظری | پایه | | | |
| | عملی | | | ✓ الزامی | |
| | نظری ✓ | اختیاری | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | | | | |
| عملی | | | | | |
| آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار | | | | عنوان درس به انگلیسی: Hydrogeochemistry | |

اهداف کلی درس:

آشنایی با شیمی محیط آبی، عوامل تعیین کننده شیمی آب، روش های نمونه برداری شیمیایی از آب زیرزمینی و استاندارد های مورد لزوم مصارف مختلف آب



سرفصل یا رئوس مطالب:

کلیات

- آب زیرزمینی و ترکیب شیمیایی آن، واحدهای اندازه گیری غلظت و انواع واکنش های شیمیایی در آب، تعادل شیمیایی، قانون تاثیر جرمی، تاثیر یون مشترک، فعالیت شیمیایی و ضریب فعالیت، ثابت یونیزاسیون آب و اسید ضعیف، تعادل ها و واکنش های کربناتی، روابط ترمودینامیکی، پتانسیل اکسایش، جابجایی یونی و جذب سطحی.
- انتقال جرمی در آب زیرزمینی، چگونگی انتشار، انتقال، پراکندگی و تاخیر حرکت یون ها و گونه های شیمیایی در آب زیرزمینی.
- رخساره ها و توالی شیمیایی، شیمی بارش، کربن دی اکسید در منطقه خاک، توالی تکامل یون اصلی در طول حرکت آب های زیرزمینی، گروه بندی آب های زیرزمینی، توالی تکامل الکتروشیمیایی.
- روش های نمونه برداری آب از رودخانه، چاه، قنات، چشمه - نمونه برداری از عمق های مختلف و لوگ های آب- شیمیایی، لوگ دما و هدایت الکتریکی سیال درون چاه، نمونه برداری برای تجزیه عناصر جزئی و دقت و صحت تجزیه داده ها.
- نمایش داده های آب زمین شیمیایی برای تعبیر و تفسیر، نقشه های توزیع، نمودارهای فردی آب شیمیایی، نمودارهای نیمه لگاریتمی و نمودارهای مثلثی.
- آب های زیرزمینی شور، وجود و منشأ شوری در آب های زیرزمینی، تاثیرات آب زمین شناختی گذشته، تاثیرات آب

- زمین‌شناختی جدید.
- ایزوتوپ‌های محیطی در آب زیرزمینی. کاربرد کربن ۱۴، تریتم و اکسیژن و دوتریم در بحث و بررسی‌های آب زمین‌شناختی.
 - عوامل موثر در کیفیت آب، عامل زمین‌شناسی، عامل آب و هوایی، و موقعیت جغرافیایی و عامل آب زمین‌شناختی
 - استانداردهای آب شرب، صنعت و کشاورزی
 - شناسایی و ویژگی‌های شیمیایی آبهای فسیل
 - تمرین و عملیات

روش ارزیابی:

| ارزشیابی مستمر | ✓میان ترم | ✓آزمون نهائی | پروژه |
|----------------|-----------|--------------------|-------|
| | | ✓آزمون های نوشتاری | |
| | | عملکردی | |

منابع:

- 1- Langmuir D., 1997, Aqueous environmental geochemistry, Prentice Hall, 600 pages.
- 2- Edmunds W. M. and P. Shand, Blackwell, 2008, Natural groundwater quality, Blackwell, 469pages.
- 3- Snoeyink V. L. and D. Jenkins, 1980, Water Chemistry, John wiley and sons, 463 pages



| | | | | | |
|---------------------------|--------|------------------------------------------|----------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۰۷ عنوان درس به فارسی: مدلسازی آبهای زیرزمینی |
| | عملی | پایه | | تعداد ساعت: ۳۲ | |
| | نظری | | | | |
| | عملی | ✓ الزامی | | | |
| | نظری ✓ | | | | |
| | عملی | اختیاری | | عنوان درس به انگلیسی: Groundwater Modelling | |
| | نظری | | | | |
| | عملی | آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی سمینار | | | |
| ندارد | دارد | | | | |
| آزمایشگاه | کارگاه | | | | |

اهداف کلی درس:

آموزش مدلسازی ریاضی به گونه ای که دانشجویان بتوانند در پایان بصورت مستقل مدلسازی با یک نرم افزار جامع مانند MODFLOW را انجام دهند.



سرفصل یا رئوس مطالب:

تعریف مدل و انواع آن

آشنائی اجمالی با مدل های فیزیکی

- مقایسه روابط و قوانین مشابه بین سامانه هیدرولیکی (محیط متخلخل) و فیزیکی (الکتریکی) - انواع فاکتور اشل ها
- نحوه ساختن شبکه مقاومت - ظرفیت - لوزم و دستگاه های مورد استفاده.

معادلات اساسی آب زمین شناسی و اصول حل عددی آنها

- روش های حل دستگاه معادلات خطی - روش تفاضلات محدود - روش اجزاء محدود
- آشنائی با مراحل کامل مدلسازی ریاضی

- مدل مفهومی - شبکه بندی و تنظیم آمار و اطلاعات برای هر شبکه - شرایط مرزی - تنظیم و تصحیح مدل رژیم پایدار و ناپایدار - تحلیل حساسیت - کاربرد مدل های مفهومی و GIS در توسعه مدل های آبهای زیرزمینی.

تمرین مراحل مدلسازی با یک نرم افزار معمول

- آشنائی اجمالی با مدل های MODPLOT, MODFLOW-2000, STR1, MODFLOWP, MODPATH, HFB1, FEMWATER, SUTRA, MOC3D, TLK1 و BCF2 - تمرین مراحل مدلسازی با MODFLOW.

