



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



برنامه درسی رشته

علوم زمین گرایش آب زمین شناسی

HYDROGEOLOGY

مقطع کارشناسی ارشد

مصوب چهل و دومین جلسه شورای دانشگاه

مورخ ۱۴۰۴/۶/۱۶



اعضای کمیته تدوین و بازنگری برنامه:

عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان	دکتر مهرداد پسندی
عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان	دکتر مسعود مرسلی



بسمه تعالی



دانشگاه اصفهان

شماره :
تاریخ :
پست :
۳۶۷۳۱/۱۴۰۳/ج
۱۴۰۳/۰۸/۱۲



موضوع :

شورای عمومی- بازنگری رشته آب شناسی

زمان و مکان :

گروه زمین شناسی - روز مورخ ۱۴۰۳/۰۸/۱۲

اعضاء جلسه :

دکتر جمالی- دکتر صالحی- دکتر صفری- دکتر ترابی- دکتر فرضی پور صائین- دکتر باقری- دکتر پسندی- دکتر ندین- دکتر مرسلی- دکتر اعلمی نیا- دکتر اجل لوییان- دکتر بهرامی- دکتر پاکزاد- دکتر صفری- دکتر طباطبایی منش- دکتر قاضی فرد- دکتر مکی زاده- دکتر ندیمی- دکتر وزیری- دکتر هاشمی

جلسه با یاد و نام خدا آغاز و موارد زیر مورد بحث و بررسی قرار گرفت.

بند ۱- شورا بازنگري برنامه درسي تحصيلات تکميلي رشته علوم زمین گرایش آب زمین شناسی را مورد تایید قرارداد.



اصفهان/ میدان آزادی بلوار دانشگاه/ دانشگاه اصفهان کدپستی ۸۱۷۴۶-۷۳۴۴۱

www.ui.ac.ir

تلفن: ۳۷۹۳۲۶۴۰-۳۷۹۳۲۱۲۸



بسمه تعالی

شماره :
تاریخ :
پوست:



دانشگاه اصفهان

صفری امراله	تدین میثم	جمالی حمایت	پسندی مهرداد
فرضی پور صائین علی	باقری هاشم	ندیمی شهرکی علیرضا	صالحی محمدعلی
مرسلی مسعود	قزایی قدرت	هاشمی مرتضی	فرضی پور صائین علی
وزیری مقدم حسین	طباطبایی منش سید محسن		پاکزاد حمیدرضا

اصفهان/ میدان آزادی بلوار دانشگاه/ دانشگاه اصفهان کدپستی ۸۱۷۴۶-۷۳۴۴۱

www.ui.ac.ir

تلفن: ۳۷۹۳۲۶۴۰-۳۷۹۳۲۱۲۸



فهرست..... شماره صفحه

فصل اول : مشخصات کلی دوره کارشناسی ارشد علوم زمین گرایش آب زمین‌شناسی

- ۱- مقدمه: معرفی کلی و تبیین برنامه درسی ۱۱
- ۲- اهداف ۱۱
- ۳- اهمیت و ضرورت ۱۲
- ۴- تعداد و نوع واحدهای درسی (بر اساس جدول شماره ۱ تا ۳ آیین‌نامه تدوین و بازنگری برنامه‌های درسی) ۱۳
- ۵- نقش، توانایی و شایستگی مورد انتظار از دانش‌آموختگان ۱۳
- ۶- شرایط و ضوابط ورود به دوره ۱۴
- ۷- شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته ۱۴
- ۸- زمینه‌های شغلی حال و آینده ۱۴
- ۹- جایگاه تمدنی، فرهنگی و اجتماعی (جایگاه رشته تحصیلی در حوزه تمدنی گذشته، حال و آینده و بافت فرهنگی و اجتماعی کشور) ۱۵

فصل دوم : جدول عناوین و مشخصات دروس

- ۱- جدول (۲)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی رشته علوم زمین گرایش آب زمین‌شناسی ۱۷
- ۲- جدول (۳)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری رشته علوم زمین گرایش آب زمین‌شناسی ۱۹
- ۲- جدول (۴)- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی الزامی رشته علوم زمین گرایش آب زمین‌شناسی ۲۳

فصل سوم : ویژگیهای هریک از دروس (هدف و سرفصل دروس) کارشناسی ارشد علوم زمین گرایش آب زمین‌شناسی

دروس تخصصی الزامی

- ۱- هیدرولیک آب زیرزمینی ۲۵
- ۲- آب زمین‌شناسی پیشرفته ۲۷
- ۳- مدل‌سازی آب زیرزمینی ۲۹
- ۴- آزمایشگاه مدل‌سازی آب زیرزمینی ۳۱
- ۵- آب زمین‌شیمی کاربردی ۳۳



۳۵ ۶- آزمایشگاه آب زمین‌شیمی کاربردی

۳۷ ۷- آب زمین‌شناسی کارست

دروس تخصصی اختیاری

۳۹ ۱- آلودگی آب زیرزمینی

۴۱ ۲- آزمایشگاه آلودگی آب زیرزمینی

۴۳ ۳- آب‌شناسی پیشرفته

۴۵ ۴- مدیریت، برنامه‌ریزی و اقتصاد منابع آب

۴۷ ۵- آب‌های زیرزمینی و مسائل ژئوتکنیکی

۴۹ ۶- ردیاب‌ها

۵۱ ۷- تغذیه مصنوعی و سدهای زیرزمینی

۵۳ ۸- زمین‌فیزیک کاربردی

۵۵ ۹- هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در مطالعات آب زیرزمینی

۵۷ ۱۰- سنجش از دور کاربردی

۵۹ ۱۱- آزمایشگاه سنجش از دور کاربردی

۶۱ ۱۲- سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی

۶۳ ۱۳- آزمایشگاه سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی

۶۵ ۱۴- ریاضیات کاربردی

۶۷ ۱۵- مباحث ویژه در آب زمین‌شناسی

۶۹ ۱۶- سمینار و روش تحقیق

دروس جبرانی

۷۱ ۱- آمار و احتمال مهندسی



جدول تغییرات

ردیف	عنوان درس در برنامه قبلی (مرجع)	تعداد واحد		عنوان درس در برنامه بازنگری شده	تعداد واحد		استاد بازنگری درس	توضیحات
		نظری	عملی		نظری	عملی		
۱	مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی	۲	-	مدل‌سازی آب زیرزمینی	۱	-	دکتر مهرباد پسندی	محتوا و منابع سرفصل به‌روز رسانی شده است
				آزمایشگاه مدل‌سازی آب زیرزمینی	-	۱	دکتر مهرباد پسندی	جدید
۲	مدیریت، برنامه‌ریزی و اقتصاد منابع آب	۲	-	مدیریت، برنامه‌ریزی و اقتصاد منابع آب	۲	-	دکتر مهرباد پسندی	محتوا و منابع سرفصل به‌روز رسانی شده است
۳	هیدرولیک آب‌های زیرزمینی	۳	-	هیدرولیک آب زیرزمینی	۳	-	دکتر مهرباد پسندی	محتوا و منابع سرفصل به‌روز رسانی شده است
۴	آب زمین‌شیمی	۲	-	آب زمین‌شیمی کاربردی	۱	-	دکتر مهرباد پسندی	محتوا و منابع سرفصل به‌روز رسانی شده است
				آزمایشگاه آب زمین‌شیمی کاربردی	-	۱	دکتر مهرباد پسندی	جدید
۵	آلودگی آب‌های زیرزمینی			آلودگی آب زیرزمینی	۱	-	دکتر مهرباد پسندی	محتوا و منابع سرفصل به‌روز رسانی شده است
				آزمایشگاه آلودگی آب زیرزمینی	-	۱	دکتر مهرباد پسندی	جدید
۶	آب زمین‌شناسی پیشرفته	۲	-	آب زمین‌شناسی پیشرفته	۲	-	دکتر مسعود مرسلی	محتوا و منابع سرفصل به‌روز رسانی شده است
۷	آب‌شناسی پیشرفته	۲	-	آب‌شناسی پیشرفته	۲	-	دکتر مسعود مرسلی	محتوا و منابع سرفصل به‌روز رسانی شده است
۸	آب‌شناسی کارست	۳	-	آب زمین‌شناسی کارست	۳	-	دکتر مسعود مرسلی	محتوا و منابع سرفصل به‌روز رسانی شده است

۹	آب‌های زیرزمینی و مسائل ژئوتکنیکی	۲	-	آب‌های زیرزمینی و مسائل ژئوتکنیکی	۲	-	دکتر مسعود مرسلی	محتوا و منابع سرفصل به‌روز رسانی شده است
۱۰	ردیاب‌ها	۲	-	ردیاب‌ها	۲	-	دکتر مسعود مرسلی	محتوا و منابع سرفصل به‌روز رسانی شده است
۱۱	تغذیه مصنوعی و سدهای زیرزمینی	۲	-	تغذیه مصنوعی و سدهای زیرزمینی	۲	-	دکتر مسعود مرسلی	محتوا و منابع سرفصل به‌روز رسانی شده است
۱۲	زمین فیزیک کاربردی پیشرفته	۲	-	زمین فیزیک کاربردی	۲	-	دکتر مهرداد پسندی	محتوا و منابع سرفصل به‌روز رسانی شده است
۱۳	-	-	-	هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در مطالعات آب زیرزمینی	۲	-	دکتر مهرداد پسندی	جدید
۱۴	-	-	-	سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی	۱	-	دکتر مهرداد پسندی	جدید
۱۵	-	-	-	آزمایشگاه سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی	-	۱	دکتر مهرداد پسندی	جدید
۱۶	-	-	-	سنجش از دور کاربردی	۱	-	دکتر مهرداد پسندی	جدید
۱۷	-	-	-	آزمایشگاه سنجش از دور کاربردی	-	۱	دکتر مهرداد پسندی	جدید
۱۸	ریاضیات تکمیلی	۳	-	ریاضیات کاربردی	۳	-	دکتر مهرداد پسندی	به دروس تخصصی اختیاری انتقال یافته و همچنین محتوا و منابع سرفصل به‌روز رسانی شده است



۱۹	آمار و احتمالات	۲	-	آمار و احتمال مهندسی	۲	-	دکتر مهرداد پسندی	محتوا و منابع سرفصل به‌روز رسانی شده است
۲۰	آب‌زمین‌شناسی سنگ‌های آذرین و دگرگونی	۲	-	-	-	-	-	حذف
۲۱	هواشناسی و اقلیم‌شناسی	۲	-	-	-	-	-	حذف
۲۲	آبرسانی	۲	-	-	-	-	-	حذف
۲۳	زمین ریخت‌شناسی کارست	۲	-	-	-	-	-	حذف
۲۴	آب زمین‌شناسی کاربردی	۲	-	-	-	-	-	حذف
۲۵	بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی	۲	-	-	-	-	-	حذف
۲۶	-	-	-	مباحث ویژه در آب زمین‌شناسی	۲	-	دکتر مهرداد پسندی	جدید
۲۷	-	-	-	سمینار و روش تحقیق	۲	-	دکتر مهرداد پسندی	جدید



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی کارشناسی ارشد علوم زمین گرایش آب زمین شناسی

الف) مقدمه: معرفی کلی و تبیین برنامه درسی

آب زیرزمینی یکی از مهمترین منابع تامین آب شیرین مورد نیاز انسان است و استفاده از این منابع در کشور ما که فاقد منابع آب سطحی فراوان است از دیرباز رواج بسیار داشته است. امروزه بخش مهمی از آبهای مورد نیاز جهت مصارف شرب، کشاورزی و صنعت از منابع آب زیرزمینی تامین می گردد. حتی در مناطقی که آب های سطحی به میزان کافی موجود است ممکن است به دلیل کیفیت نامناسب و یا عدم مهار منابع آب سطحی، استحصال منابع آب زیرزمینی ترجیح داده شود. همچنین مطالعه و حل مشکلات زیست محیطی مرتبط با آب زیرزمینی از نیازمندی‌ها و علوم روز دنیا محسوب می گردد. از سویی دیگر ارتباط منابع آب زیرزمینی و آب سطحی، مطالعه مشکلات ناشی از این منابع در پروژه های عمرانی نظیر سازه های آبی همچون سدها و تونل های انتقال آب را اجتناب ناپذیر ساخته است.

مطالعه خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، حرکت، توزیع و تبادل آب زیرزمینی با هوا و آب های سطحی و همچنین واکنش های آب زیرزمینی در محیط و ارتباط آن با موجودات زنده در قلمرو علم هیدرولوژی آب زیرزمینی و یا به اصطلاح آب زمین شناسی قرار دارد. آب زمین شناسی جنبه های اقتصادی و اجتماعی بهره برداری از منابع آب زیرزمینی را نیز در بر می گیرد. این علم یک شاخه بین رشته ای علوم زمین است که از مجموعه ای از دانش های زمین شناسی، هیدرولوژی، هیدرولیک، ژئوفیزیک، شیمی، ریاضی، آمار و محیط زیست بهره می گیرد.

با پیشرفت روزافزون تکنولوژی و تحولات زیادی که در زندگی بشر رخ داده، رشته آب زمین شناسی جایگاه مهمی در صنعت آب کشور یافته است. امروزه علم آب زمین شناسی توأم با توسعه و حفاظت منابع آب که از اجزاء مهم برنامه های توسعه کشور می باشد، در حال گسترش است. عدم توجه به گسترش این علم، زیانهای ناشی از سرمایه گذاری های عظیم نادرست در این زمینه و عدم موفقیت در دستیابی به اهداف پروژه های مرتبط در کشور ایران که در منطقه کم آب جهان واقع شده است را در پی داشته و خواهد داشت. در این صورت مشکلات عدم تامین بخش عمده ای از آب مورد نیاز صنعت، کشاورزی و شرب که از آب های زیرزمینی تامین می گردد، جبران ناپذیر خواهد بود.

ب) اهداف

نگهداری و بهره برداری بهینه منابع آب زیرزمینی با تحمل هزینه کمتر در سایه تربیت نیروی متخصص که از توانایی مدیریت این منابع و هدایت مطالعات و پژوهش در این زمینه برخوردار باشند، میسر است. با توجه به مشکلات کم آبی سالهای اخیر و عدم دسترسی به منابع آب سطحی در بیشتر مناطق کشور و نقش کلیدی تامین آب برای مصارف شرب و تامین بهداشت، مصارف کشاورزی، صنعتی و تامین نیرو و از سویی دیگر جایگاه ویژه مطالعات و پژوهش های زیست محیطی مرتبط با آب زیرزمینی و همچنین نیاز دانشگاهها و مؤسسات علمی و پژوهشی و وزارتخانه ها و بخش خصوصی به نیروهای متخصص در گرایش آب زمین شناسی ضروری می باشد. امروزه بهره برداری و نگهداری بهینه منابع آب زیرزمینی و تربیت نیروی انسانی متخصص این رشته در سطوح مختلف از عمده نیازهای اساسی کشور است. در این رشته تعداد متخصصین بسیار محدود بوده و همت گماردن به تربیت نیروی کارآمد امری ضروری می باشد.

در دوره کارشناسی ارشد رشته آب زمین شناسی، مطالعه و تحقیق در خصوص جنبه های مختلف این علم نظیر جریان در محیط های متخلخل و آبخوان های درز و شکافدار و کارستی، مدل سازی جریان آب زیرزمینی، مطالعات زیست محیطی در خصوص شوری آب، بررسی حرکت و چگونگی کنترل آلاینده های صنعتی و بیولوژیکی و همچنین طریقه بهره برداری و مدیریت منابع آب در مراحل مختلف طراحی، نظارت و اجرای آبخوار پروژه های آب زیرزمینی آموزش داده می شود و فارغ التحصیلان این دوره توان انجام تحقیقات لازم جهت حل مشکلات کمی و کیفی آب های زیرزمینی کشور را کسب خواهند نمود.