روش ارزیابی:

| پروژه | ✓آزمون نهایی | ✓میان ترم | ارزشیابی مستمر |
|-------|--------------------|-----------|----------------|
| | ✓آزمون های نوشتاری | | |
| | عملکردی | | |

منابع:

- 1- Wang, Herbert F. and Anderson, Mary P., 1982, **Introduction to Groundwater Modeling: Finite Difference and Finite Element Methods**, Academic Press.
- 2- Anderson, M. P. and W. W. Woessner, 1992, *Applied Groundwater Modeling: Simulation of Flow and Advective Transport*, Academic Press.
- 3- Ségol, G., 1994, **Classic Groundwater Simulations: Proving and Improving Numerical Models**, Prentice Hall, 400 pages



| | | | | | |
|---------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۰۲ عنوان درس به فارسی: آب‌شناسی پیشرفته |
| | عملی | | | تعداد ساعت: ۳۲ | |
| | نظری | پایه | | | |
| | عملی | الزامی | | | |
| | نظری | | | | |
| | عملی | ✓ اختیاری | | | |
| | نظری ✓ | | | | |
| | عملی | | | | |
| آموزش تکمیلی عملی: | | | | عنوان درس به انگلیسی: Advanced hydrology | |
| ندارد آزمایشگاه <input type="checkbox"/> | | دارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> | | سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | |



اهداف کلی درس:

آموزش اصول و مبانی علم آب‌شناسی و کاربرد در مسایل تحلیل و طراحی مهندسی
سرفصل یا رئوس مطالب:

مشخصات توپوگرافی یک حوضه آبریز

تعیین حدود و مساحت حوضه - قیاس‌نگاری - منحنی‌های مشخصه پستی و بلندی حوضه - سایر مشخصات حوضه.

پارامترهای آباقلیم‌شناختی یک منطقه

اندازه‌گیری پارامترهای اقلیم‌شناختی - تحلیل باران، رابطه بارندگی-ارتفاع، تلفات حوضه ای (برگابی- تبخیر و تعرق، تبخیر
از منابع سطحی، تبخیر از تشتک) - بیان آباقلیم‌شناختی (تورنت وایت و ...)

مطالعه رژیم آبدی

اندازه‌گیری آبدی - نمایش داده‌های آماری مربوط به آبدی - رژیم‌های مختلف آبدی - چند روش عملی برای رفع
کمبودهای داده‌های آماری- رژیم یک رودخانه. برآورد رواناب در ایستگاههای فاقد ایستگاه آبدی از جمله روش SCS.
تفکیک دبی پایه و سیلابی، ضریب نفوذ، استوکستیک، هیدروگراف واحد

بیان آب‌شناسی و کمبود جریان متوسط سالانه یک حوضه آبریز - بررسی و تجزیه و تحلیل آبنگار مربوط به یک رگبار
معین- تجزیه و تحلیل آبنگارهای مشاهده شده- شکل آبنگار و عوامل مشخص کننده آن- تفکیک مولفه‌های مختلف
آبنگار - آبنگار واحد و طرز رسم آن- روش استدلالی- روش آبنگار ترکیبی.

مطالعه سیلاب‌ها و تعیین قبلی آبدی حداکثر احتمالی

روش‌های مختلف تعیین شدت جریان حداکثر احتمالی سیلاب‌های رسوبات رودخانه‌ها - اندازه‌گیری و محاسبات حمل
مواد جامد آب رودخانه‌ها

تحلیل آماری داده های آبشناسی
 روش های آماری در آبشناسی - بررسی توزیع آماری -
 تمرینات عملی و تجزیه و تحلیل آمار مربوط به داده های آبشناسی

روش ارزیابی:

| | | | |
|-------|--------------------|-----------|----------------|
| پروژه | ✓آزمون نهائی | ✓میان ترم | ارزشیابی مستمر |
| | ✓آزمون های نوشتاری | | |
| | عملکردی | | |

منابع:

۱. علیزاده، ا.، ۱۳۸۹، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، چاپ بیست و هشتم

1- Chow, et al., 2003, Applied Hydrology, Prentice Hall, 555page

2- Viessman, et al., 2003, Introduction to Hydrology, 5th ed, Prentice Hall, 612page



| | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۰۸ عنوان درس به فارسی: ردیابها |
| | عملی | | | | |
| | نظری | پایه | | تعداد ساعت: ۳۲ | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | الزامی | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری ✓ | ✓ اختیاری | | | |
| عملی | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه | | <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> کارگاه | | آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار | |
| عنوان درس به انگلیسی: Tracers | | | | | |

اهداف کلی درس:

آشنایی با انواع ردیابهای محیطی و مصنوعی، روش انجام و تفسیر تست ردیابی و اهمیت استفاده از ردیابها.

سرفصل یا رئوس مطالب:

- مقدمات درس

مفاهیم جامع کاربرد ردیابها در آب زیرزمینی، تعریف ردیاب، تاریخچه ردیابی و موارد کاربرد ردیابی.

- ردیابهای محیطی

ایزوتوپ های پایدار (جدایش ایزوتوپی، توزیع جهانی ایزوتوپ پایدار در بارندگی، تاثیر عوامل مختلف در ترکیب ایزوتوپی بارش، ایزوتوپ های پایدار در خاک، آبهای سطحی و زیرزمینی، استفاده از ایزوتوپ های پایدار در ردیابی)
ایزوتوپ های ناپایدار (سن سنجی، سن سنجی با تریتم، گازهای CF6 و CFC، کربن ۱۴)

- ردیابهای مصنوعی

شناخت ردیابهای مصنوعی و کاربرد آنها (نمکها، مواد رنگی - دانه های گیاهی - رادیوایزوتوپ های مصنوعی و غیره - شناخت ردیاب های سونیک (Sonique)

- روش انجام تست ردیابی

نمونه برداری زمینه، انتخاب نوع ردیاب، انتخاب محل های تزریق و نمونه برداری، برنامه ریزی عملیات تزریق و نمونه

برداری

- روش تفسیر نتایج ردیابی



تفسیر نتایج کیفی حاصل از آزمایشات ردیابی، محاسبات کمی نتایج ردیابی به ویژه محاسبه سرعت و پارامترهای پخش و پراکنش و تحلیل خصوصیات آبخوان های کارستی

- کاربردهای عملی

- کاربرد عملی ردیاب‌ها در سنجش‌هایی از قبیل سنجش آبدهی آب‌های سطحی - سرعت جریان آب زیرزمینی، درجه نفوذپذیری - حجم منابع - منشاء منابع آب - سن آب‌ها - شناخت معابر - جریان‌های زیرزمینی.

روش ارزیابی:

| | | | |
|----------------|------------|---------------------|-------|
| ارزشیابی مستمر | ✓ میان ترم | ✓ آزمون نهائی | پروژه |
| | | ✓ آزمون های نوشتاری | |
| | | عملکردی | |

منابع:

- 1- Leibundgut, C., Maloszewski, P. and Kull C., 2009, Tracers in hydrology, wiley-Blachwell, 415 pages.
- 2- Davis, S.N., Campbell, D.J., Bentley, H.W., Flynn, T.J. (1985): Ground Water Tracers. National Water Well Association, Worthington, Ohio, 200 p.
- 3- Cook, P.G., Herczeg, A.L. (2000): Environmental Tracers in Subsurface Hydrology. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London, 529 p.



| | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۰۹ عنوان درس به فارسی: آلودگی آبهای زیرزمینی |
| | عملی | | | | |
| | نظری | پایه | | تعداد ساعت: ۳۲ | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | الزامی | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری ✓ | ✓ اختیاری | | | |
| | عملی | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه | | <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> کارگاه | | آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار | |
| عنوان درس به انگلیسی: Groundwater Contamination | | | | | |

اهداف کلی درس:

آشنایی با انواع آلاینده های آب زیرزمینی، سازوکار پخش و پراکنش آلاینده ها و روش های پایش و پاکسازی آبخوان های آلوده.

سرفصل یا رئوس مطالب:

- آلودگی آبهای زیرزمینی

تعاریف

انواع آلاینده ها و رده بندی منابع آلاینده آب زیرزمینی

- آلاینده های غیر آلی در آبهای زیرزمینی

شیمی آلاینده های غیر آلی فلزی و غیر فلزی

زون بندی زمین شیمیایی

- ترکیبات آلی در آبهای زیرزمینی

خواص فیزیکی و گروههای مختلف ترکیبات آلی، تخریب ترکیبات آلی

- پایش آبهای زیرزمینی و خاک

طراحی، نصب و توسعه جاههای مشاهده ای، نمونه برداری از چاه، پایش گاز خاک، نمونه برداری آب خاک

- پاکسازی سایتهای آلوده

اقدامات کنترل منبع

سامانه های پمپاژ-تصفیه، تصفیه آبهای زیرزمینی استخراج شده

پاکسازی زیستی (bioremediation)



- انتقال آلاینده در محیط اشباع
 انتقال در اثر گرادیان غلظت
 انتقال از طریق فرارفت (advection)
 پراکندگی (dispersion) مکانیکی و هیدرودینامیکی
 معادله advection-dispersion برای انتقال مواد محلول و روشهای حل تحلیلی آن
 تاثیر پراکندگی عرضی (transverse dispersion)
 انتقال مواد حل شده در محیطهای درز و شکاف دار
 - انتقال آلاینده در محیط غیراشباع
 تعیین حریم کیفی چاه آلوده
 نحوه انتقال آلاینده چندفازی با چگالی متغیر
 بررسی میرایی طبیعی آلاینده های مختلف

روش ارزیابی:

| ارزشیایی مستمر | ✓میان ترم | ✓آزمون نهایی | بروزہ |
|----------------|-----------|--------------------|-------|
| | | ✓آزمون های نوشتاری | |
| | | عملکردی | |

منابع:

- 1- Fetter, C. W. , 2008, Contaminant Hydrogeology, Prentice Hall, 500pages.
- 2- Bedient, Philip B. , H. S. Rifai and Charles J. Newell, 1999, **Groundwater contamination: transport and remediation**, , Prentice Hall, 541 pages



| | | | | | |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۱۰ عنوان درس به فارسی: آب‌زمین‌شناسی سنگهای آذرین و دگرگونی |
| | عملی | | | | |
| | نظری | پایه | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | الزامی | | تعداد ساعت: ۳۲ | عنوان درس به انگلیسی: Hydrogeology of Igneuse and Metamorphic Rocks |
| | عملی | | | | |
| | نظری ✓ | اختیاری ✓ | | | |
| | عملی | | | | |
| ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه | دارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> | آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار | | | |

اهداف کلی درس:

آشنائی با ویژگیهای آب‌زمین‌شناختی و آب‌شیمیایی آبخوان های موجود در سنگهای آذرین و دگرگونی.



سرفصل یا رئوس مطالب:

خصوصیات زمین‌شناسی

- خصوصیات پترولوژیکی - تخلخل در درز و شکافهای زمین‌ساختی و نازمین‌ساختی - بررسی پدیده هوازگی و توسعه و ضخامت آن
- خصوصیات هیدرولیکی سنگ
- ناهمگنی و ناهمسوئی - هدایت هیدرولیکی محیط درز و شکافدار - تاثیر شکافها بر روی جریان آب‌های زیرزمینی - رابطه بین ابدهی با عمق و نوع سنگ - آزمون لایه‌های آبدار - منحنی اقت - تاثیر شکافها بر روی منحنی اقت.
- آب‌زمین‌شناسی سنگهای بلورین
- تاثیر خطواره ها و سامانه زهکشی سطحی در پیدایش آبخوان، هیدرولیک چاه ها در سنگ های بلورین، عمق بهینه چاه، تخمین تغذیه آب زیرزمینی
- آب‌زمین‌شناسی سنگهای آتشفشانی
- خصوصیات آب‌زمین‌شناختی بازالت، دایک ها و سیل ها، خصوصیات هیدرولیکی و کیفیت آب
- آب‌زمین‌شناسی سنگ های کربناتی
- مفاهیم اولیه کارست، خصوصیات چشمه های آهکی (کارستی)، تخمین تغذیه در کارست
- خصوصیات آب‌شیمیایی
- منبع مواد محلول در آب - بررسی تغییرات در ترکیبات شیمیایی - بررسی کیفیت آب‌ها به منظور استفاده شرب،