فارغ التحصیلان این رشته توانایی جذب در واحدهای تابعه وزارت نیرو نظیر شرکت‌های آب منطقه‌ای و آبفای استان‌ها و شهرستان‌ها و شرکت‌های نیمه خصوصی و خصوصی وابسته را خواهند داشت. همچنین استخدام متخصصین این رشته در سازمان محیط زیست کشور، مراکز تحقیقات آب و خاک تابعه وزارت جهاد کشاورزی و نیز سازمان‌ها و شرکت‌های مشاوره و اجرایی فعال در پروژه‌های ملی عمرانی مرتبط با ساخت سازه‌های آبی امکان‌پذیر است.

پ) اهمیت و ضرورت

رشته آب زمین‌شناسی از رشته‌های بسیار کاربردی علوم زمین در سطح بین‌الملل است و با توجه به زمینه‌های مختلف کاربردی این رشته جایگاه مناسبی در حل مسائل هیدرولوژی و عمرانی دارد. این رشته با توجه به عرصه کاربردی گسترده آن جزء رشته‌های اصلی و مطرح در میان رشته‌های مختلف علوم زمین و هیدرولوژی در دانشگاه‌های معتبر دنیا است. علاوه بر این امکان پاسخگویی مناسب‌تر به نیازهای روز افزون صنعت آب در سطح ملی و تامین نیروی انسانی متخصص با هدف طراحی و اجرای پروژه در سطح منطقه‌ای و بین‌المللی با برگزاری این رشته محقق می‌گردد.

با توجه به تاکید برنامه‌های کلان کشور بر تبدیل ایران اسلامی به قدرت برتر در تمامی عرصه‌ها با تکیه بر توسعه پایدار و پیشرفت در میادین مختلف علمی، صنعتی و... در سطح منطقه، به طور کلی راه اندازی این رشته در برنامه‌های توسعه استان و کشور از جایگاه مهمی برخوردار است. خشکسالی‌های اخیر و مشکلات پدید آمده برای تامین آب جهت مصارف مختلف در سطح استان و همچنین آلاینده‌گی منابع آب زیرزمینی متأثر از صنایع و معادن متعدد در این منطقه، تربیت متخصص رشته آب زمین‌شناسی را ضروری ساخته و با اهداف پیش‌بینی شده در سند چشم‌انداز ۲۰ ساله نقشه جامع علمی کشور مطابقت دارد. در این راستا سعی گردیده که دروس کاربردی و عملی در بازنگری برنامه درسی گنجانده شود.



ت) تعداد و نوع واحدهای درسی (بر اساس جدول شماره ۱ تا ۳ آیین‌نامه تدوین و بازنگری برنامه‌های درسی)

جدول (۱) - توزیع واحدهای کارشناسی ارشد

نوع دروس	تعداد واحد
دروس تخصصی الزامی	۱۲
دروس تخصصی اختیاری	۱۴
پایان‌نامه	۶
جمع	۳۲

ث) نقش، توانایی و شایستگی مورد انتظار از دانش‌آموختگان:

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
برنامه ریزی، طراحی و نظارت بر اجرای پروژه‌های آب‌های زیرزمینی	مدیریت، برنامه‌ریزی و اقتصاد منابع آب، مدل‌سازی آب زیرزمینی
تجزیه و تحلیل مشکلات و نارسایی‌های موجود در تامین آب‌های زیرزمینی و روشهای بهبود کمی و کیفی این منابع	آب زمین‌شیمی کاربردی، آلودگی آب زیرزمینی، مدیریت، برنامه‌ریزی و اقتصاد منابع آب، مدل‌سازی آب زیرزمینی
تحقیق و بررسی در زمینه آب‌های زیرزمینی و بهبود روشهای بهره‌برداری این منابع	آب زمین‌شناسی پیشرفته، آب زمین‌شناسی کارست
تامین و مدیریت و بهینه‌سازی مصرف آب زیرزمینی توجه به شرایط اقلیمی ایران	مدل‌سازی آب زیرزمینی، آب زمین‌شناسی پیشرفته
بررسی آلاینده‌های آب زیرزمینی و اجرای بهینه روش‌های پاکسازی منابع آلوده	آلودگی آب زیرزمینی
پژوهش در خصوص حل مشکلات ناشی از پدیده کارست و نشست آب زیرزمینی و در پروژه‌های عمرانی	آب زمین‌شناسی کارست، آب‌های زیرزمینی و مسائل ژئوتکنیکی
تحقیق و بررسی در خصوص خطرات زمینی ناشی از نوسانات سطح آب زیرزمینی نظیر فرونشست و زمین لغزش	آب‌های زیرزمینی و مسائل ژئوتکنیکی
تحقیق ارتباط و تبادل بین منابع آب سطحی و زیرزمینی	آب‌شناسی پیشرفته، ردیاب‌ها، مدل‌سازی آب زیرزمینی، تغذیه مصنوعی و سدهای زیرزمینی
مدیریت و بهینه‌سازی مصرف آب زیرزمینی	مدیریت، برنامه‌ریزی و اقتصاد منابع آب، مدل‌سازی آب زیرزمینی
مطالعات تاثیرات آب زیرزمینی بر محیط زیست	آب زمین‌شیمی کاربردی، آلودگی آب زیرزمینی



مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
بررسی توزیع و جریان آب زیرزمینی در زمان و مکان توسط مدل‌سازی آب زیرزمینی	هیدرولیک آب زیرزمینی، مدل‌سازی آب زیرزمینی
مطالعات چشمه‌های آب گرم و انرژی زمین گرمایی	آب زمین‌شیمی کاربردی، آب زمین‌شناسی پیشرفته
بررسی‌های زمین‌شناسی، زمین‌فیزیکی و دورسنجی منابع آب زیرزمینی	زمین‌فیزیک کاربردی، سنجش از دور کاربردی، سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی
روش‌های نوین داده‌کاوی برای پردازش و تحلیل داده‌های آب زیرزمینی شامل الگوریتم‌های زمین آمار، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین	هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در مطالعات آب زیرزمینی، سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی، سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره (اطلاعات این بند به صورت پیشنهادی می‌باشد و شرایط و ضوابط

ورود به دوره‌های تحصیلی، تابع سیاست‌های بالادستی می‌باشد).

فارغ‌التحصیلان کارشناسی رشته‌های زمین‌شناسی، علوم و مهندسی آب، مهندسی عمران، علوم و مهندسی محیط زیست می‌توانند در این رشته به ادامه تحصیل بپردازند.

چ) شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته؛

اجرای مطلوب و گسترش رشته علوم زمین گرایش آب زمین‌شناسی نیازمند آزمایشگاه، تجهیزات آزمایشگاهی و وسایل نمونه‌برداری زمین است که بخش عمده‌ای در سال‌های اخیر فراهم گردیده است. در ضمن در جهت توانمندی فارغ‌التحصیلان این رشته در شناخت محاسباتی، سرفصل درس تخصصی اختیاری ریاضیات کاربردی تدوین گردیده و همچنین درس جبرانی آمار و احتمالات مهندسی به صورت الزامی پیشنهاد شده است.

ه) زمینه‌های شغلی حال و آینده

فارغ‌التحصیلان این رشته توانایی جذب در واحدهای تابعه وزارت نیرو نظیر شرکت‌های آب منطقه‌ای و آبفای استان‌ها و شهرستان‌ها و شرکت‌های نیمه خصوصی و خصوصی وابسته را خواهند داشت. همچنین استخدام متخصصین این رشته در سازمان محیط زیست کشور و نیز سازمان‌ها و شرکت‌های مشاوره و اجرایی فعال در پروژه‌های ملی عمرانی مرتبط با ساخت سازه‌های آبی امکان‌پذیر است. بطور کلی مشاغل ذیل قابل احراز است:

- ۱- کارشناس ارشد علوم زمین گرایش آب زمین‌شناسی در پروژه‌های عمرانی
- ۲- کارشناس ارشد علوم زمین گرایش آب زمین‌شناسی در پروژه‌های زیست محیطی و مقابله با آلاینده‌گی منابع آب زیرزمینی
- ۳- کارشناس ارشد مطالعات آب زیرزمینی
- ۴- کارشناس ارشد حفاظت منابع آب
- ۵- کارشناس ارشد کیفیت منابع آب زیرزمینی (هیدروژئوشیمی)
- ۶- کارشناس ارشد امور حفاری و بهره‌برداری از چاه‌ها و قنات
- ۷- کارشناس ارشد آب زمین‌فیزیک



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

آب زیرزمینی همواره به عنوان یک عنصر حیاتی و حیات‌بخش در تمدن‌های مختلف، به ویژه در ایران با اقلیم خشک و نیمه‌خشک، نقشی محوری ایفا کرده است. این عنصر ارزشمند، نه تنها تأمین‌کننده آب شرب و کشاورزی بوده، بلکه بر فرهنگ، آداب و رسوم و حتی ساختار اجتماعی جوامع ایرانی نیز تأثیر بسزایی گذاشته است. آب در باورهای مذهبی، ادبیات، هنر و معماری ایرانیان جایگاه ویژه‌ای دارد و نقش محوری در شکل‌گیری هویت جمعی جوامع شهری و روستایی ایفا کرده است.

در تمدن‌های باستانی ایران، همچون هخامنشیان، ساسانیان و ...، آب زیرزمینی به عنوان یک منبع ارزشمند شناخته می‌شد. قنات به عنوان یکی از شاهکارهای مهندسی آب در آن زمان، گواهی بر اهمیت آب زیرزمینی در تأمین آب کشاورزی و شرب بوده است. در گذشته، کشاورزی به عنوان شغل اصلی مردم ایران، به شدت وابسته به آب زیرزمینی بوده است و قنات‌ها و چاه‌ها، منابع اصلی تأمین آب برای آبیاری مزارع و باغ‌ها بوده‌اند. آب در فرهنگ ایرانی، نمادی از پاکی، حیات و برکت است و بسیاری از آیین‌ها و مراسم مذهبی و سنتی ایرانیان، به نحوی با آب مرتبط بوده‌اند.

امروزه نیز آب زیرزمینی نقش بسیار مهمی در تأمین آب بخش‌های شرب، کشاورزی و صنعت ایران ایفا می‌کند، به ویژه در مناطقی که منابع آب سطحی محدود است. با افزایش جمعیت، توسعه صنایع و تغییر الگوهای کشت، فشار بر منابع آب زیرزمینی به شدت افزایش یافته است. برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، افت سطح آب، شور شدن آب‌ها و فرونشست زمین از جمله چالش‌های اصلی در این حوزه هستند. با توجه به تغییرات اقلیمی، انتظار می‌رود که منابع آب زیرزمینی ایران با کاهش بیشتری مواجه شود و توسعه پایدار و حفظ منابع آب زیرزمینی برای نسل‌های آینده، مستلزم اتخاذ سیاست‌های جامع و بلندمدت است. لذا تربیت متخصصان علوم زمین گرایش آب زمین‌شناسی می‌تواند گامی در جهت شناخت وضعیت منابع آب زیرزمینی کشور، مدیریت پایدار این منابع و حفظ آن برای نسل‌های آینده باشد.



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس کارشناسی ارشد علوم زمین گرایش آب زمین شناسی



جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی رشته علوم زمین گرایش آب زمین شناسی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع				تعداد جلسات	تعداد ساعات*		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	عملی	نظری -		نظری	عملی		
۱	مدل سازی آب زیرزمینی	۱	۱	-	-	-	۸	۱۶	-	هیدرولیک آب زیرزمینی	
۲	آزمایشگاه مدل سازی آب زیرزمینی	۱	-	۱	-	-	۱۶	-	۳۲	هیدرولیک آب زیرزمینی	
۳	هیدرولیک آب زیرزمینی	۳	-	-	۳	-	۳۲	۳۲	۳۲	آب زمین شناسی پیشرفته	
۴	آب زمین شیمی کاربردی	۱	۱	-	-	-	۸	۱۶	-	-	-
۵	آزمایشگاه آب زمین شیمی کاربردی	۱	-	۱	-	-	۱۶	-	۳۲	-	-
۶	آب زمین شناسی پیشرفته	۲	۲	-	-	-	۱۶	۳۲	-	-	-
۷	آب زمین شناسی کارست	۳	-	-	۳	-	۳۲	۳۲	۳۲	آب زمین شناسی پیشرفته	-

*: ساعت آموزش برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت، عملی ۳۲ ساعت، عملی (از نوع کارگاهی) ۴۸ ساعت، کارآموزی و کارورزی ۶۴ یا ۱۲۸ ساعت است.



جدول (۳) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری رشته علوم زمین گرایش آب زمین‌شناسی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع				تعداد جلسات	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		تعداد ساعات*		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	عملی	نظری		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱	مدیریت، برنامه‌ریزی و اقتصاد منابع آب	۲	۲	-	-	-	۱۶	x	-	۳۲	-	-	-
۲	آلودگی آب زیرزمینی	۱	۱	-	-	-	۱۶	-	x	۱۶	-	آب زمین شیمی کاربردی	-
۳	آزمایشگاه آلودگی آب زیرزمینی	۱	-	۱	-	-	۱۶	-	x	-	۳۲	آزمایشگاه آب زمین شیمی کاربردی	-
۴	آب‌شناسی پیشرفته	۲	۲	-	-	-	۱۶	x	-	۳۲	-	-	-



۵	آب‌های زیرزمینی و مسائل ژئوتکنیکی	۲	۲	-	-	۱۶	x	-	۳۲	-	-	-
۶	ردیاب‌ها	۲	۲	-	-	۱۶	x	-	۳۲	-	-	-
۷	تغذیه مصنوعی و سدهای زیرزمینی	۲	۲	-	-	۱۶	-	x	۳۲	-	-	-
۸	زمین فیزیک کاربردی	۲	۲	-	-	۱۶	x	-	۳۲	-	-	-
۹	هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در مطالعات آب زیرزمینی	۲	۲	-	-	۱۶	x	-	۳۲	-	ریاضیات کاربردی	آمار و احتمال



۱۰	سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی	۱	۱	-	-	۱۶	x	-	۱۶	-	-	-
۱۱	آزمایشگاه سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی	۱	-	۱	-	۱۶	x	-	۱۶	-	۳۲	-
۱۲	سنجش از دور کاربردی	۱	۱	-	-	۱۶	x	-	۱۶	-	-	۱۶
۱۳	آزمایشگاه سنجش از دور کاربردی	۱	-	۱	-	۱۶	x	-	۱۶	-	۳۲	-
۱۴	ریاضیات کاربردی	۲	۲	۲	-	۱۶	x	-	۱۶	-	-	۳۲



۱۵	مباحث ویژه در آب زمین‌شناسی	۲	۲	-	-	۱۶	x	-	۳۲	-	-	-
۱۶	سمینار و روش تحقیق	۲	۲	-	-	۱۶	x	-	۳۲	-	-	-

*: ساعت آموزش برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت، عملی ۳۲ ساعت، عملی (از نوع کارگاهی) ۴۸ ساعت، کارآموزی و کارورزی ۶۴ یا ۱۲۸ ساعت است

*: دانشجو با پیشنهاد استاد راهنما و تایید کمیته‌ی تحصیلات تکمیلی گروه می‌تواند حداکثر یک یا دو درس از رشته گرایش‌های مرتبط را اخذ نماید



جدول (۴)- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی رشته علوم زمین گرایش آب زمین‌شناسی

ردیف	عنوان درس*	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع				تعداد جلسات	تعداد ساعات*		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	عملی	نظری -		نظری	عملی		
۱	آمار و احتمال مهندسی	۲	۲	۲	-	-	۱۶	۳۲	-	-	ریاضیات کاربردی

*: با توجه به اهمیت و کاربرد درس آمار و احتمالات در مباحث و تحقیقات آب زیرزمینی و همچنین درج این درس به عنوان درس جبرانی در برنامه درسی مرجع گرایش آب زمین‌شناسی، دانشجویان ملزم به انتخاب و گذراندن این درس می‌باشند.