کشاورزی و صنعت
بررسی آب‌شناختی یک منطقه مطالعه شده

روش ارزیابی:

| پروژه | ✓آزمون نهائی | ✓میان ترم | ارزشیابی مستمر |
|-------|--------------------|-----------|----------------|
| | ✓آزمون های نوشتاری | | |
| | عملکردی | | |

منابع:

- 1- Singhal B.B.S & Gupta, R.P, (2010), **Applied hydrogeology of fractured rocks**, Springer, 408 pages.
- 2- Krásny', Jir'í, John M. and Sharp, Jr., 2007, **Groundwater in fractured rocks**, Taylor & Francis Group, 642 pages.



| | | | | | | |
|---------------------------|--------|-----------|----------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۱۱ عنوان درس به فارسی: آبهای زیرزمینی و مسائل ژئوتکنیکی | |
| | عملی | | | | | |
| | نظری | پایه | | تعداد ساعت: ۳۲ | | |
| | عملی | الزامی | | | | |
| | نظری | ✓ اختیاری | | آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی سمینار | | |
| | عملی | | | | | ندارد آزمایشگاه |
| | نظری ✓ | | | | | |
| | عملی | | | | | |

عنوان درس به انگلیسی:
Groundwater and
Geotechnical problems

اهداف کلی درس:

آشنائی با نقش آبهای زیرزمینی در مسائل مختلف مهندسی ژئوتکنیک.

سرفصل یا رئوس مطالب:

- ۱- آبهای زیرزمینی و زمین لغزش
فشارهای کلی، آب منفذی و موثر - نظریه‌های گسیختگی خاک و سنگ - اثر آب بر پایداری شیب‌های خاکی - اثر آب بر پایداری شیب‌های سنگی
- ۲- آبهای زیرزمینی و سدها
انواع سدها - نشست آب - شبکه جریان و نحوه ترسیم آن - نشست از سدهای خاکی - نشست از زیر سدهای بتونی - اثر زه آب بر پایداری سدها (مانه روان - پدیده پایبینگ - فرسایش داخلی - روش‌های پیشگیری پدیده‌های تخریبی)
- ۳- زهکشی آب زیرزمینی
روش‌های زهکشی (روش چاه‌های نقطه‌ای - روش چاه‌های عمیق و کم عمق - روش الکترواسمز - روش خلاء) - پیشگیری از ورود آب به داخل گودال بی - تجزیه و تحلیل نشست ناشی از استخراج و زهکشی آب
- ۴- آب زیرزمینی و تونل‌ها
نقش تونل به عنوان زهکش - پیش‌بینی و برآورد جریان آب زیرزمینی به داخل تونل‌ها
- ۵- آب زیرزمینی و زلزله
- ۶- پدیده میعان - تغییرات سطح ایستابی



روش ارزیابی:

| پروژه | ✓آزمون نهائی | ✓میان ترم | ارزشیابی مستمر |
|-------|--------------------|-----------|----------------|
| | ✓آزمون های نوشتاری | | |
| | عملکردی | | |

منابع:

- 1- Preene, M., (2012), Groundwater Lowering in Construction: A Practical Guide to Dewatering, Second Edition (Applied Geotechnics), CRC Press. 645 pages.
- 2- Briaud Jean-Louis, (2013) Geotechnical Engineering: Unsaturated and Saturated Soils, Wiley, 1024 pages.



| | | | | | | | |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۱۲ عنوان درس به فارسی: مدیریت، برنامه ریزی و اقتصاد منابع آب | | |
| | عملی | | | تعداد ساعت: ۳۲ | | | |
| | نظری | پایه | | الزامی | | | |
| | عملی | | | | | | |
| | نظری | اختیاری ✓ | | | | | |
| | عملی | | | | | | |
| | نظری ✓ | | | | | | |
| | عملی | | | | | | |
| ندارد آزمایشگاه <input type="checkbox"/> | دارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> | آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | عنوان درس به انگلیسی: Management, Planing and Economy of Water Resources | | |

اهداف کلی درس:

آشنائی با مبانی اقتصاد مهندسی و نحوه استفاده در منابع آب با هدف اعمال مدیریت جامع منابع آب.

سرفصل یا رئوس مطالب:

- تعاریف و اصول و مبانی مدیریت (مختصری راجع به اقتصاد کلان و اقتصاد خرد).
- شناخت نیازهای منابع آب و محدودیت‌های آن‌ها از نظر کیفی و کمی.
- روابط اقتصادی حاکم بر مدیریت (نظریه‌ها مربوط به بهاء و تخصیص منابع، شرایط بهینه پروژه‌ها، استخراج ریاضی قوانین حاکم در مدیریت اقتصادی پروژه‌ها).
- اقتصاد رفاهی (تحلیل‌های اقتصادی هدف‌های جامعه - تأثیرات متقابل منابع به طور کلی، تنظیم احتیاجات مربوط به اهداف مختلط در جامعه).
- تحلیل‌های مربوط به خرج و درآمد (روش‌ها، تست‌های امکان‌پذیری - رده‌بندی، رده‌بندی منابع آب، موارد مفید استفاده از منابع آب و تاسیسات هیدرولیکی).
- قوانین مربوط به کنترل و بهره‌برداری از آب (استفاده از مدل‌های ریاضی در کنترل و توزیع آب، قوانین حقوقی و سیاسی و اجتماعی حاکم بر منابع مدیریت آب).
- اصول برنامه‌ریزی در قالب برنامه ملی آب.
- آشنائی با مفهوم برنامه ریزی و مدیریت تلفیقی (بههم پیوسته) منابع آب و معرفی و روش استفاده از نرم افزار مدیریتی از جمله WEAP



روش ارزیابی:

| | | | |
|-------|--------------------|-----------|----------------|
| پروژه | ✓آزمون نهائی | ✓میان ترم | ارزشیابی مستمر |
| | ✓آزمون های نوشتاری | | |
| | عملکردی | | |

منابع:

1- Job, Charles A. (2010) Groundwater Economics, CRC Press, Taylor Francis Group, 661 pages.

2- Hardisty, Paul E. and Ozdemiroglu, E. 2005, The Economics of Groundwater Remediation and Protection, Taylor & Francis, 2005 336 pages

۳- اسکونزاد، م.م.، ۱۳۸۹، راهنمای جامع اقتصاد مهندسی، ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، ۳۲۰ ص

۴- فخام زاده فرهنگ (مترجم)، ۱۳۵۲، اقتصاد طرح‌های منابع آب، ادوارد کونیپر، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۲۳ ص.



| | | | | | | | |
|---------------------------|-------------|-----------|----------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۱۳ عنوان درس به فارسی: هواشناسی و اقلیم شناسی | | |
| | عملی | | | تعداد ساعت: ۳۲ | | | |
| | نظری | پایه | | تعداد ساعت: ۳۲ | عنوان درس به انگلیسی: Meteorology and Climatology | | |
| | عملی | الزامی | | | | | |
| | نظری ✓ | ✓ اختیاری | | آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی سمینار | تعداد ساعت: ۳۲ | عنوان درس به انگلیسی: Meteorology and Climatology | |
| | عملی | | | | | | |
| | ندارد ■ | دارد □ | | دارد □ | سفر علمی □ | تعداد ساعت: ۳۲ | عنوان درس به انگلیسی: Meteorology and Climatology |
| | آزمایشگاه □ | کارگاه □ | | سمینار □ | تعداد ساعت: ۳۲ | | |

اهداف کلی درس:

آشنائی با روش های تحلیل داده های هواشناسی، تعیین اقلیم، تغییرات اقلیمی و مدل های تغییرات اقلیمی.

سرفصل یا رئوس مطالب:

- کلیات، تاریخچه، تعاریف هوا و اقلیم، ساختار نیوار و لایه های مختلف آن از نظر گرمایی و ترکیب گازها، ماهیت اتمسفر-بیان انرژی اتمسفر- دمای هوا - رطوبت آب و بخار آب در اتمسفر- هوای پایدار و ناپایدار- مه- ابر و طوفانها- فشار اتمسفر- اصول دیده بانی هواشناسی - ابزارشناسی عوامل ساده جوی شامل: دمای هوا، فشار هوا، رطوبت هوا، تبخیر، ریزش های جوی، تابش خورشید و بیان انرژی در نیوار

- نظریه و مشاهده باد- چرخندها و پادچرخندها - باد های محلی، باد های سیاره ای و گردش کلی اتمسفر- توده های هوا و جبهه ها

- ابرها و سازوکار بارندگی (بارش های چرخندی جبهه ای - کوهساری، جایجایی).

- تفسیر و تجزیه داده های جوی- کاربرد داده های جوی- سازنده های اقلیم (عرض جغرافیایی، توپوگرافی، جنس زمین، ...)- خشکی و برآورد آن- فرآیند داده های هواشناسی به منظور شناخت اقلیم:

- رژیم های گرمایی
- رژیم های بارندگی
- رژیم یادها (ارتباط با سامانه توزیع فشار - کلیات)



- رده‌بندی‌های اقلیمی با ذکر مثال‌هایی از ایران
- معرفی منابع داده‌های هواشناسی ایران
- فرآیندهای آماری داده‌های هواشناسی به منظور استخراج پارامترهای اقلیمی کاربردی- بازسازی آمار- جستجوی گرادیان
- مختصری راجع به مدل‌ها- اصول رده‌بندی‌های اقلیمی با تأکید بر رده‌بندی‌های مبتنی بر بیلان آبی- جغرافیای اقلیمی ایران- استفاده از روش‌های سنجش از دور در پیش‌بینی هوا و اقلیم
- میانگین‌های اقلیمی و تغییر اقلیم، تاریخچه مدل‌سازی اقلیمی، انواع مدل‌های اقلیمی، مدل‌ها GCM معایب و محاسن آنها، تغییر اقلیم در ایران، اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی، راهبرد سازگاری با اقلیم
- توضیح ۱- دانشجوی یک پروژه اقلیم‌شناسی منطقه‌ای اجرا خواهد کرد.
- توضیح ۲- حداقل یک جلسه بازدید از یک ایستگاه هواشناسی درجه ۱ و همچنین نزدیکترین مرکز پیش‌بینی هوا بعمل خواهد آمد.

روش ارزیابی:

| ارزشیابی مستمر | ✓ میان‌ترم | ✓ آزمون نهایی | پروژه |
|----------------|------------|---------------------|-------|
| | | ✓ آزمون‌های نوشتاری | |
| | | عملکردی | |

منابع:

- ۱- علیجانی، بهلول و محمد رضا کاویانی، ۱۳۸۲، مبانی آب و هواشناسی، چاپ سوم، تهران، انتشارات سمت
- ۳- جعفر پور، ابراهیم، ۱۳۷۱، اقلیم‌شناسی، انتشارات دانشگاه تهران
- ۴- علیزاده و همکاران، ۱۳۷۶، هوا و اقلیم‌شناسی، انتشارات دانشگاه تهران.



| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|----------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۱۴ عنوان درس به فارسی: آبرسانی |
| | عملی | | | | |
| | نظری | پایه | | تعداد ساعت: ۳۲ | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | الزامی | | ✓ نظری ✓ عملی | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | اختیاری | | | |
| عملی | | | | عنوان درس به انگلیسی: Water Supply | |
| آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار | | | | | |

اهداف کلی درس:

آشنائی با روش ها و محاسبات شبکه های آبرسانی شهری و دفع فاضلاب.