فصل سوم

ویژگی‌های دروس

الف: عنوان درس به فارسی: هیدرولیک آب زیرزمینی				
نوع درس و واحد		Groundwater Hydraulics		عنوان درس به انگلیسی:
☐ نظری	☐ پایه	آب‌زمین‌شناسی پیشرفته		دروس پیش‌نیاز:
☐ عملی	☒ تخصصی الزامی			دروس هم‌نیاز:
☒ نظری-عملی	☐ تخصصی اختیاری	حل تمرین: -	۳	تعداد واحد:
	☐ پروژه/ رساله / پایان‌نامه		۶۴	تعداد ساعت:
	☐ مهارتی-اشتغال پذیری			
مرتبط با مأموریت/آمایش		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس		
☐ موسسه است		تخصصی اختیاری مشخص شود)		
مرتبط با آمایش/مأموریت				
☐ موسسه نیست				

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ■ آزمایشگاه ■ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- در این درس اصول جریان آب زیرزمینی در محیط متخلخل با تأکید بر حل تحلیلی معادلات حاکم بر جریان آموزش داده می‌شود.

اهداف ویژه:

۱. تجزیه و تحلیل کمی سیستم‌های آب زیرزمینی
۲. اصول ارزیابی خصوصیات آبخوان
۳. آموزش مبانی معادلات حاکم بر جریان آب زیرزمینی در محیط متخلخل

پ (سر فصل‌ها):

۱. مقدمه ای بر هیدرولوژی آب‌های زیرزمینی (آب‌های زیرزمینی در چرخه هیدرولوژیکی، سفره‌های آب زیرزمینی، لایه‌های نیمه نفوذپذیر و لایه‌های محصور کننده، تخلخل، انواع آبخوان)
۲. جریان آب زیرزمینی (جریان‌های ماندگار و ناماندگار، قانون داریسی، فرضیات و حدود کاربرد قانون داریسی، هدایت هیدرولیکی، ناهمگنی و ناهمسانگردی، روش‌های اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی، شبکه‌های جریان، خطوط هم‌پتانسیل و خطوط جریان، جریان آب زیرزمینی در محدوده چاه پمپاژ)
۳. مفاهیم ذخیره و تامین آب از آبخوان (درصد رطوبت وزنی و حجمی، کشش سطحی و موینگی، اندازه‌گیری فشار مکش، آبدهی ویژه و نگهداشت ویژه، توزیع رطوبت در منطقه تحت اشباع، مفاهیم ذخیره و تامین آب در آبخوان‌های محبوس و آزاد، ضریب ذخیره و ذخیره ویژه، بیلان آبخوان)
۴. معادلات جریان آب زیرزمینی و راه حل آنها (فرضیات دوپویی برای آبخوان آزاد، اثبات معادلات جریان آب زیرزمینی برای آبخوان‌های محبوس و آزاد، معرفی شرایط مرزی مختلف،
۵. حل تحلیلی معادله جریان آب زیرزمینی، حل تحلیلی معادلات آبخوان‌های محبوس و آزاد در حالت یک بعدی، جریان شعاعی)
۶. معادلات جریان شعاعی، جریان شعاعی ماندگار و ناماندگار، تجزیه و تحلیل آزمون پمپاژ (برنامه ریزی و اجرای آزمون پمپاژ، تجزیه و تحلیل داده‌های آزمون به روش‌های تیم Thiem، تیس Theis و کوپر-ژاکوب Cooper-Jacob)

۷. مرزهای هیدروژئولوژیکی، سیستم چند چاهی، تئوری چاه مجازی

۸. آبخوان‌های ساحلی و هجمه آب شور



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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس درس، وایت برد و مایژیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- Bear, J. (2012). Hydraulics of groundwater. Courier Corporation.
- 2- Cohen, A.J., Cherry, J.A. (2020). Conceptual and visual understanding of hydraulic head and groundwater flow. Groundwater Project.
- 3- McWhorter, D.B. and Sunada, D.K. (1977). Ground-water hydrology and hydraulics. Water Resources Publication.
- 4- Woessner, W.W., Poeter, E.P. (2020). Hydrogeologic properties of earth materials and principles of groundwater flow. Groundwater Project.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی با استفاده از قلم نوری امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: آب زمین‌شناسی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Hydrogeology	نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐ نظری ☒
دروس هم‌نیاز:		تخصصی الزامی ☒ عملی ☐
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	حل تمرین: -	مهارتی-اشتغال پذیری ☐
		مرتبط با مأموریت /مرتبط با مأموریت ☐
		موسسه نیست ☐ موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- شناخت آبخوان‌ها و نحوه تفسیر و بهره برداری از آنها

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مفاهیم اساسی آب‌زمین‌شناسی مربوط به آب‌های زیرزمینی، ویژگی‌های آبخوان و اصول حاکم بر جریان آب‌های زیرزمینی
۲. طبقه‌بندی سیستم‌های آب زیرزمینی بر اساس تخلخل، نفوذپذیری، قابلیت ذخیره و مشخصات زمین‌شناسی
۳. آشنایی با گردآوری داده‌های میدانی، پایش و استخراج آب زیرزمینی از جمله ساختمان و حفر چاه‌های مشاهده‌ای و پمپاژ، اندازه‌گیری سطح آب در زیر زمین

پ) سرفصل‌ها:

۱. انواع هیدرواستراتیگرافی آبخوانها
۲. نحوه تهیه نقشه‌های هم‌عمق، هم‌پتانسیل، نوسانات آبهای زیرزمینی و جهت جریان و شبکه جریان به همراه تفسیر
۳. تهیه هیدروگراف آبخوان
۴. مفهوم ضرایب هیدرودینامیک آبخوان و نحوه محاسبه آنها
۵. عوامل تاثیرگذار در هدایت هیدرولیکی آبخوانها
۶. روشها، نحوه انجام و تفسیر آزمونهای پمپاژ
۷. تداخل آب شور و شیرین
۸. روشهای استخراج و بهره برداری از منابع آب زیرزمینی شامل چاه، چشمه و قنات و عوامل تاثیرگذار در آبدهی آنها
۹. پایش آبهای زیرزمینی، بیلان آبهای زیرزمینی
۱۰. مفهوم حریم منابع آب و نحوه برآورد آن
۱۱. آبخوانهای سازندهای سخت غیر کارستیک
۱۲. برداشت از آبهای زیرزمینی و اثرات آن

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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس درس، وایت برد و ماژیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- Fetter, C. W., Kreamer, D. (2021). Applied hydrogeology. Waveland Press.
- 2- Hölting, B., Coldewey, W.G. (2019). Hydrogeology. Springer.
- 3- Singhal, B.B.S., Gupta, R.P. (1999). Applied Hydrogeology of Fractured Rocks Second Edition, Kluwer Academic Publishers.
- 4- Todd, D.K., Mays, L.W. (2004). Groundwater hydrology. John Wiley & Sons.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: مدل سازی آب زیرزمینی			
عنوان درس به انگلیسی: Groundwater Modeling		نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐	نظری ☒
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☒	عملی ☐
تعداد واحد:	۱	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
	حل تمرین: -	پروژه/رساله / پایان نامه ☐	
تعداد ساعت:	۱۶	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت/آمایش ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش ☐
		موسسه نیست ☐	موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- در این درس کاربرد مدل‌های تحلیلی و عددی آب زیرزمینی برای شبیه‌سازی جریان و انتقال در محیط‌های متخلخل آموزش داده می‌شود. مباحث مبانی نظری مدل‌ها، کاربرد نرم‌افزارها برای حل مسائل آب زیرزمینی و تفسیر نتایج مدل را پوشش می‌دهند.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی دانشجویان با اصول و شیوه‌های مدل سازی آب زیرزمینی
۲. استفاده از مدل سازی برای مدیریت منابع، ارزیابی آلودگی و برنامه‌ریزی برای پاکسازی آلاینده‌ها

پ) سرفصل‌ها:

۱. مروری بر اصول هیدرولوژی آب‌های زیرزمینی و جریان در محیط متخلخل - معادلات اساسی حاکم بر جریان آب زیرزمینی و پراکنش آلاینده‌ها در محیط متخلخل
 ۲. انواع مدل‌های آب زیرزمینی و کاربرد آنها، ملزومات مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی
 ۳. مدل مفهومی - GIS در مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی، آشنایی با مدل‌های فیزیکی
 ۴. مقایسه روابط و قوانین مشابه در مبحث جریان در محیط متخلخل و علم فیزیک
 ۵. ارائه مدل مفهومی، شرایط مرزی و اولیه، گسسته‌سازی در مدل، روش‌های تفاضل محدود و اجزای محدود
 ۶. روش‌های عددی (مروری بر روش‌های عددی در مدل سازی آب‌های زیرزمینی (روش‌های تفاضلات محدود و اجزای محدود)، حل دستگاه معادلات خطی و حل عددی معادلات جریان آب زیرزمینی، حل عددی معادلات انتقال آلاینده محلول در آب زیرزمینی)
 ۷. کالیبراسیون مدل و تخمین پارامتر (تکنیک‌های کالیبراسیون مدل، تخمین پارامتر و تجزیه و تحلیل حساسیت، تجزیه و تحلیل عدم قطعیت)
 ۸. مدل‌سازی جریان آب زیرزمینی (مدل‌سازی حالت ماندگار و جریان غیرماندگار، استفاده از نرم افزار MODFLOW برای شبیه سازی جریان آب زیرزمینی)، مطالعات موردی مسائل جریان آب زیرزمینی)
 ۹. مدل‌سازی انتقال آلاینده محلول در آب زیرزمینی (انتقال همرفتی، پراکندگی مکانیکی و پخشیدگی مولکولی، استفاده از MT3DMS و RT3D برای مدل‌سازی انتقال آلاینده محلول، کاربرد برای انتقال آلاینده و پالایش طبیعی)
 ۱۰. مباحث پیشرفته مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی (مدل‌سازی یکپارچه آب سطحی و آب زیرزمینی، جریان و انتقال وابسته به چگالی، انتقال گرما در آب‌های زیرزمینی)
 ۱۱. کاربرد مدل، ارزیابی و تهیه گزارش (کاربرد مدل در مدیریت و بهسازی منابع آب، ارزیابی مدل، گزارش و ارائه نتایج مدل‌سازی)
- ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:



استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس درس، وایت برد و ماژیک، کامپیوتر، نرم‌افزارهای مدل‌سازی آب زیرزمینی، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزش نرم‌افزار

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- Anderson, M.P., Woessner, W.W., Hunt, R.J. (2015). Applied groundwater modeling: simulation of flow and advective transport. Academic press.
- 2- Bakker, M., Post, V. (2022). Analytical groundwater modeling: theory and applications using Python. CRC Press.
- 3- El-Kadi, A.I., Yates, M.V., Gorelick, S.M., Wagenet, R.J., Rifai, H.S., Corapcioglu, M.Y., Yeh, T.C.J., Massmann, J.W., Hathhorn, W.E., van der Heijde, P.K., Konikow, L.F. (2017). Groundwater models for resources analysis and management. CRC Press.
- 4- Wang, H.F., Anderson, M.P. (1995). Introduction to groundwater modeling: finite difference and finite element methods. Academic Press.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی با استفاده از قلم نوری امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی			
نوع درس و واحد		Groundwater Modeling Lab.	
☐ نظری	☐ پایه	هیدرولیک آب زیرزمینی	
☒ عملی	☒ تخصصی الزامی		
☐ نظری-عملی	☐ تخصصی اختیاری	حل تمرین: -	تعداد واحد: ۱
	پروژه/رساله / پایان‌نامه		تعداد ساعت: ۳۲
	مهارتی-اشتغال پذیری		
مرتبط با مأموریت/آمایش	مرتبط با آمایش/مأموریت	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای درس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
☐ موسسه است	☐ موسسه نیست		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- کسب مهارت در بکارگیری نرم‌افزارهای مدل‌های تحلیلی و عددی شبیه‌سازی جریان آب زیرزمینی و پراکنش آلاینده‌های محلول در محیط متخلخل

اهداف ویژه:

۱. کسب تجربه عملی در بکارگیری نرم‌افزارهای مدل‌سازی آب زیرزمینی در حل مسائل آب زیرزمینی
۲. تفسیر و ارزیابی نتایج مدل آب زیرزمینی

پ) سرفصل‌ها:

۱. طریقه نصب و راه‌اندازی نرم‌افزار مدل‌سازی آب زیرزمینی MODFLOW
۲. تنظیمات مدل از جمله تعریف محدوده، مش‌بندی، تعداد، نوع آبخوان، ورود داده‌های بار هیدرولیکی اولیه و ثوابت آبخوان و ... و تنظیم (نا)همگنی و (نا)همسانگردی در مدل، مشخص نمودن شرایط مرزی
۳. مدل‌سازی جریان آب زیرزمینی در حالت‌های جریان ماندگار و غیرماندگار در آبخوان‌های محبوس و آزاد، شبیه‌سازی جریان در آبخوان با در نظر گرفتن تغذیه و تخلیه
۴. نحوه استخراج و نمایش نتایج شبیه‌سازی مدل
۵. تعیین زون گیرش چاه پمپاژ
۶. شبیه‌سازی جریان در آبخوان با لحاظ نمودن اندرکنش رودخانه
۷. مدل‌سازی تغذیه مصنوعی
۸. شبیه‌سازی عددی آزمون پمپاژ و تخمین پارامتر
۹. محاسبه جریان آب به داخل حفره گودبرداری
۱۰. شبکه جریان و محاسبه عددی نشت در زیر سد، محاسبه عددی نشت در بدنه سد خاکی
۱۱. شبیه‌سازی عددی فرونشست
۱۲. مدل‌سازی عددی انتقال آلاینده محلول در آب زیرزمینی



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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس درس، وایت برد و ماژیک، کامپیوتر، نرم‌افزارهای مدل‌سازی آب زیرزمینی، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزش نرم‌افزار

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- Anderson, M.P., Woessner, W.W., Hunt, R.J. (2015). Applied groundwater modeling: simulation of flow and advective transport. Academic press.
- 2- Bakker, M., Post, V. (2022). Analytical groundwater modeling: theory and applications using Python. CRC Press.
- 3- Chiang, W.H., Kinzelbach, W. (2005). 3D-groundwater modeling with PMWIN. Berlin: Springer. 411p.
- 4- Wang, H.F., Anderson, M.P. (1995). Introduction to groundwater modeling: finite difference and finite element methods. Academic Press.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

به شرط استفاده دانشجو از کامپیوتر، ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: آب زمین‌شیمی کاربردی		
عنوان درس به انگلیسی:	Applied Hydrogeochemistry	نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	آزمایشگاه آب زمین‌شیمی کاربردی	تخصصی الزامی ☒ عملی ☐
تعداد واحد:	۱	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۱۶	پروژه/رساله/پایان‌نامه ☐ مهارتی-اشتغال‌پذیری ☐
وضعیت آزمایش/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	حل تمرین: -	مرتبط با مأموریت/آمایش ☐ مرتبط با آموزش/مأموریت ☐
		موسسه است ☐ موسسه نیست ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- هدف این درس آشنایی با شیمی محیط‌های آبی طبیعی، عوامل تعیین‌کننده شیمی آب، روشهای نمونه برداری از آب زیرزمینی و استانداردهای مصارف مختلف آب می‌باشد. در این دوره فرآیندهای شیمیایی حاکم بر ترکیب آب‌های طبیعی با تأکید ویژه بر آب زیرزمینی آموزش داده می‌شود. درک عوامل زمین‌شیمیایی تاثیرگذار بر کیفیت آب زیرزمینی، کسب تجربه عملی در نمونه‌برداری آب، تجزیه شیمیایی و تفسیر داده‌ها از اهداف این دوره می‌باشد.