سرفصل یا رئوس مطالب:

مقدمه و تاریخچه

- تعیین میزان مصرف آب - تغییرات مصرف - تخمین جمعیت

منابع آب

- آب های سطحی و زیرزمینی - کیفیت آب - تجزیه شیمیایی آب - ضد عفونی و سختی آب

تصفیه آب

- کیفیت آب - تصفیه فیزیکی آب (رسوب گیری - فیلترکردن) - تصفیه شیمیایی آب - توزیع آب

مخازن توزیع زمینی و مرتفع - تعیین ظرفیت و طرح

طرح ساده لوله آبرسانی

- محاسبه افت انرژی کلی و افت بارهای ویژه - معرفی روشهای محاسبه لوله کشی - انواع شبکه های لوله کشی -

معرفی پمپها - برآورد قدرت تلمبه ها.

ایستگاههای پمپاژ

پمپهای مرکزگریز، توربینی و شناور - منحنی های مشخصه پمپها - استفاده پمپها به صورت موازی و سری -

محاسبه قدرت پمپها - نقطه کار پمپ - راندمان پمپ - موتورهای پمپها



روش ارزیابی:

| پروژه | ✓آزمون نهائی | ✓میان ترم | ارزشیابی مستمر |
|-------|--------------------|-----------|----------------|
| | ✓آزمون های نوشتاری | | |
| | عملکردی | | |

منابع:

1- Fair G.M. , J.C.Geyer and D.A.Okun, 1981, Elements of Water Supply and Wastewater Disposal, second edition ,John Wiley Sons.

2- Walski T. ,D.V. Chase , D. Savic , W. M. Greyman and S.Beckwith, 2000, Advanced Water Dist. Modeling and Management , by, E.koelle, Haested Methods, 200

۳- منزوی، محمد تقی، ۱۳۶۷، آبرسانی شهری، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۴۰ صفحه

۴- آشفته، جلال، ۱۳۸۵، طراحی آبرسانی شهری، انتشارات فنی حسینیان، ۷۱۴ صفحه.



| | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۱۵ عنوان درس به فارسی: تغذیه مصنوعی و سدهای زیرزمینی | |
| | عملی | | | تعداد ساعت: ۳۲ | | |
| | نظری | پایه | | الزامی | | |
| | عملی | | | | | |
| | نظری | اختیاری ✓ | | | | عنوان درس به انگلیسی: Artificial recharge and underground dams |
| | عملی | | | | | |
| | نظری ✓ | | | | | |
| | عملی | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه | | <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> کارگاه | | آموزش تکمیلی عملی: <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input checked="" type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | |

اهداف کلی درس:

آشنایی با روش های مختلف تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی، ویژگیها و قابلیت های سدهای زیرزمینی.

سرفصل یا رئوس مطالب:

فصل اول - تغذیه مصنوعی:

- مقدمه - تغذیه مصنوعی و هدفهای آن - روشهای تغذیه مصنوعی - بررسی امکانات یک منطقه از نظر تغذیه مصنوعی - نفوذپذیری خاکهای سطحی و حرکت آب در لایههای نیمه اشباع - بسته شدن خلل و فرج خاک سطحی، علل این پدیده و روشهای پیشگیری آن - بازگرداندن نفوذپذیری خاک سطحی به وضعیت اولیه - اثرات مواد معلق روی نفوذپذیری - روشهای کاهش مقدار مواد معلق سیلابها - تغذیه مصنوعی توسط چاه و مشکلات آن ساختمان چاههای تزریق - تغذیه مصنوعی از طریق پخش سطحی - بندها یا سدهای نفوذی - تغذیه واداری.

فصل دوم - سدهای زیرزمینی:

کاربرد روش ایجاد گردههای آب زیرزمینی - شناخت مواد تزریقی (سیمان - گل و مواد شیمیایی و غیره) - شناخت منطقه محل از لحاظ مخزن کردن آب از نظر شرایط زمین شناسی ساختاری - شناسایی و برآورد درصد و شکافهای مخزن سد زیرزمینی شناخت کیفیت محل احداث سد زیرزمینی به لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به لحاظ برآورد حجم مواد تزریقی و غیره.



روش ارزیابی:

| پروژه | ✓آزمون نهائی | ✓میان ترم | ارزشیابی مستمر |
|-------|--------------------|-----------|----------------|
| | ✓آزمون های نوشتاری | | |
| | عملکردی | | |

منابع:

1- Huisman L. and T.N. Olsthoorn, 1983, Artificial Recharge of Groundwater, Pitman Advanced Pub, 320 pages.

۲- اسماعیل رهبر، آهنگ کوثر، ۱۳۷۴ مقدمه‌ای بر مهار سیلابها و بهره‌وری بهینه از آنها: آبیاری سیلابی، تغذیه مصنوعی، بندهای کوتاه خاکی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۵۳۸ صفحه.



| | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۱۶ عنوان درس به فارسی: زمین‌ریخت‌شناسی کارست |
| | عملی | | | | |
| | نظری | پایه | | تعداد ساعت: ۳۲ | عنوان درس به انگلیسی: Karst Geomorphology |
| | عملی | | | | |
| | نظری | الزامی | | آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی سمینار | |
| | عملی | | | | |
| | نظری ✓ | اختیاری ✓ | | | |
| عملی | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه | | <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> کارگاه | | | |

اهداف کلی درس:

آشنائی با توپوگرافی و زمین‌ریخت‌شناسی مناطق کارستی.

سرفصل یا رئوس مطالب:

- معرفی اشکال سطحی مناطق کارستی
- دولین‌ها (رده‌بندی بر اساس شکل و سازوکار تشکیل)، اووال، بولیه (رده‌بندی و سازوکار تشکیل)، پونور، کارن، دره‌های کارستی
- غارهای کارستی
- عوامل تشکیل، خصوصیات پتروگرافی و ساختاری تشکیل، عوامل فیزیوگرافی، روش نقشه برداری و مطالعه غار، شرایط لازم برای ایجاد غار کارستی،
- غار نهشته‌ها
- رسوبات تخریبی غیر آهکی، رسوبات تخریبی آهکی، غارنهشته‌های شیمیایی
- رده‌بندی مناطق کارستی
- کارست کامل، کارست ناقص و کارست انتقالی
- تفاوت سیماهای کارستی مناطق خشک و مرطوب (تاثیرات اقلیمی)، معرفی زون‌های کارستی ایران با تاکید بر توپوگرافی و زمین‌ریخت‌شناسی
- زمین‌ریخت‌شناسی کاربردی
- کاربرد زمین‌ریخت‌شناسی کارست در پروژه‌های مهندسی با تاکید بر خطرات ساخت‌وساز مناطق دارای اشکال سطحی کارست به ویژه دولین.