اهداف ویژه:

۱. یادگیری اصول اساسی زمین‌شیمی محلول‌های آبی
۲. فراگیری فرآیندهای ژئوشیمیایی مؤثر بر شیمی آب‌های زیرزمینی
۳. درک اندرکنش مواد زمین‌شناسی و آب‌های زیرزمینی
۴. یادگیری و به کارگیری مفاهیم آب زمین‌شیمیایی و ترمودینامیکی برای حل مسائل کیفی آب‌های زیرزمینی

پ) سرفصل‌ها:

۱. ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی، نحوه پیدایش املاح و گازها در آب باران، آب سطحی و آب زیرزمینی، خواص فیزیکی آب، عوامل مؤثر (زمین‌شناسی، آب و هوایی، بیولوژیکی و موقعیت جغرافیایی) بر شیمی آب زیرزمینی، واحد‌های اندازه‌گیری غلظت
۲. انواع واکنش‌های شیمیایی در آب، تعادل شیمیایی، قانون تأثیر جرم، تأثیر یون مشترک، فعالیت شیمیایی و ضریب فعالیت، ثابت یونیزاسیون آب و اسید ضعیف، تعادل‌ها و واکنش‌های کربناته، روابط ترمودینامیکی، پتانسیل اکسایش، جابجایی یونی و جذب سطحی، نمودارهای Eh-pH
۳. نمونه‌برداری آب از رودخانه، چاه، قنات و چشمه، نمونه برداری از عمق‌های مختلف، تجزیه شیمیایی عناصر در آب و دقت و صحت داده‌ها
۴. نمایش و تفسیر داده‌های آب زمین‌شیمیایی، نمودارهای آب‌زمین‌شیمیایی، لاگ دما و هدایت الکتریکی سیال درون چاه، نمودارهای لگاریتمی، ستونی و مثلی، مقاطع آب زمین‌شیمیایی، گروهبندی آب‌های زیرزمینی و تیپ آب، نقشه‌های توزیع زمین‌شیمیایی آب (نقشه‌های هدایت الکتریکی - کدر، TDS، سولفات)
۵. رخساره‌ها و توالی شیمیایی، شیمی بارش، دی‌اکسید کربن در منطقه خاک، توالی تکامل یون‌های اصلی در طول حرکت آب‌های زیرزمینی، تغییرات آب زمین‌شیمیایی آب زیرزمینی در عمق آبخوان.
۶. سختی آب، استانداردهای آب شرب، صنعت و کشاورزی، شوری و منشاء آن در آب‌های زیرزمینی، شوری در اثر تبخیر، بررسی تداخل آب شور و شیرین در مجاورت سفره‌های حاوی آب شور و نواحی ساحلی، تأثیرات زمین‌شناختی گذشته و جدید بر روی زمین‌شیمی آب.



۷. ایزوتوپ‌های محیطی در آب زیرزمینی، بررسی‌های آب زمین‌شیمیایی با استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار اکسیژن ۱۸ و دوتریوم، کاربرد سن‌سنجی آب زیرزمینی با استفاده از ایزوتوپ‌های ناپایدار کربن ۱۴ و تربیتیوم

۸. ویژگی‌های آب زمین‌شیمیایی آب‌های فسیل

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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

کلاس درس، وایت برد و ماژیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- Appelo, C.A.J., Postma, D. (2004). Geochemistry, groundwater and pollution. CRC press.
- 2- Edmunds, W.M., Shand, P. eds. (2008). Natural groundwater quality, Blackwell.
- 3- Islam, M.S. (2023). Hydrogeochemical Evaluation and Groundwater Quality. Springer.
- 4- Kendall, C. and McDonnell, J.J. eds. (2012). Isotope tracers in catchment hydrology. Elsevier.
- 5- Langmuir, D. (1997). Aqueous environmental geochemistry. New Jersey.
- 6- Snoeyink, V.L., Jenkins, D. (1991). Water chemistry. John Wiley & Sons.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه آب زمین‌شیمی کاربردی		
نوع درس و واحد	Applied Hydrogeochemistry Lab.	عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☐	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی ☒ عملی ☒	آب زمین‌شیمی کاربردی	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	حل تمرین: -	تعداد واحد: ۱
پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐		تعداد ساعت: ۳۲
مهارتی-اشتغال پذیری ☐	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت/آمایش ☐ موسسه است ☐	مرتبط با آمایش/مأموریت ☐ موسسه نیست ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- هدف این درس کسب تجربیات عملی در خصوص ارزیابی کیفیت و تعیین خواص شیمیایی آب زیرزمینی است. دانشجویان در طی این دوره با نمونه‌برداری از آب زیرزمینی و روش‌های آزمایشگاهی مربوط به شیمی آب و تفسیر داده‌های حاصله به صورت عملی آشنا خواهند شد.

اهداف ویژه:

۱. یادگیری عملی روش‌های استاندارد نمونه‌برداری از منابع آب سطحی و آب زیرزمینی
۲. فراگیری روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری پارامترهای کلیدی کیفیت آب مانند pH، قلیائیت، سختی و غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی.
۳. کاربرد نرم‌افزارهای مدل‌سازی ژئوشیمیایی در جهت تفسیر داده‌های کیفیت آب

پ) سرفصل‌ها:

۱. فراگیری دستورالعمل‌های ایمنی کار با مواد شیمیایی، ابزارها و تجهیزات و نمونه‌ها در آزمایشگاه
۲. آشنایی با ابزارهای و تجهیزات و آزمایشگاهی
۳. طریقه نمونه‌برداری از آب زیرزمینی (چاه و چشمه) و منابع آب سطحی (رودخانه و دریاچه)، روش‌های حفاظت از نمونه آب، روش‌های هضم و آماده‌سازی نمونه‌های جامد برای آنالیز
۴. آشنایی عملی با اندازه‌گیری‌های میدانی و آزمایشگاهی بر روی نمونه آب شامل دما، pH، هدایت الکتریکی (EC) و محاسبه کل مواد محلول (TDS)، اکسیژن محلول (DO) و پتانسیل اکسایش-کاهش (Eh)، کالیبراسیون دستگاه‌ها در هنگام اندازه‌گیری، تعیین خواص فیزیکی نمونه آب
۵. روشهای تجزیه شیمیایی حجمی و وزنی، انواع روش‌های تجزیه شیمیایی دستگاهی، انتخاب روش تجزیه شیمیایی دستگاهی
۶. ماهیت، خواص و طول موج‌های مختلف تابش الکترومغناطیس، خواص کوانتومی تابش، اصول طیف‌سنجی
۷. قانون بیر، طیف‌سنجی جذبی مولکولی، جنبه‌های کمی اندازه‌گیری با طیف‌سنجی، منحنی کالیبراسیون، طیف‌سنجی شعله
۸. تعیین سختی آب به عنوان معیار غلظت کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون
۹. اندازه‌گیری قلیائیت آب (کربنات، بی‌کربنات و هیدروکسید) به روش تیتراسیون
۱۰. تعیین کاتیون‌های اصلی Ca^{2+} و Na^+ , K^+ , Mg^{2+} در نمونه آب، تعیین آنیون‌های اصلی Cl^- و SO_4^{2-}
۱۱. اندازه‌گیری NO_3^-
۱۲. مقدمه‌ای بر کاربرد مدل PHREEQC در محاسبات اکسایش-کاهش، تعادل شیمیایی و تعیین شاخص اشباع



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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

آزمایشگاه شیمی آب، وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی شیمی، وایت برد و مایک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- Charlton, S.R., Macklin, C.L., Parkhurst, D.L. (1997). PHREEQCI: A graphical user interface for the geochemical computer program PHREEQC (No. 97-4222). US Geological Survey.
- 2- Islam, M.S. (2023). Hydrogeochemical Evaluation and Groundwater Quality. Springer.
- 3- Schneider, W. ed. (1988). Water analysis: A practical guide to physico-chemical, chemical, and microbiological water examination and quality assurance. Berlin: Springer-Verlag.
- 4- Snoeyink, V.L., Jenkins, D. (1991). Water chemistry. John Wiley & Sons.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی قسمتی از درس به صورت بر خط و با استفاده از فیلم‌های آموزشی امکان‌پذیر است، ولی پیشنهاد نمی‌گردد.



الف: عنوان درس به فارسی: آب زمین‌شناسی کارست			
عنوان درس به انگلیسی:		Karst Hydrology	
دروس پیش‌نیاز:		نوع درس و واحد	
دروس هم‌نیاز:		پایه ☐ نظری ☐	
تعداد واحد:		تخصصی الزامی ☒ عملی ☐	
تعداد ساعت:		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☒	
		پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐	
		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آزمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت/آمایش ☐	مرتبط با مأموریت ☐
		موسسه است ☐	موسسه نیست ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☒ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- شناسایی آبخوان‌های کارستی از دیدگاه منابع آب و مخاطرات آن

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با فرآیندهای منتهی به ایجاد عوارض کارستی، از جمله انحلال، بارش، و نقش سنگ‌های انحلال‌پذیر نظیر سنگ کربناته
۲. شناسایی و توصیف عوارض اصلی سطحی و زیرسطحی کارستی مانند فروچاله‌ها، غارها، رودخانه‌های ناپدید شونده و چشمه‌های کارستی
۳. آشنایی با اثرات زیست محیطی تغییر کاربری زمین، آلودگی و تغییرات آب و هوایی بر روی سیستم‌های هیدرولوژیکی کارست
۴. چالش‌ها و شیوه‌های مدیریت منابع آب کارستی

پ) سرفصل‌ها:

۱. آبهای زیرزمینی در سازندهای سخت و کارست
۲. تعریف کارست و اقسام آن
۳. انحلال‌پذیری سنگ‌های کربناته و عوامل موثر در آن
۴. ژئومورفولوژی و پدیده‌های محیط‌های کارستی
۵. چشمه‌های کارستی
۶. توسعه کارست
۷. کیفیت آب در آبخوانهای کارستی
۸. منحنی فرود و تفسیر هیدروگراف
۹. ردیاب‌ها در بررسی‌های محیط کارستی
۱۰. معضلات کارست در پروژه‌های زیرزمینی
۱۱. استفاده از آبخوانهای کارستی به عنوان منابع آب
۱۲. توزیع سازندهای کربناته در کشور و جهان



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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۶۰ درصد

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

کلاس درس، وایت برد و مژیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- De Waele, J., Gutiérrez, F. (2022). Karst hydrogeology, geomorphology and caves. John Wiley & Sons.
- 2- Ford, D., Williams, P.D. (2013). Karst hydrogeology and geomorphology. John Wiley & Sons.
- 3- Milanovic, P.T. (1981). Karst Hydrology, Water Resources Publications, Littleton Co.
- 4- Milanovic, P. (2002). The environmental impacts of human activities and engineering constructions in karst regions. Episodes Journal of International Geoscience, 25(1), 13-21.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: آلودگی آب زیرزمینی		
عنوان درس به انگلیسی:	Groundwater Contamination	نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	آزمایشگاه آلودگی آب زیرزمینی	تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۱	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۱۶	پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	حل تمرین: -	مهارتی-اشتغال پذیری ☐
		مرتبط با آمایش/مأموریت ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش ☐
		موسسه نیست ☐ موسسه است ☒

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- در این درس انواع آلاینده‌های آب زیرزمینی، ساز و کار پخش و پراکنش آلاینده‌ها و روش‌های پایش و پالایش آبخوان‌های آلوده آموزش داده می‌شود. این دوره به بررسی فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌پردازد که انتقال و سرنوشت مواد حل شده در آب‌های زیرزمینی را کنترل می‌کنند. منابع، رفتار، مکانیسم‌های انتقال و پاکسازی آلاینده‌ها در آب‌های زیرزمینی آموزش داده شده و از مدل‌سازی برای درک حرکت آلاینده‌ها استفاده می‌شود.

اهداف ویژه:

۱. درک اصول و مکانیسم‌های انتقال آلاینده‌ها در آب زیرزمینی
۲. ارزیابی تاثیر آلاینده‌ها بر کیفیت آب زیرزمینی و کسب آگاهی در زمینه چارچوب‌ها و دستورالعمل‌های قانونی و حقوقی مربوط به کیفیت آب‌های زیرزمینی
۳. یادگیری فن‌آوری‌های مختلف پایش و پالایش آب زیرزمینی
۴. آموزش روش‌های کمی ارزیابی و پیش‌بینی انتقال آلاینده‌ها

پ) سرفصل‌ها:

۱. تعاریف بنیادی علم محیط زیست شامل سلامتی، بیماری، سمیت، آلودگی و ناخالصی، انواع مخاطرات، اثرات کلی آلودگی بر سلامت انسان
۲. تقسیم‌بندی آلاینده‌ها از لحاظ منبع، واحدهای اندازه‌گیری آلودگی، طرق آلاینده‌گی محیط زیست، گروه‌های عمده آلاینده، تقسیم‌بندی انواع سم‌ها بر اساس اثر بر سلامتی انسان، ارزیابی پتانسیل سمی بودن سموم، بزرگنمایی و انباشتگی زیستی
۳. تقسیم‌بندی بیماری‌ها، انواع پاتوژن، طرق انتقال بیماری‌های عفونی، بیماری‌های اکولوژیکی، بیماری‌های مرتبط با آب
۴. مفاهیم ارزیابی و مدیریت ریسک آلاینده‌گی زیست محیطی
۵. سمیت و آلاینده‌گی فلزات سنگین، منابع آلودگی فلزات سنگین، خصوصیات شیمیایی فلزات سنگین، فرآیندهای جذب، تبادل یونی و کمپلکس شدن، دسترسی بیولوژیکی عناصر، فلزات سنگین سمی مهم (سرب، جیوه، کادمیوم و آرسنیک)
۶. ترکیبات آلی فرار و هیدروکربورهای چند حلقه‌ای معطر، ترکیبات آلی پایدار، سموم دفع آفات، عوامل موثر بر آلاینده‌گی و تجزیه سموم آلی
۷. آلودگی آب، آلاینده‌های آب، آلودگی‌های مرتبط با مصارف آب (شرب، صنعت، کشاورزی)، BOD، غنی‌شدگی، نیتروژن و فسفر در آب، معیارها و استانداردهای کیفی آب (شرب، صنعت، کشاورزی)، تصفیه آب
۸. آلودگی آب زیرزمینی، منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای آلاینده‌گی آب زیرزمینی، منابع صنعتی، کشاورزی، شهری و طبیعی آلودگی آب زیرزمینی، پایش و نمونه‌برداری از آب‌های زیرزمینی و خاک، روش‌های پاکسازی آب زیرزمینی



۹. رفتار آلاینده‌ها در محیط‌های هیدروژئولوژیکی مختلف، نقش تخلخل، نفوذپذیری، شکستگی‌ها و ناهمگنی در انتقال آلاینده‌ها، زون گیرش، انتقال املاح در محیط متخلخل، چگونگی انتشار، پراکنش، جذب و رقیق‌شدگی یون‌ها و ترکیبات شیمیایی محلول در آب زیرزمینی، معادله انتشار و پراکنش آلاینده‌ها در آب زیرزمینی

۱۰. مقدمه ای بر NAPL ها و رفتار آنها در زیرزمین، پالایش آبخوان‌های آلوده به NAPL، تجزیه زیستی در محیط‌های زیرسطحی و زیست‌پالایی

۱۱. آلودگی خاک، پدیده جذب و دفع یون‌ها و عوامل موثر در خاک، اکسیداسیون و احیا در خاک، روش‌های پالایش خاک

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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس درس، وایت برد و مازیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- عرفان منش، م.، افیونی، م. (۱۳۹۳). آلودگی محیط زیست آب، خاک و هوا، انتشارات ارکان.

1- Alloway, B.J. (2013). Heavy Metals in Soils, 2nd Edition, Springer.

2- Deutsch, W.J., Siegel, R. (2020). Groundwater geochemistry: fundamentals and applications to contamination. CRC press.

3- Fetter, C.W., Boving, T., Kreamer, D. (2017). Contaminant hydrogeology. Waveland Press.

4- Palmer, C.M. (2019). Principles of contaminant hydrogeology. CRC press.

5- Spitz, K., Moreno, J. (1996). A practical guide to groundwater and solute transport modeling. John Wiley and sons.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه آلودگی آب زیرزمینی		
نوع درس و واحد	Groundwater Contamination Lab.	عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☐	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی ☐ عملی ☒	آلودگی آب زیرزمینی	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	حل تمرین: -	تعداد واحد: ۱
پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐		تعداد ساعت: ۳۲
مهارتی-اشتغال پذیری ☐	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت/آمایش ☐ مرتبط با مأموریت ☒		
موسسه نیست ☐ موسسه است ☒		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- آشنایی با روش‌های نمونه‌برداری از آب سطحی و زیرزمینی برای تعیین آلاینده‌های مختلف اعم از معدنی، آلی و زیستی و همچنین تجزیه شیمیایی آلاینده‌ها به روش‌های مختلف هدف این درس عملی کاربردی است. دانشجویان در طی این دوره با روش‌های آزمایشگاهی تجزیه شیمیایی دستگاهی جهت تعیین کمی آلاینده‌های آب به صورت تئوری و عملی آشنا خواهند شد.

اهداف ویژه:

- آموزش نمونه‌برداری از آب سطحی و زیرزمینی برای تعیین آلاینده‌های مختلف
- آشنایی با اصول و کاربرد طیف‌سنجی در تجزیه شیمیایی آلاینده‌ها
- تحلیل و تفسیر نتایج آزمایش‌های تعیین نوع و غلظت آلاینده‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- ایمنی در آزمایشگاه و آگاهی در خصوص استفاده صحیح از مواد شیمیایی، وسایل و تجهیزات
- آشنایی با روش‌های نمونه‌برداری از آب‌های سطحی و زیرزمینی آلوده، ابزارهای نمونه‌برداری مانند بیلرها و پمپ‌ها، روش‌های نگهداری نمونه‌های آب (روش‌های جلوگیری از تغییرات شیمیایی یا زیستی در نمونه‌ها قبل از تجزیه شیمیایی مثل سردسازی، افزودن مواد شیمیایی) قبل از تجزیه شیمیایی آلاینده‌ها
- روش‌های هضم و آماده سازی نمونه‌های جامد برای آنالیز
- طیف سنجی مرئی/فرا بنفش در اندازه‌گیری آیون‌ها و کاتیون‌ها، آشنایی با نحوه کار و تنظیمات دستگاه
- طیف سنجی جذب و نشر اتمی، تجزیه شیمیایی آلاینده‌های معدنی (مثل فلزات سنگین) با استفاده از طیف سنجی جذب اتمی (AAS) و طیف سنجی نشر اتمی پلاسما جفت شده القایی (ICP)، آشنایی با دستگاه‌ها و نحوه کار با رعایت موارد ایمنی
- روش پتانسیومتری و اندازه‌گیری پتانسیل الکتریکی محلول‌ها جهت تعیین یون‌ها
- گاز کروماتوگرافی (GC) برای تشخیص و اندازه‌گیری آلاینده‌های آلی مانند بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن (BTEX) در آب
- طراحی و آماده‌سازی ستون جریان جهت شبیه‌سازی حرکت آلاینده‌ها در محیط متخلخل در طی زمان
- جذب آلاینده‌های آلی (مثل هیدروکربن‌ها یا آفت کش‌ها) بر روی کربن فعال، استفاده از ایزوترم‌های Freundlich & Langmuir برای تحلیل اندرکنش بین آلاینده و جاذب
- شبیه‌سازی آزمایشگاهی فرآیندهای کاهش طبیعی آلاینده در آب و محیط متخلخل مانند رقیق شدن، پراکنش، جذب سطحی و زیست‌پالایی، ارزیابی شرایط مؤثر بودن کاهش طبیعی آلاینده در آب و محیط متخلخل، زیست‌پالایی و استفاده از کشت میکروبی برای تجزیه آلاینده‌های آلی در آب زیرزمینی
- طراحی دیواره‌های تراوای واکنش‌زا (PRB) و استفاده از مواد واکنش‌زا مانند آهن صفر ظرفیتی (ZVI) جهت تصفیه برجای آلاینده‌ها
- آشنایی با نرم‌افزار مدل‌سازی انتقال آلاینده در آب زیرزمینی مانند MT3D



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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

آزمایشگاه شیمی آب، وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی شیمی، وایت برد و مایک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- سلاجقه، ع. (۱۳۸۵). اصول تجزیه دستگاهی، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.

1- Alloway, B.J. (2013). Heavy Metals in Soils, 2nd Edition, Springer.

2- Deutsch, W.J., Siegel, R. (2020). Groundwater geochemistry: fundamentals and applications to contamination. CRC press.

3- Fetter, C.W., Boving, T., Kremer, D. (2017). Contaminant hydrogeology. Waveland Press.

4- Montgomery, J.H. (2007). Groundwater chemicals desk reference. CRC Press.

5- Zhang, C. (2007). Fundamentals of Environmental Sampling and Analysis, John Wiley & Sons.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی قسمتی از درس به صورت برخط و با استفاده از فیلم‌های آموزشی امکان‌پذیر است، ولی پیشنهاد نمی‌گردد.



الف: عنوان درس به فارسی: آب‌شناسی پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Hydrology	
دروس پیش نیاز:		نوع درس و واحد	
دروس هم‌نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:		تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
		پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐	
		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت ☐ مرتبط با مأموریت ☒	
		موسسه نیست ☒ موسسه است ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- شناخت آبهای سطحی و نحوه محاسبه آورد رودخانه ها و سیلاب

اهداف ویژه:

۱. درک اصول و فرآیندهای اساسی هیدرولوژی آب سطحی از جمله چرخه هیدرولوژیکی، ویژگی‌های حوضه آبریز و چگونگی تأثیر آنها بر رواناب ۲.
- آشنایی اجزای کلیدی چرخه هیدرولوژیکی از جمله بارش، نفوذ، تبخیر و تعرق
۳. تجزیه و تحلیل بارش به عنوان ورودی سیستم‌های آب سطحی
۴. آشنایی با روش‌های اندازه‌گیری، تجزیه و تحلیل داده‌های جریان، از جمله تکنیک‌های تخمین رواناب، تجزیه و تحلیل هیدروگراف و منحنی‌های مدت جریان

پ) سرفصل‌ها:

۱. عوامل هواشناسی و پارامترهای مورد نیاز
۲. ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری
۳. آبسنجی و حوضه‌های آبریز
۴. اندرکنش آبهای سطحی و زیرزمینی
۵. منحنی‌های مدت شدت فراوانی
۶. محاسبه آورد رودخانه ها
۷. روشهای برآورد رشنال و SCS
۸. زمان تمرکز و روشهای مختلف برآورد آن
۹. ضریب رواناب و عوامل تأثیر گذار
۱۰. روندیابی سیل
۱۱. تحلیل هیدروگراف سیلاب، روشهای کاهش و کنترل دفع سیلاب
۱۲. کلیات آبروها و کالورتها



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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

کلاس درس، وایت برد و ماژیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- علیزاده، ا. (۱۳۹۸). اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ چهل و چهارم، انتشارات دانشگاه امام رضا، ۸۷۰ صفحه.

2- Brutsaert, W. (2023). Hydrology: an introduction. Cambridge university press.

3- Davie, T. (2019). Fundamentals of hydrology. Routledge.

4- Linsley R.K., Kohler M.A., Paulhus J.L.H. (1982). Hydrology for Engineers. McGraw-Hill.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: مدیریت، برنامه ریزی و اقتصاد منابع آب		
نوع درس و واحد	Management, Planning and Economy of Water Resources	عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	حل تمرین: -	تعداد واحد: ۲
پروژه/رساله / پایان نامه ☐		تعداد ساعت: ۳۲
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		
مرتبط با مأموریت / آمایش ☐ موسسه است ☐	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- هدف از این دوره آشنایی با مبانی اقتصاد مهندسی و نحوه استفاده آن در مطالعات منابع آب با هدف اعمال مدیریت جامع منابع آب است. در این درس تاکید بر تکنیک‌های ارزیابی، استراتژی‌های مدیریت، چارچوب‌های سیاسی و نظارتی و استفاده از مدل‌سازی به عنوان ابزار پشتیبانی تصمیم‌گیری در مدیریت آب‌های زیرزمینی خواهد بود.

اهداف ویژه:

۱. درک ماهیت پیچیده سیستم‌های آب زیرزمینی و مفهوم مدیریت پایدار
۲. آشنایی با ابزارها و تکنیک‌های مختلف ارزیابی منابع آب‌های زیرزمینی
۳. تحلیل سیاست‌ها و محرک‌های اقتصادی در پس تصمیمات مدیریت منابع آب زیرزمینی
۴. استفاده از مدل‌سازی در جهت تصمیم‌گیری برای مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی

پ) سرفصل‌ها:

۱. مبانی ارزیابی آب زیرزمینی (خواص فیزیکی و هیدرولوژیکی آبخوان‌ها، فعل و انفعالات آب زیرزمینی و آب سطحی، روشهای اکتشاف و ارزیابی آب‌های زیرزمینی)
۲. پایش آب‌های زیرزمینی (طراحی شبکه‌های پایش، شاخص‌های کیفیت آب زیرزمینی و پروتکل‌های نمونه برداری، تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها)
۳. شناخت نیازها و محدودیت‌های منابع آب از نظر کیفی و کمی
۴. آب‌های زیرزمینی و اکوسیستم (اکوسیستم‌های وابسته به آب‌های زیرزمینی، تاثیر استخراج آب‌های زیرزمینی بر اکوسیستم‌ها، راهبردهای حفاظت و مدیریت اکوسیستم‌های آب زیرزمینی)
۵. آشنایی با اصول اقتصاد مهندسی با هدف مدیریت جامع منابع آب، روابط اقتصادی حاکم بر مدیریت منابع آب (تئوریهای مربوط به بها و تخصیص منابع آب، شرایط بهینه در پروژه‌ها، قوانین حاکم بر مدیریت اقتصادی پروژه‌ها)
۶. آنالیزهای مربوط به خرج و درآمد (متدها و روش‌ها، تست‌های امکان‌پذیری-طبقه‌بندی منابع آب، موارد مفید استفاده از منابع آب و تاسیسات هیدرولیکی)
۷. جنبه‌های حقوقی و اقتصادی آب‌های زیرزمینی (مقررات و سیاست‌های آب زیرزمینی، اصول اقتصادی مدیریت آب‌های زیرزمینی، چارچوب‌ها و توافقات بین‌المللی)
۸. مدیریت پایدار آب‌های زیرزمینی (اصول مدیریت پایدار آب‌های زیرزمینی، مدیریت و حفاظت تقاضا، تغذیه مصنوعی و بازیابی مدیریت شده آبخوان)
۹. مدیریت آب‌های زیرزمینی در کشاورزی (آبیاری و تاثیر آن بر آب‌های زیرزمینی، مدیریت و کنترل شوری، تکنیک‌های ابتکاری برای صرفه‌جویی در مصرف آب کشاورزی)



۱۰. مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی به جهت مدیریت منابع آب زیرزمینی (کاربرد مدل در سناریوهای مدیریتی، مطالعات موردی در مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی در جهت مدیریت آب‌های زیرزمینی)

۱۱. مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM) - IWRM و آب‌های زیرزمینی (نحوه مشارکت جامعه و ذی‌نفعان در مدیریت آب‌های زیرزمینی) - اصول برنامه‌ریزی در قالب برنامه ملی آب

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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس درس، وایت برد و مژیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- Anisfeld, S.C. (2024). Water Management: Prioritizing Justice and Sustainability. Island Press.
- 2- Hardisty, P.E. and Ozdemiroglu, E. (2004). The economics of groundwater remediation and protection. CRC press.
- 3- Jakeman, A.J., Barreteau, O., Hunt, R.J., Rinaudo, J.D., Ross, A. (2016). Integrated groundwater management (p. 762). Springer Nature.
- 4- Job, C.A. (2009). Groundwater economics. CRC Press.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: آب‌های زیرزمینی و مسائل ژئوتکنیکی			
نوع درس و واحد		Groundwater and Geotechnical Problems	
پایه ☐ نظری ☒		عنوان درس به انگلیسی:	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		دروس پیش‌نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		دروس هم‌نیاز:	
پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐		حل تمرین: -	تعداد واحد: ۲
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			تعداد ساعت: ۳۲
مرتبط با مأموریت/آمایش		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس	
موسسه است ☐		تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با آمایش/مأموریت			
موسسه نیست ☒			

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- شناخت نقش، اهمیت، مشکلات و نحوه زهکشی آب‌های زیرزمینی در پروژه‌های عمرانی و مسائل ژئوتکنیکی مرتبط با آن

اهداف ویژه:

۱. ارزیابی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی خاک‌ها و سنگ‌ها و تأثیر آنها بر وجود و حرکت آب زیرزمینی
۲. آشنایی با تکنیک‌های مختلف کنترل آب‌های زیرزمینی برای کاهش مشکلات در طول فعالیت‌های ساخت‌وساز و معدن‌کاری
۳. مطالعه مسائل ژئوتکنیکی مرتبط با آب‌های زیرزمینی مانند رانش زمین، فرونشست و شکست سدها و غیره

پ) سرفصل‌ها:

۱. نحوه مطالعه و شناسایی آب‌های زیرزمینی در پروژه‌های عمرانی
۲. نشأت آب از سدهای مختلف و نحوه شناسایی و کنترل آن
۳. روش‌های خشک اندازی و طرح‌های زهکشی آب‌های زیرزمینی در پروژه‌های زیرزمینی
۴. تأثیر آب‌های زیرزمینی در زمین لغزشها و ناپایداریها و نحوه کنترل آن
۵. روش‌های تحلیلی و تجربی تخمین هجوم آب زیرزمینی به تونل‌های سنگی و آبرفتی و سازه‌های زیرزمینی
۶. اثرات زیست محیطی حفاری‌های زیرزمینی در منابع آب و نحوه کنترل آن
۷. مسائل ژئوتکنیکی مرتبط با کیفیت آب
۸. آب‌های زیرزمینی و زلزله
۹. آب‌های زیرزمینی و فرونشست زمین



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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

کلاس درس، وایت برد و ماژیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- Cashman, P. M., Preene, M. (2001). Groundwater lowering in construction: A practical guide. CRC Press.
- 2- Waltham, T., Bell, F.G., Culshaw, M.G., Bell, F.G., Waltham, A.C. (2005). Sinkholes and Subsidence 2005th Edition. Springer.
- 3- Walton, W.C. (2020). Principles of groundwater engineering. CRC press.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: ردیاب‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:		Tracers	
دروس پیش‌نیاز:		نوع درس و واحد	
دروس هم‌نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:		تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
		پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐	
		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت/آمایش ☐	مرتبط با مأموریت ☒
		موسسه است ☐	موسسه نیست ☒

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- شناسایی و نحوه ردیابی جریان آبهای زیرزمینی با استفاده از ردیابهای مصنوعی و طبیعی به همراه تفسیر

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با ردیاب‌ها و تکنیک‌های ردیابی و کاربرد آنها در آب زمین‌شناسی

۲. تجزیه و تحلیل داده‌های ردیابی به توسط روش های کمی و کیفی

پ) سرفصل‌ها:

۱. شناخت ردیابهای مصنوعی و کاربرد آنها (نمک ها، مواد رنگی- دانه های گیاهی- رادیوایزوتوپهای مصنوعی و غیره- شناخت ردیابهای سونیک)

۲. شناخت ایزوتوپهای محیطی و کاربرد آنها (تری تیوم- دوتریوم و اکسیژن ۱۸- ایزوتوپهای کربن- ایزوتوپهای سولفات، اورانیوم و غیره....)