- معرفی زمین‌ریخت‌شناسی کارست غیرکربناتی (گچ و نمکی با تاکید بر گنبد‌های نمکی و غارهای نمکی) در مقایسه با کارست کربناتی.

روش ارزیابی:

| پروژه | ✓آزمون نهائی | ✓میان ترم | ارزشیابی مستمر |
|-------|--------------------|-----------|----------------|
| | ✓آزمون های نوشتاری | | |
| | عملکردی | | |

منابع:

- 1- . Ford, D. C. and Williams P., 2007, Karst Hydrogeology and Geomorphology, John wiley and sons, 562 pages.
- 2- White, W.B., 1988, Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains, Oxford University press, Oxford and New York, 464 pages.



| | | | | | |
|------------------------------------|--------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۱۷ عنوان درس به فارسی: آب زمین‌شناسی کاربردی |
| | عملی | | | | |
| | نظری | پایه | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | الزامی | | | تعداد ساعت: ۳۲ |
| | عملی | | | | |
| | نظری ✓ | اختیاری ✓ | | | |
| عملی | | | | | |
| ندارد | | دارد <input type="checkbox"/> | آموزش تکمیلی عملی: | | |
| آزمایشگاه <input type="checkbox"/> | | کارگاه <input type="checkbox"/> | سفر علمی <input type="checkbox"/> | | |
| | | | سمینار <input type="checkbox"/> | | |

اهداف کلی درس:

آشنائی با موارد کاربردی مبانی آب‌زمین‌شناسی.

سرفصل یا رئوس مطالب:

خصوصیات مولکول آب:

- ساختمان اتم و خواص آن - ساختمان مولکول آب و انرژی مولکولی - آب مولکولی - آب بین دانه‌ای و آب بلوری.

خواص انحلال‌پذیری آب:

- خاصیت حل‌کنندگی آب - خاصیت حل‌کنندگی آب در طبیعت - رده‌بندی آب‌های طبیعی - فعالیت آب

(اسیدیته) - قلیابیت - سختی آب - رده‌بندی آب‌ها بر اساس نسبت وزنی - خوردندگی آب.

منشاء آب‌های طبیعی:

- آب‌های ماگمایی و آب‌های فسیل - دوره آب‌شناسی

گسترش منابع زیرزمینی آب:

- عملکرد آب در سازوکار هوازدگی - عمل فرسایش آب در سنگ‌ها - گسترش و توسعه ذخایر آب‌های زیرزمینی و

ظرفیت مخزنی سنگ‌های رسوبی - نقش مخروط افکنه‌ها در آب‌های زیرزمینی - خصوصیات آب‌زمین‌شناختی

رسوبات سیلابی - خصوصیات پنجه‌های آبرفتی و مخروط افکنه‌ها - سفره‌های آبدار در رسوبات دلتایی - سفره‌های

آبدار با منشاء دریایی و ارتفاع آب‌های شور و شیرین - شرایط آب‌زمین‌شناختی سنگ‌های شکسته‌شده و سامانه

های کارستی (Karstic) - انواع سفره‌های آبدار.

تغذیه و نفوذ:

- تغذیه در لایه‌های اشباع نشده - نفوذ - تغذیه آب‌های تحت فشار - عملکرد آب‌های تحت فشار - فرسایش‌های

زیرزمینی - نفوذپذیری سازندهای آبدار.



روش‌های اندازه‌گیری و ابزار:

- تعیین رطوبت خاک - تعیین نفوذ آب - آزمایش سفره‌های عمیق - روش‌های حفاری آب - آزمایش چاه‌های آرتزین - تعبیر و تفسیر منحنی‌های آبدهی و پمپاژ
- نقشه‌های آب‌زمین‌شناختی و مقاطع آب‌زمین‌شناختی.

روش ارزیابی:

| ارزشیابی مستمر | ✓ میان ترم | ✓ آزمون نهائی | پروژه |
|----------------|------------|---------------------|-------|
| | | ✓ آزمون های نوشتاری | |
| | | عملکردی | |

منابع:

- 1- Fetter, C.W., 2001, Applied hydrogeology, Prentice Hall, 598 PAGES
- 2- Kevin M. Hiscock, 2005, Hydrogeology (principles and practice), , Blackwell, 389 Pages
- 3- Todd, D. K. and Larry W. Mays, 2005, Groundwater hydrology, 3rd edition , John wiley and sons.
- 4- Kruseman, G. P. and N. A. De Ridder, 1990, Analysis and Evaluation of Pumping Test Data, (Ilri Pub Ser .: No 47).



| | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۱۸ عنوان درس به فارسی: زمین فیزیک کاربردی پیشرفته |
| | عملی | | | تعداد ساعت: ۳۲ | |
| | نظری | پایه | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | الزامی | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری ✓ | ✓ اختیاری | | | |
| | عملی | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه | | <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> کارگاه | | آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> سمینار | |
| عنوان درس به انگلیسی: Advanced Applied Geophysics | | | | | |

اهداف کلی درس:

آشنائی با روش های اکتشافی زمین فیزیکی به ویژه زمین الکتریک در اکتشاف آبهای زیرزمینی و تعیین محل حفر چاه.