۳. اثرات ارتفاع، خشکی، دما، زمان و ... در ایزوتوپها

۴. عملیات تزریق و نحوه نمونه برداری از انواع ردیابها

۵. استانداردها و تغییرات جهانی ایزوتوپها در آبهای سطحی و زیرزمینی

۶. کاربرد عملی ردیابها در سنجش هایی از قبیل سنجش دبی آبهای سطحی- سرعت جریان آب زیرزمینی، درجه نفوذپذیری- حجم منابع- منشا منابع آب-

سن آبها- شناخت معابر- جریانهای زیرزمینی

۷. مثالهایی از انجام ردیابی رنگی و ایزوتوبی



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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

کلاس درس، وایت برد و مژیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- Baskaran, M. (2011). Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. Springer.
- 2- Clarck, I.D., Fritz, P. (1997). Environmental Isotopes in Hydrogeology. Lewis Publishers.
- 3- Leibundgut, Maloszewski, Kulls (2009). Tracers in Hydrology, John Wiley & Sons Ltd.
- 4- Schwartz, F.W., Zhang, H. (2024). Fundamentals of groundwater. John Wiley & Sons.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: تغذیه مصنوعی و سدهای زیرزمینی			
نوع درس و واحد		Artificial Recharge and Underground Dams	
پایه ☐ نظری ☒		عنوان درس به انگلیسی:	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		دروس پیش نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		دروس هم نیاز:	
پروژه/ رساله / پایان نامه ☐		حل تمرین: -	تعداد واحد: ۲
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			تعداد ساعت: ۳۲
مرتبط با آموختن /مرتبط با مأموریت /مرتبط با مأموریت /مرتبط با مأموریت		وضعیت آموختن /مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه نیست ☐ موسسه است ☒			

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- کارایی سدهای زیرزمینی و طرح های تغذیه مصنوعی آبخوانها و عوامل تاثیر گذار در آن

اهداف ویژه:

۱. معرفی مفاهیم اساسی تغذیه مصنوعی، از جمله روش های بکار گرفته شده برای افزایش تجدید منابع آب زیرزمینی
۲. ارزیابی تکنیک های مختلف تغذیه مصنوعی با توجه به کاربرد و شرایط مختلف آبخوان
۳. ارزیابی اثرات زیست محیطی تغذیه مصنوعی و سدهای زیرزمینی

پ) سرفصل ها:

۱. تعریف تغذیه مصنوعی
۲. معایب و محاسن تغذیه مصنوعی
۳. روشهای مستقیم و غیر مستقیم تغذیه مصنوعی
۴. عوامل موثر در مکانیابی طرحهای تغذیه مصنوعی
۵. علل کاهش کارایی با گذشت زمان و راهکارها
۶. پایش و اثرات اجرای طرحهای تغذیه مصنوعی
۷. تعریف سدهای زیرزمینی
۸. معایب و محاسن سدهای زیرزمینی
۹. عوامل موثر در مکانیابی سدهای زیرزمینی
۱۰. پایش و اثرات اجرای سدهای زیرزمینی
۱۱. کلیات طراحی و ساخت طرحهای فوق



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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

کلاس درس، وایت برد و مژیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- راهنمای استاندارد در تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی (۱۳۸۴) نشریه شماره ۱۵۰، دفتر استانداردها و معیارهای فنی وزارت نیرو.

2- Asano, T. (Ed.). (2016). Artificial recharge of groundwater. Elsevier.

3- Cui, Z.D., Zhang, Z.L., Yuan, L., Zhan, Z.X., Zhang, W.K. (2020). Design of underground structures (pp. 493-552). Springer Singapore.

4- Milanović, P. (2018). Engineering karstology of dams and reservoirs. CRC Press.

5- Nilsson, A. (1988). Groundwater Dams for Small-Scale Water Supply. IT Publications, London.

6- Todd, D.K., Mays, L.W. (2004). Ground Water Hydrology. published by Wiley.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: زمین‌فیزیک کاربردی			
عنوان درس به انگلیسی: Applied Geophysics		نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ☒
		تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:		تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
		حل تمرین: -	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت/آمایش	مرتبط با مأموریت/آمایش
		موسسه نیست ☒	موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با روش‌های زمین‌فیزیک اکتشافی مورد استفاده در تعیین ویژگی‌های آبخوان‌ها، اکتشاف و مدیریت منابع آب‌های زیرزمینی

اهداف ویژه:

۱. آموزش اصول فیزیکی و ریاضی روش‌های زمین‌فیزیک اکتشافی مورد استفاده در مطالعات آب‌های زیرزمینی
۲. درک ویژگی‌های فیزیکی لایه‌ها که بر اندازه‌گیری‌های ژئوفیزیکی تأثیر می‌گذارند
۳. انتخاب تکنیک‌های زمین‌فیزیکی مناسب برای تحقیقات مختلف هیدروژئولوژی و ارزیابی پتانسیل و محدودیت‌های روش‌های زمین‌فیزیکی در تحقیقات و کاربردهای عملی
۴. آموزش برداشت، پردازش و تفسیر داده‌های زمین‌فیزیکی

پ) سرفصل‌ها:

۱. نظریه کشسانی و امواج لرزه‌ای، انتشار موجهای لرزه‌ای و عوامل موثر بر سرعت امواج لرزه‌ای در داخل زمین، روش‌های لرزه‌ای (خواص و انتشار امواج لرزه‌ای، اصول انعکاس و شکست لرزه‌ای)
۲. روش‌های لرزه‌ای انکساری و بازتابی، نحوه تولید و ثبت امواج لرزه‌ای، پردازش و تفسیر کمی و کیفی داده‌های لرزه‌ای، روش‌های لرزه‌ای گمانه‌ای، کاربرد روش لرزه‌ای در آب‌زمین‌شناسی
۳. مفاهیم اصلی گرانش، اسفروئید و ژئوئید، روش گرانی‌سنجی، اندازه‌گیری‌های گرانی‌سنجی، اندازه‌گیری نسبی شتاب گرانش
۴. پیمایش‌های گرانی‌سنجی، دستگاه‌های اندازه‌گیری شتاب گرانش، تصحیح داده‌های گرانی‌سنجی، تفسیر داده‌های گرانی‌سنجی، کاربرد روش گرانی‌سنجی در مطالعات آب زیرزمینی
۵. مفاهیم اصلی مغناطیس، میدان مغناطیسی زمین و خاصیت مغناطیسی مواد، قابلیت مغناطیسی شدن، منشأ و عناصر اصلی میدان ژئومغناطیس، تغییرات زمانی میدان ژئومغناطیسی، قابلیت مغناطیسی سنگ‌ها و کانی‌ها، مغناطیس بازماند در سنگ‌ها
۶. روش‌های پیمایش مغناطیس‌سنجی، دستگاه‌های مغناطیس‌سنجی، برداشت، تصحیح و تفسیر داده‌های مغناطیس‌سنجی، کاربرد پیمایش‌های مغناطیس‌سنجی
۷. روش زمین‌الکتریک، مقاومت الکتریکی ویژه سنگ‌ها و کانی‌ها، مقاومت الکتریکی ویژه و نفوذپذیری لایه‌ها، نحوه توزیع خطوط جریان و پتانسیل در زیر زمین
۸. اصول توموگرافی مقاومت الکتریکی، آرایش‌های الکترودی در پیمایش‌های ژئوالکتریک، محاسن و معایب انواع آرایش‌ها، منحنی‌ها و تفسیر سوندازهای زمین‌الکتریکی، زمین‌الکتریک در تعیین محل حفر چاه و مطالعات آب زیرزمینی، روش پلاریزاسیون القایی (IP)
۹. روش الکترومغناطیس، روش برداشت الکترومغناطیس (EM)، رادار زمینی (GPR) و کاربرد آن در پژوهش‌های زیرسطحی کم عمق، عوامل مؤثر بر روش GPR مانند رطوبت خاک، هندسه و خواص مواد زمین



۱۰. اصول چاه‌پیمایی (اصول و کاربرد لاگ برداری زمین‌فیزیکی چاه‌ها، تصویربرداری گمانه)، روش‌های متداول چاه‌پیمایی (روش‌های اندازه‌گیری و تفسیر کمی و کیفی تغییرات مقاومت الکتریکی ویژه و پتانسیل خود القا SP در چاه‌پیمایی، روش‌های اندازه‌گیری تغییرات قطر چاه و دما و رسانایی لایه‌ها در چاه و کاربرد آنها، تفسیرهای کمی و کیفی نتایج روش‌های رادیومتری در چاه‌پیمایی، لاگ سونیک و کاربرد آن در مطالعات آب زیرزمینی)

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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

کلاس درس، وایت برد و ماژیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- حیدریان شهری، م. ر. (۱۳۹۵). مبانی اکتشافات ژئوفیزیک. دانشگاه فردوسی مشهد، ۷۵۲ ص

2- Burger, H. R., Sheehan, A.F., Jones, C.H. (2023). Introduction to applied geophysics: Exploring the shallow subsurface. Cambridge University Press.

3- Dobrin, M.B. and Savit, C.H. (1960). Introduction to geophysical prospecting (Vol. 4). New York: McGraw-hill.

4- Rubin, Y., Hubbard, S.S. (2006). Hydrogeophysics. Springer Science & Business Media.

5- Sharma, P.V. (1997). Environmental and engineering geophysics. Cambridge university press.

6- Vereecken, H., Binley, A., Cassiani, G., Revil, A. and Titov, K. (2006). Applied hydrogeophysics. In Applied hydrogeophysics (pp. 1-8). Dordrecht: Springer Netherlands.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در مطالعات آب زیرزمینی		
نوع درس و واحد	Artificial Intelligence and Machine Learning in Groundwater Studies	
پایه ☐ نظری ☒	ریاضیات کاربردی	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	آمار و احتمال مهندسی	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	حل تمرین: -	تعداد واحد: ۲
پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐		تعداد ساعت: ۳۲
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		
مرتبط با مأموریت / آمایش ☐ مرتبط با مأموریت / آمایش ☒	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه است ☐		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- این دوره آموزشی بین رشته‌ای به منظور آشنایی دانشجویان با کاربرد تکنیک‌های هوش مصنوعی در درک و حل مسائل پیچیده آب‌های زیرزمینی طراحی شده است. پایه و اساس هوش مصنوعی شامل یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق بوده و کاربرد آنها در مطالعات آب‌های زیرزمینی برای کارهایی مانند مدل‌سازی، پیش‌بینی و تشخیص الگو را پوشش می‌دهد. این دوره به معرفی تکنیک‌های یادگیری ماشین (ML) و کاربرد آنها در مطالعات آب زیرزمینی می‌پردازد و بر درک نظری الگوریتم‌های ML و مهارت عملی کاربرد این الگوریتم‌ها در تجزیه و تحلیل داده‌ها در مدل‌سازی آب زیرزمینی استوار می‌باشد.

اهداف ویژه:

۱. معرفی اصول و پیشینه نظری هوش مصنوعی و یادگیری ماشین
۲. آشنایی با کاربرد یادگیری ماشین در مطالعات آب‌های زیرزمینی
۳. استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی در بهینه‌سازی و مدیریت منابع آب
۴. کسب مهارت در پردازش، تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌های آب زیرزمینی به کمک یادگیری ماشین

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و سیستم آب‌های زیرزمینی (مروری بر یادگیری ماشین، انواع یادگیری، منابع داده در مطالعات آب‌های زیرزمینی، پالایش داده‌ها و پیش‌پردازش، تکنیک‌های کاهش ابعاد داده (Dimensionality Reduction))
۲. یادگیری تحت نظارت در مطالعات آب‌های زیرزمینی (مدل‌های رگرسیون خطی برای پیش‌بینی، درخت تصمیم‌گیری (Decision Trees)، جنگل تصادفی (Random Forest)، و تقویت گرادیان (Gradient Boosting)، ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machine) و ماشین ارتباط برداری (Relevance Vector Machine) برای تحلیل رگرسیون)
۳. یادگیری بدون نظارت برای تجزیه و تحلیل داده‌های آب زیرزمینی، K-means و خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی برای تعیین خصوصیات آبخوان، تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی (Principal Component Analysis) برای تفسیر داده‌های هیدروژئوشیمیایی، نقشه‌ها و خوشه‌بندی خود سازماندهی برای درک الگوهای هیدرولوژیکی
۴. تحلیل سری‌های زمانی در تحلیل زمانی پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی، یادگیری ماشین برای پیش‌بینی سری‌های زمانی، شبکه‌های LSTM، تبدیل موجک برای استخراج ویژگی در تجزیه و تحلیل سری زمانی
۵. یادگیری عمیق (Deep Learning) در مطالعات آب زیرزمینی (مروری بر شبکه‌های عصبی و چارچوب‌های یادگیری عمیق، شبکه‌های عصبی کانولوشن برای داده‌های تصویری، نمودار شبکه‌های عصبی برای داده‌های مکانی آب‌های زیرزمینی)



۶. الگوریتم ژنتیک و کاربرد آن در مدل‌سازی آب زیرزمینی
۷. سیستم‌های منطق فازی برای مدیریت عدم قطعیت در داده‌های آب زیرزمینی
۸. مدل‌های ترکیبی (اصول روش‌های یادگیری ماشین ترکیبی (Ensemble) و کاربرد آنها در مدل‌سازی آب زیرزمینی، تکنیک‌های انباشتن، بسته‌بندی و تقویت (Stacking, Bagging, and Boosting)، تفسیر مدل‌های ترکیبی
۹. ارزیابی و انتخاب مدل (تکنیک‌های اعتبارسنجی متقابل (Cross-Validation) و معیارهای عملکرد، معیارهای انتخاب و مقایسه در مدل، قابلیت تفسیر مدل هوش مصنوعی)
۱۰. آینده هوش مصنوعی و تحقیقات جدید در علوم آب

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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

کلاس درس، وایت برد و مازیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- Chang, F.J., Chang, L. C., Chen, J.F. (2023). Artificial intelligence techniques in hydrology and water resources management. Water, 15(10), 1846.
- 2- Goodfellow, I., Bengio, Y. and Courville, A. (2016). Deep learning. MIT press.
- 3- Kuhn, M. (2013). Applied predictive modeling. New York: Springer.
- 4- McKinney, W. (2022). Python for data analysis. O'Reilly Media Inc.
- 5- Negnevitsky, M. (2005). Artificial intelligence: a guide to intelligent systems. Pearson education.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: سنجش از دور کاربردی		
عنوان درس به انگلیسی:	Applied Remote Sensing	نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐ نظری ☒
دروس هم‌نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۱	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۱۶	پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	حل تمرین: -	مهارتی-اشتغال پذیری ☐
		مرتبط با آمایش/مأموریت ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش ☐
		موسسه نیست ☒ موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- اصول سنجش از دور و پردازش و تفسیر داده‌های رقومی ماهواره‌ای و تصاویر ماهواره‌ای

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مفاهیم و تکنیک‌های سنجش از دور و خصوصیات تصاویر ماهواره‌ای

۲. شناسایی عوارض زمینی و منابع آب بر روی تصاویر ماهواره‌ای

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر تاریخچه و کاربرد عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، تعاریف، کاربردها و مزایای سنجش از دور
۲. ویژگی‌های داده‌های ماهواره‌ای، اجزای یک سیستم سنجش از دور، منبع انرژی در سنجش از دور، طیف الکترومغناطیس، منحنی رفتار طیفی، تأثیرات اتمسفر بر روی طیف الکترومغناطیس، پنجره‌های اتمسفری، پراکنش اتمسفری، محدوده‌های طیفی مورد استفاده در سنجش از دور
۳. انواع سکوها در سنجش از دور، مزیت‌ها و معایب انواع سکوها، خصوصیات مهم یک ماهواره، مروری بر سیستم‌های ماهواره‌ای مورد استفاده در مطالعات منابع آب، سنجش، خصوصیات مهم یک سنجش، توان تفکیک مکانی، طیفی، زمانی و رادیومتری سنجش، انواع سنجش‌ها بر اساس نوع منبع انرژی، نوع داده، هندسه جمع‌آوری داده و از لحاظ طیفی، طبقه‌بندی ماهواره‌ها بر اساس نوع مدار، تصاویر چند طیفی و ابر طیفی
۴. مبانی و اهمیت پردازش تصویر، ساختار تصویر رقومی، فاصله و همسایگی در تصویر، هیستوگرام تصویر
۵. مفاهیم و ساختار فضاهای رنگی (RGB, HIS, CYM)، ترکیب‌های رنگی
۶. بارسازی یا آشکارسازی تصاویر، روش‌های بهبود تصویر و افزایش تابین
۷. تصحیحات رادیومتری (دستگاهی و اتمسفری) و هندسی، کاربردها و مفاهیم تصحیح هندسی
۸. روش‌های تفسیر تصاویر ماهواره‌ای (بصری، کامپیوتری)، طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، طبقه‌بندی نظارت‌شده و نظارت‌نشده
۹. تفسیر زمین‌شناختی و آب زمین‌شناسی تصاویر سنجش از دور
۱۰. شاخص NDVI، برآورد رطوبت خاک و میزان تبخیر و تعرق
۱۱. تصویربرداری مادون قرمز حرارتی و کاربرد آن در علوم آب، آشنایی با فن‌آوری‌های رادار و LIDAR و کاربرد آنها در تحقیقات منابع آب



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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

کلاس درس، وایت برد و ماژیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، نرم‌افزارهای ArcGIS و ENVI، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزش نرم‌افزار

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- فاطمی، س. ب.، رضایی، ی (۱۳۹۶). مبانی سنجش از دور (چاپ پنجم)، انتشارات آزاده.

2- Jensen, J.R. (2007). Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. 2nd Edition, Pearson Prentice Hall .

3-Mather, P.M. (2004). Computer processing of remotely-sensed images: an introduction. 3rd Edition, John Wiley & Sons

4- Ndehedehe, C. (2022). Satellite remote sensing of Terrestrial Hydrology (Vol. 15). Springer.

5-Stephen, A.D. (2001). Image interpretation in Geology, Blackwell.

6- Thenkabail, P.S. (Ed.). (2024). Remote Sensing Handbook, Volume V: Water, Hydrology, Floods, Snow and Ice, Wetlands, and Water Productivity. CRC Press.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه سنجش از دور کاربردی			
نوع درس و واحد		Applied Remote Sensing Lab.	
☐ نظری ☐ پایه		عنوان درس به انگلیسی:	
☒ عملی ☐ تخصصی الزامی		دروس پیش نیاز:	
☐ نظری-عملی ☒ تخصصی اختیاری		دروس هم نیاز:	
پروژه/ رساله / پایان نامه ☐		حل تمرین: -	تعداد واحد: ۱
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			تعداد ساعت: ۳۲
مرتبط با مأموریت /آمایش ☐ موسسه است		وضعیت آمایشی /مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت /آمایش ☒ موسسه نیست			

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- آشنایی با نرم افزار پردازش تصاویر ماهواره‌ای و کاربرد آن در تحقیقات علوم آب

اهداف ویژه:

۱. آموزش پردازش تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نرم افزار ENVI

۲-شناسایی عوارض زمین‌شناسی و منابع آب بر روی تصاویر ماهواره‌ای

پ) سرفصل‌ها:

۱. معرفی قابلیت‌ها و کاربرد Google Earth در تحقیقات علوم آب، آشنایی با قابلیت‌ها و آموزش طریقه نصب نرم افزار ENVI

۲. دریافت داده‌های رقومی از تارنمای Earth Explorer

۳. ورود و مدیریت داده‌های رقومی، بدست آوردن اطلاعات مکانی و طیفی تصویر، مرور و ویرایش فایل Header

۴. مدیریت باندها در تصویر چند طیفی

۵. روش‌های مختلف پیش پردازش شامل تصحیحات رادیومتری و هندسی (زمین مرجع نمودن) تصویر ماهواره‌ای

۶. برش، جداسازی محدوده مورد مطالعه و آماده‌سازی تصویر ماهواره‌ای

۷. روش‌های مختلف تلفیق و پردازش تصاویر ماهواره‌ای

۸ آشنایی با مدل ارتفاعی رقومی (DEM) و نحوه دریافت، ساخت DEM از تصاویر Aster

۹. اعمال فیلترهای مختلف، آمار و محاسبات باندی، موزاییک تصاویر ماهواره‌ای

۱۰. معرفی و آشنایی اولیه با انواع مختلف سامانه‌های برخط دریافت و پردازش تصاویر ماهواره‌ای مانند Land Viewer و Google Earth Engine

۱۱. روش‌های پس پردازش، آستانه گذاری، ویرایش و انتقال تصاویر به محیط ArcGIS

۱۲. کاربردهای سنجش از دور در تحقیقات علوم آب و نحوه اجرای پروژه‌های مرتبط مختلف



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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

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

کلاس درس، وایت برد و مژیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، نرم‌افزارهای ArcGIS و ENVI، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزش نرم‌افزار

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- فاطمی، س. ب.، رضایی، ی. (۱۳۹۶). مبانی سنجش از دور (چاپ پنجم)، انتشارات آزاده.

2- EX, E. (2009). ENVI EX user's guide.

3- Gorr, Wilpen L., Kristen S. Kurland (2017). GIS Tutorial 1 for ArcGIS Pro: A Platform Workbook. Redlands, CA: ESRI Press. 2017. ISBN 9781589483828.

4- Jensen, J.R. (2007). Remote Sensing of the Environment An Earth Resource Perspective. 2nd Edition, Pearson Prentice Hall .

5- Mather, P.M. (2004). Computer processing of remotely-sensed images: an introduction. 3rd Edition, John Wiley & Sons

6- Thenkabail, P.S. (Ed.). (2024). Remote Sensing Handbook, Volume V: Water, Hydrology, Floods, Snow and Ice, Wetlands, and Water Productivity. CRC Press.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی		
نوع درس و واحد	Applied Geographic Information System (GIS)	عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	حل تمرین: -	تعداد واحد: ۱
پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐		تعداد ساعت: ۱۶
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		
مرتبط با آماش/مأموریت ☐ مرتب با مأموریت/آماش ☐	وضعیت آماشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه نیست ☒ موسسه است ☐		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- این دوره بر روی آشنایی با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به منظور بررسی، پایش و مدیریت منابع آب سطحی و زیرزمینی متمرکز است.

اهداف ویژه:

۱. فراگیری مفاهیم کلیدی پایگاه داده‌ها و اطلاعات مکانمند

۲. درک مباحث مرتبط با نمایش اطلاعات مکانمند

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تعاریف، کاربرد GIS در مطالعات مکانمند و علوم آب

۲. منابع و طبقه‌بندی به داده‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی (داده‌های ماهواره‌ای، رقومی سازی نقشه‌ها و ...)، منابع داده‌های مکانی برای مطالعات بر روی منابع آب، سامانه موقعیت یاب جهانی (GPS)

۳. اجزای کارتوگرافی و طبقه‌بندی، انواع و سطوح داده‌های مکانی، موقعیت مکانی مطلق و نسبی، الگوهای مکانی داده‌ها، گردآوری و نمونه‌برداری داده‌ها، تهیه بانک و لایه‌های اطلاعاتی در سامانه اطلاعات جغرافیایی

۴. اصول نقشه و نقشه‌خوانی، کلیات کارتوگرافی و عناصر نقشه، طبقه‌بندی، نقشه موضوعی

۵. ساختار داده‌ها و موقعیت جغرافیایی، بیضوی‌های مبنا، سیستم‌های تصویر نمودن و زمین مرجع کردن داده‌های جغرافیایی

۶. سیستم‌های مختصات جغرافیایی، سطح مبنا، انواع فایل‌ها، ساختار و انواع پایگاه داده‌ها، نمایش خصوصیات و عوارض در GIS، طبقه‌های نمایش رستری، برداری و توپولوژی، مدل‌های داده‌ها در GIS (مدل‌های فشرده‌سازی داده‌های رستری، مدل‌های داده‌های برداری، مدل‌های داده‌های توپولوژی)

۷. ایجاد پایگاه داده جغرافیایی، انتخاب داده، منابع اولیه و ثانویه داده، طرق وارد نمودن داده‌ها به پایگاه داده، تبدیل داده‌های رستری و برداری به یکدیگر، چهارچوب‌های مرجع و تبدیلات، آماده‌سازی نقشه و رقومی‌سازی

۸. ذخیره‌سازی داده‌ها و ویرایش زیرسیستم، کیفیت داده‌ها، جستجو ویرایش خطای داده‌های رستری و برداری

۹. تحلیل مکانی با هدف تبدیل داده‌ها به اطلاعات، نحوه بیان خصوصیات مکانی، اندازه‌گیری خصوصیات مکانی (خط، چند ضلعی و فاصله)

۱۰. طبقه‌بندی و باز طبقه‌بندی، بافرها، توابع همسایگی و انواع فیلترها، نمایش سطوح، نقشه‌های ایزومتری، مدل رقومی ارتفاعی DEM، درونیابی و انواع آن، نحوه محاسبه و کاربرد شیب، جهت و شکل شیب، تهیه نقشه آسیب‌پذیری و ارزیابی خطر



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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

کلاس درس، وایت برد و مژیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، نرم‌افزار ArcGIS، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزش نرم‌افزار

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- مر، ف. و هاشمی تنگستانی، م. (۱۳۸۱). سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.

2- Bolstad, P. (2016). GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems, 5th Edition. XanEdu Publishing Inc. 770 pages.

3- Gorr, W.L., Kurland, K.S. (2017). GIS tutorial 1 for ArcGIS Pro: a platform workbook. Esri Press.

4- Hussain, A., Madan, R., Kamboj, V. (2022). Applications of remote sensing and GIS in hydrological and hydrogeological studies: integrated watershed management. In Addressing Environmental Challenges Through Spatial Planning (pp. 237-251). IGI Global Scientific Publishing.

5- Jha, M.K., Peiffer, S. (2006). Applications of remote sensing and GIS technologies in groundwater hydrology: past, present and future (Vol. 112). Bayreuth: BayCEER.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی			
نوع درس و واحد		Applied Geographic Information System (GIS) Lab.	
☐ نظری ☐ پایه		عنوان درس به انگلیسی:	
☒ عملی ☐ تخصصی الزامی		دروس پیش‌نیاز:	
☐ نظری-عملی ☒ تخصصی اختیاری		دروس هم‌نیاز:	
پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐		حل تمرین: -	تعداد واحد: ۱
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			تعداد ساعت: ۳۲
مرتبط با مأموریت/آمایش ☐ موبسسه است		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با آمایش/مأموریت ☒ موبسسه نیست			

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- آشنایی با نرم افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی ArcGIS و بکار گیری آن در تحقیقات علوم آب

اهداف ویژه:

۱. نمایش داده‌ها و اطلاعات مکانمند در محیط ArcGIS و درک اصول و کاربردهای فناوری‌های سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور در مطالعه منابع آب
۲. تهیه خروجی مناسب از داده‌ها و اطلاعات سامانه اطلاعات جغرافیایی و کسب مهارت در استفاده از نرم افزار ArcGIS برای تحلیل داده‌های مکانی

پ) سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با سیر تکاملی و توانمندی‌های نرم افزار ArcGIS، مشخصات سخت افزاری مورد نیاز و طریقه نصب نرم افزار ArcGIS
۲. ورود اطلاعات و چگونگی مشاهده داده‌ها در ArcCatalog، توانایی مدیریت داده‌ها و محتویات در ArcCatalog، آشنایی با محیط برنامه Arc Map، ورود اطلاعات به نرم افزار، توانایی کار با لایه‌های رقومی و نمایش آنها در Arc Map، آشنایی با Tools Menu، ایجاد Dataframe و Group layer، معرفی Table of Content، آشنایی با ابزارهای کمکی در نمایش لایه‌ها
۳. معرفی ساختارهای داده‌ای رستری Raster و برداری Vector در نرم افزار Arc GIS، جداول اطلاعات توصیفی (Attribute Table)، ساخت Field، انواع داده‌های قابل ورود به جداول توصیفی، ویرایش اطلاعات موجود در جدول، آشنایی با ابزارهای Summarize، Statistics، Field Calculator و Calculate Geometry
۴. آشنایی با سیستم مختصات جغرافیایی (Geographic Coordinate System) و تصویر شده (Projected Coordinate System)، آشنایی با انواع سیستم‌های تصویر، نحوه تعریف و تغییر سیستم مختصات یک لایه
۵. ساخت Shapefile، آشنایی با Geodatabase، مزیت های Geodatabase، ایجاد Personal Geodatabase، ایجاد Feature dataset، ساخت Feature class
۶. زمین مرجع کردن (Georeferencing) نقشه‌ها، تبدیل مختصات با استفاده از نرم افزارهای جانبی GIS، ذخیره‌سازی لایه‌های زمین مرجع شده، آشنایی با
۷. آشنایی با نوار ابزار ویرایش اطلاعات (Editor)، چگونگی ترسیم و ویرایش عوارض، آشنایی با انواع ابزارهای ویرایش Split, Cut, Merge Union, Trim, Extend، ...، افزودن اطلاعات توصیفی به نقشه، نحوه ترسیم عوارض از روی تصاویر هوایی و ماهواره‌ای (رقومی سازی نقشه‌های رستری)



۸. روش‌های انتخاب اطلاعات توصیفی و مکانی، Query، استخراج بخش‌های مورد نیاز از لایه‌های رقومی با (Select by Attribute)، انتخاب اطلاعات بر اساس موقعیت مکانی (Select by Location)

۹. طبقه‌بندی عوارض (Symbolology)، تغییر نماد لایه‌ها، معرفی انواع روش‌های طبقه‌بندی لایه‌ها، آشنایی با روش ایجاد نقشه تراکم (Dot Density)، اضافه کردن نمودار (Chart) به اطلاعات طبقه‌بندی شده

۱۰. آشنایی با نوار ابزار طراحی چاپ نقشه (Layout)، اضافه کردن و تنظیمات مقیاس به نقشه، اضافه نمودن عکس، نمودار و متن به نقشه، اضافه کردن راهنما (Legend) به نقشه، مفاهیم مقیاس و انواع آن، تنظیمات ثابت کردن مقیاس، ایجاد یک شبکه مختصات بر روی نقشه، ذخیره خروجی به صورت عکس و pdf در Arc MAP

۱۱. ایجاد و مدیریت Bookmark، استفاده از Overview و Viewer، بر چسب گذاری (Labeling)، نحوه صحیح ذخیره نمودن یک پروژه، ایجاد نمودار (Graph)، نحوه اندازه‌گیری طول و مساحت با ابزار Measure، افزودن و فعال‌سازی Extention ها در Arc Map

۱۲. آشنایی با ابزارهای مهم Arc Toolbox (منوی Geoprocessing)، ایجاد لایه حریم (Buffer)، برش لایه‌ها (Clip)، اشتراک لایه‌ها (Intersect)، ادغام لایه‌ها (Merge)، ترکیب لایه‌ها (Union)، ادغام براساس ویژگی مشترک (Dissolve)

ن روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کلاس درس، وایت برد و مازیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، نرم‌افزار ArcGIS، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزش نرم‌افزار

چ منابع علمی پیشنهادی:

۱- مر، ف. و هاشمی تنگستانی، م. (۱۳۸۱). سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.

2- Bolstad, P. (2016). GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems, 5th Edition. XanEdu Publishing Inc. 770 pages.