سرفصل یا رئوس مطالب:

نحوه فرسایش در طبقات آبرفتی و مسیر و معابر زیرزمینی - رابطه بین مقاومت مخصوص و نفوذ پذیری لایه ها - خواص فیزیکی و شیمیائی و سنگ شناختی سنگ ها، خصوصیات مربوط به تخلخل، نفوذ پذیری و اشباع سنگها و طبقات - ضرائب هیدرودینامیکی طبقات - ویژگیهای الکتریکی سنگ ها - نحوه توزیع خطوط جریان و پتانسیل در زیرزمین - پدیده های مربوط به ناهمگنی سنگها - اثر ایزوتروپی لایه ها - نقش زمین فیزیک در اکتشاف منابع زیرزمینی - روش گرانی سنجی - روش مغناطیسی - روش لرزه نگاری.

اصول اکتشاف و راههای کاربرد آن:

آرایش های مختلف قطبی - عمق نفوذ جریان الکتریسته در زمین - مقایسه روش های متفاوت اکتشاف - اثر ساختارهای زمین شناختی

سونداز الکتریک:

آرایش ها و فوائد آنها - بررسی طبقات افقی - نظریه منحنی های سونداز الکتریک - کاتالوگ منحنی های استاندارد - تفسیر سوندازهای الکتریک - ارائه منحنی های استاندارد پنج طبقه و روش کاربرد آنها در مطالعات آبهای زیرزمینی - ارائه چند نمونه از مطالعات زمین الکتریک انجام شده در ایران - تمرین و عملیات

چاه پیمائی:



تعاریفی از ضرائب هیدرودینامیکی سنگ ها - روش های متداول حفاری و نقش گل حفاری دورانی - اصول چاه پیمایی و روش های متداول (روش اندازه گیری تغییرات پتانسیل خودالقائا (SP)، در چاه و تعبیر و تفسیر کمی و کیفی - اندازه گیری تغییرات مقاومت مخصوص الکتریکی در طبقات در چاه با روشهای رایج و تعبیر و تفسیرهای کمی و کیفی مربوطه - کاربرد لوگ های مقاومت الکتریکی و پتانسیل خودالقائا در اکتشافات - روش های رادیومتری در چاه و تعبیر و تفسیرهای کمی و کیفی مربوطه - سونیک لاگ و کاربرد آن - روش های اندازه گیری تغییرات قطر چاه و دما و رسانایی لایه ها در چاه و کاربرد آن.

روش ارزیابی:

| ارزشیابی مستمر | ✓ میان ترم | ✓ آزمون نهائی | بروزه |
|----------------|------------|---------------------|-------|
| | | ✓ آزمون های نوشتاری | |
| | | عملکردی | |

منابع:

- 1- Parasnis, D. S., 1997, Principles of applied geophysics, Chapman & Hall, Fifth edition.
- 2- Telford, W. M., Geldart, L. P., and Sheriff, R. E., 1998, Applied Geophysics, Cambridge University Press.
- 3- Yungul, S. H., 1996, Electrical Methods in Geophysical Exploration of Deep Sedimentary Basins, Chapman & Hall.



| | | | | | |
|------------------------------------|--------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| دروس پیشنیاز: ندارد | نظری | جبرانی | نوع واحد | تعداد واحد: ۲ | کد درس: ۹۱۹ عنوان درس به فارسی: بهره برداری از آبهای زیرزمینی |
| | عملی | | | تعداد ساعت: ۳۲ | |
| | نظری | پایه | | | |
| | عملی | الزامی | | | |
| | نظری | | | | |
| | عملی | ✓ اختیاری | | | |
| | نظری ✓ | | | | |
| | عملی | | | | |
| ندارد | | | | آموزش تکمیلی عملی: | عنوان درس به انگلیسی: Groundwater Exploitation |
| آزمایشگاه <input type="checkbox"/> | | دارد <input type="checkbox"/> | کارگاه <input type="checkbox"/> | سفر علمی <input type="checkbox"/> | |

اهداف کلی درس:

آشنائی با روش های حفاری، تکمیل و توسعه و نگهداری جاههای آب.



سرفصل یا رئوس مطالب:

- کلیات
- تاریخچه - شرایط لازم به منظور احداث تاسیسات استخراج
- تاسیسات استخراج آبهای زیرزمینی
- مطالعه اقتصادی - رده بندی تاسیسات استخراج - روش های استخراج و بهره برداری از آبهای زیرزمینی - قنات (تاریخچه و نحوه پراکندگی - محاسن و معایب - فن حفر قنات - وسایل و ابزارهای مورد نیاز).
- چاهها (تشریح انواع چاههای دستی، دهانه گشاد و دستی نقب دار، روش های احداث کلوس، رانی و فلمان - چاههای عمیق، روش های حفاری ضربه ای، دورانی و سایر روش ها، چاه چوبی، انحرافی).
- چشمه ها (انواع چشمه ها و مقاطع زمین شناسی آنها - نحوه بهره برداری از چشمه های رخنمونی و ایستابی) - انحرافی.
- انتخاب نوع حفاری در ارتباط با جنس زمین: مواد حفاری (گل حفاری و مشخصات آن - کف - هوا)
- تجهیز چاههای عمیق
- تزریق سیمان - لوله گذاری - انواع لوله های مشبک - رابطه بین منافذ لوله های مشبک و دانه سنجی لایه آبدار - افزایش آبدهی چاهها - پمپاژ آزمایشی (شستسوی چاهها، تعیین آبدهی چاهها و انتخاب موتور پمپها).
- نگهداری و بهداشت چاهها
- پدیده گرفتگی و لوله های مشبک و زمین های اطراف - نحوه جرم زدایی - پدیده خوردگی - حفاظت چاهها در

مقابل الودگی.

روش ارزیابی:

| پروژه | ✓آزمون نهائی | ✓میان ترم | ارزشیابی مستمر |
|-------|--------------------|-----------|----------------|
| | ✓آزمون های نوشتاری | | |
| | عملکردی | | |

منابع:

David B. and Clark L., 2006, Water Wells and Boreholes, Bruce Misstear, John Wiley & Sons Ltd, 498 pages.