3- Gorr, W.L., Kurland, K.S. (2017). GIS tutorial 1 for ArcGIS Pro: a platform workbook. Esri Press.

4- Hussain, A., Madan, R., Kamboj, V. (2022). Applications of remote sensing and GIS in hydrological and hydrogeological studies: integrated watershed management. In Addressing Environmental Challenges Through Spatial Planning (pp. 237-251). IGI Global Scientific Publishing.

ح ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: ریاضیات کاربردی			
عنوان درس به انگلیسی: Applied Mathematics		نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ☒
		تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:		تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
		پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
		حل تمرین: دارد	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت /آمایش	مرتبط با مأموریت /آمایش
		موسسه نیست ☒	موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- فراگیری مفاهیم تکمیلی و جنبه‌های کاربردی ریاضی در جهت کسب توانمندی حل مسائل کمی مربوط به آب زیرزمینی

اهداف ویژه:

۱. توانمندی دانشجوی در درک روابط ریاضی

۲. بکارگیری روابط ریاضی در حل مسائل کاربردی آب زیرزمینی

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی انواع توابع به همراه نمودار (لگاریتمی، نمایی، سهموی، هذلولی، هیپربولیک و)، حد، پیوستگی، قضایای افسردگی، مقدار میانی و مقدار اکسترمم
- مشتق و دیفرانسیل، کاربرد فیزیکی مشتق، کاربرد مشتق در تقریب ریشه‌های معادلات، اکسترمم موضعی و مطلق، بهینه سازی و روش نیوتن
- توابع چند متغیره، کمینه و بیشینه توابع چند متغیره، قاعده زنجیره‌ای، مشتق جزئی، صفحه مماس و خط قائم، گرادیان
- روشهای انتگرال‌گیری، انتگرال در محاسبه طول منحنی‌ها، حجم، سطح، انتگرال‌های دو گانه و سه گانه، انتگرال‌های دو گانه و سه گانه و کاربرد آنها در مسائل هندسی و فیزیکی
- دنباله ها و سری‌های عددی، همگرایی و آزمون‌های همگرایی، سری‌های توانی، سری تیلور، سری مک‌لورن، مشتق و انتگرال سری‌های توانی، سری‌های عددی در تقریب توابع
- ماتریس‌ها، بردارها، ضرب، جمع، معادلات پارامتری آرایه‌ها، دستگاه معادلات خطی، عملیات روی سطرها، معکوس یک آرایه، حل دستگاه معادلات، دترمینان، ضرب برداری، معادلات خط و صفحه
- آشنایی با معادلات دیفرانسیل معمولی و معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی، شیوه حل انواع خاصی از معادلات دیفرانسیل
- برنامه‌ریزی خطی



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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

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

کلاس درس، وایت برد و ماژیک، کامپیوتر، ویدئو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- توماس، ج. بی. و راس، ال. فینی (۱۳۹۱). حساب دیفرانسیل و انتگرال و هندسه تحلیلی، جلد اول، ترجمه مهدی بهزاد، سیامک کاظمی و علی کافی، مرکز نشر دانشگاهی.

۲- توماس، ج. بی. و راس، ال. فینی (۱۳۹۱). حساب دیفرانسیل و انتگرال و هندسه تحلیلی، جلد دوم، ترجمه مهدی بهزاد، سیامک کاظمی و علی کافی، مرکز نشر دانشگاهی.

2- Zill, D.G. (2020). Advanced engineering mathematics. Jones & Bartlett Learning.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: مباحث ویژه در آب زمین‌شناسی			
نوع درس و واحد		Special Topics in Hydrogeology	
پایه ☐ نظری ☒		عنوان درس به انگلیسی:	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		- دروس پیش‌نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		- دروس هم‌نیاز:	
پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐		حل تمرین: -	تعداد واحد: ۲
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			تعداد ساعت: ۳۲
مرتبط با مأموریت/آمایش ☐		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه است ☐		مرتبط با آمایش/مأموریت ☒	
		موسسه نیست ☒	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- هدف از این درس آشنایی با برخی موضوعات خاص، پیشرفته یا جدید در علم آب زمین‌شناسی و هیدرولوژی است.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با اصول و اهداف مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM)
۲. درک فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی مرتبط کننده آب‌های زیرزمینی و سطحی
۳. استفاده از ارگانسیم‌های زیستی (عمدتاً میکروارگانسیم‌ها) برای تجزیه، تبدیل یا حذف آلودگی‌ها

پ) سرفصل‌ها:

مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM)

۱. مفاهیم، تاریخچه، اهمیت جهانی مدیریت یکپارچه منابع آب
۲. حاکمیت آب و ساختارهای نهادی
۳. ذی‌نفعان در مدیریت یکپارچه منابع آب: عدالت، مشارکت، حل تعارض
۴. حقوق و سیاست‌های آب: ابعاد محلی، ملی و بین‌المللی
۵. ابزارهای اقتصادی در مدیریت یکپارچه منابع آب: قیمت‌گذاری، بازایی هزینه‌ها، تحلیل هزینه-فایده
۶. ابعاد زیست‌محیطی مدیریت یکپارچه منابع آب

اندرکنش آب زیرزمینی و آب سطحی

۱. آب زیرزمینی و آب سطحی به عنوان یک منبع واحد، مروری بر مفاهیم بیلان آب
 ۳. ویژگی‌های هیدرولیکی خاک‌ها و رسوبات
 ۴. اندرکنش رودخانه و آبخوان: رودخانه‌های تغذیه‌کننده و رودخانه‌های تخلیه‌کننده
 ۵. هیدرولوژی تالاب‌ها و ارتباط آن‌ها با آب زیرزمینی
 ۶. اندرکنش‌های آب زیرزمینی و دریاچه
 ۷. مصب رودخانه‌ها، آب زیرزمینی در مناطق ساحلی
 ۸. روش‌های میدانی: ردیاب‌ها، نشست‌سنج، پیزومترها
- زیست‌پالایی آلودگی ناشی از NAPL ها



۱. فرآیندهای میکروبی: تجزیه هوازی (استفاده از اکسیژن به عنوان پذیرنده الکترون)، استفاده از نیترات، سولفات، آهن، (تجزیه بی‌هوازی)، CO_2 به عنوان پذیرنده الکترون، مفهوم نردبان اکسایش-کاهش، آنزیم‌های کلیدی در تجزیه هیدروکربن‌ها و حلال‌ها.
۲. انواع زیست‌پالایی: زیست‌پالایی ذاتی (طبیعی)، زیست‌پالایی تقویت‌شده (Biostimulation) تحریک میکروب‌های بومی با افزودن مواد مغذی (N, P) یا پذیرنده/دهنده‌های الکترون - Bioaugmentation افزودن سویه‌های میکروبی تخصصی برای افزایش ظرفیت تجزیه
۳. روش‌های Biostimulation: افزودن اکسیژن، افزودن دهنده‌های الکترون، افزودن مواد مغذی
۴. روش‌های Bioaugmentation: وارد کردن میکروارگانیسم‌های پرورش‌یافته در آزمایشگاه (سویه‌های تخصصی برای تجزیه هیدروکربن‌ها)
۵. پیاده‌سازی میدانی زیست‌پالایی: ارزیابی سایت، طراحی سیستم، پایش عملکرد
۶. چالش‌ها و محدودیت‌ها: عوامل بازدارنده، ناهمگنی سایت، مسئله زمان، نیاز به شواهد کافی برای اثبات کارایی زیست‌پالایی طبیعی یا تقویت‌شده

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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادهی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس درس، وایت برد و مایژیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- ۱- داونز، پ. د.، گرگوری، ک. ج.، بروکز، آ. (۱۳۹۸). مدیریت یکپارچه آبریز رودخانه، ترجمه منیژه ملائی. نشر هنر و علوم دانشگاهی.
- ۲- کازرونی، ح.، حسنیلو، ح.، علی رمایی، ر. (۱۳۹۸). موضوعات ویژه در مدیریت یکپارچه منابع آب. انتشارات دانشگاه عالی دفاع ملی تهران.
- 3- de Oliveira Vieira, E., Sandoval-Solis, S., de Albuquerque Pedrosa, V., Ortiz-Partida, J.P. (2020). Integrated water resource management. Springer International Publishing.
- 4- Loucks, D.P., Van Beek, E. (2017). Water resource systems planning and management: An introduction to methods, models, and applications. Springer.
- 5- Mayer, A.S., Hassanizadeh, S.M. (Eds.) (2005). Soil and groundwater contamination: Nonaqueous phase liquids (No. 17). American Geophysical Union.
- 6- Mumford, K.G., Kueper, B.H., Lenhard, R.J. (2024). Flow and distribution of non-aqueous phase liquids. The Groundwater Project.
- 7- Winter, T.C. (2000). Ground water and surface water: a single resource. Diane Publishing.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: سمینار و روش تحقیق			
نوع درس و واحد		Seminar and Research Methods	
پایه ☐ نظری ☒		عنوان درس به انگلیسی:	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		- دروس پیش‌نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		- دروس هم‌نیاز:	
پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐		حل تمرین: -	تعداد واحد: ۲
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			تعداد ساعت: ۳۲
مرتبط با مأموریت/آمایش ☐		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه است ☐		مرتبط با آمایش/مأموریت ☒	
		موسسه نیست ☒	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

ب: هدف کلی:

- این درس با هدف آشنایی دانشجویان با مفاهیم پایه‌ای تحقیق علمی، روش‌های مختلف پژوهش و شیوه‌های صحیح ارائه نتایج علمی (به صورت مکتوب و شفاهی) در رشته علوم زمین گرایش آب زمین‌شناسی طراحی شده است. دانشجویان ضمن شرکت فعال در کلاس، با اهداف، مراحل، و روش‌های تحقیق و گردآوری اطلاعات آشنا شده و یافته‌های خود را در قالب ارائه‌های کلاسی و گزارش‌های علمی ارائه می‌دهند.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مبانی و مراحل انجام یک تحقیق علمی در رشته علوم زمین گرایش آب زمین‌شناسی
۲. یادگیری روش‌های مروری بر ادبیات تحقیق و پیشینه مطالعاتی
۳. آموزش نگارش علمی و اصول تدوین گزارش تحقیق، پایان‌نامه و مقاله

پ) سرفصل‌ها:

۱. اصول و مبانی تحقیق

- ویژگی‌های تحقیق علمی: نظام‌مند بودن، ساده‌سازی، بازتولیدپذیری
- اهداف تحقیق: توصیف، پیش‌بینی، بهبود و تبیین پدیده‌ها
- انواع تحقیق و طبقه‌بندی‌های رایج: تجربی، تحلیلی، اکتشافی، تأییدی و غیره
- مراحل تحقیق: انتخاب موضوع، طراحی روش، اجرای تحقیق، تحلیل و ارائه نتایج

۲. تحقیق در محیط‌های دانشگاهی و نحوه ارائه آن

- تفاوت‌های تحقیق در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری
- نگارش و ارائه پیشنهاد تحقیق (Proposal)
- ساختار و نحوه نگارش مقالات علمی؛ رتبه‌بندی و اعتبار مجلات
- آموزش نگارش علمی و اصول تدوین گزارش تحقیق و مقاله
- ساختار فصل‌بندی و نگارش پایان‌نامه
- آشنایی با اصول اخلاق پژوهش، مالکیت فکری و نحوه ارجاع‌دهی صحیح
- پرورش مهارت‌های ارائه شفاهی و پاسخ به پرسش‌های تخصصی، شیوه صحیح ارائه سخنرانی علمی



- برنامه‌ریزی فردی و سازمانی برای تحقیقات بلندمدت

۳. جستجوی اطلاعات علمی

- روش‌های سریع بهره‌گیری از کتاب‌ها و دایره‌المعارف‌ها
- آشنایی با پایگاه‌های اطلاعاتی مقالات و پایان‌نامه‌ها
- جستجوی هدفمند اطلاعات پژوهشی در اینترنت
- سازماندهی و مدیریت اطلاعات گردآوری شده
- به‌روزرسانی مستمر اطلاعات در طول انجام تحقیق

۴. روش‌های عمومی پژوهش در آب زمین‌شناسی

توانایی تشخیص و تعریف مسئله تحقیق در زمینه‌های مرتبط با آب زیرزمینی

- آب زمین‌شیمی
- هیدرولیک و مدل‌سازی آب زیرزمینی
- آب زمین‌شناسی کارست
- آب زیرزمینی و مسائل ژئوتکنیک
- اندرکنش آب سطحی و زیرزمینی

۵. پژوهش‌های بین‌رشته‌ای مرتبط با آب زمین‌شناسی

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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۷۰ درصد
- آزمون پایان نیم‌سال ۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس درس، وایت برد و مازیک، کامپیوتر، اسلاید درسی، ویدئو پروژکتور، فیلم‌های آموزشی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- ۱- پلانوکلارک و.ا.، کرسول ج.د. (۱۴۰۰). روش تحقیق، ترجمه وفایی زاده، م.، انتشارات زرین اندیشمند، ۴۷۲ ص

2- Tsui, L., Gao, E. (2006). The efficacy of seminar courses. Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice, 8(2), 149-170.

3- Sevilla, C.G. (1992). Research methods. Rex Bookstore, Inc.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.



الف: عنوان درس به فارسی: آمار و احتمال مهندسی		
نوع درس و واحد	Statistics and Probability for Engineers	عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒	ریاضیات کاربردی	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	حل تمرین: دارد	تعداد واحد: ۲
پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐		تعداد ساعت: ۳۲
مهارتی-اشتغال پذیری ☐	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت /آمایش ☐ مرتبط با مأموریت ☐		
موسسه است ☐		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

ب: هدف کلی:

- فراگیری اصول آمار و احتمال مهندسی و کاربرد آن در علوم آب

اهداف ویژه:

۱. درک مفاهیم کلیدی و کاربردی آمار و احتمال
۲. بکارگیری فنون آمار و احتمال در حل مسائل کاربردی آب زیرزمینی

پ) سرفصل‌ها:

۱. تعاریف جمعیت، نمونه و داده، مقیاس‌های اندازه‌گیری خطای اندازه‌گیری
۲. آمار توصیفی، تلخیص داده، جداول فراوانی، ساماندهی و پردازش داده‌ها، نمودارهای آماری، پارامترهای جامعه آماری نمونه‌گیری تصادفی، پارامترهای پراکندگی، ضرایب چولگی و کشیدگی
۳. احتمال، فضای احتمال، جبر پیشامدها، فضای احتمال گسسته و پیوسته، احتمال شرطی، استقلال پیشامدها
۴. متغیرهای تصادفی گسسته و پیوسته، تابع چگالی احتمال، تابع توزیع، امید ریاضی
۵. توزیع‌های احتمالاتی گسسته (دوجمله‌ای، توزیع هندسی، توزیع پواسون) و پیوسته (توزیع‌های یکنواخت، نمایی، گاما، بتا و مربع کای، توزیع‌های نرمال و لاگ نرمال) و کاربرد آنها در علوم آب
۶. استنباط آماری، برآورد پارامتر مجهول جمعیت، برآورد میانگین جمعیت، برآورد تفاضل میانگین دو جمعیت، برآورد نسبت واریانس دو جمعیت
۷. آزمون فرض آماری، آزمون‌های نیکویی برازش مربع کای و کولموگروف-اسمیرنوف

۸. رگرسیون ساده خطی، رگرسیون غیر خطی، تجزیه و تحلیل رگرسیون، استنباط آماری ضریب رگرسیون، همبستگی، ضریب همبستگی خطی، همبستگی چندگانه



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

استفاده از منابع علمی به روز، انواع وسایل کمک آموزشی مدرن، استفاده از فیلم‌های آموزشی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

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

کلاس درس، وایت برد و مژیک، کامپیوتر، ویدئو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- بهبودیان، ج. (۱۳۸۶). آمار و احتمال مقدماتی، انتشارات آستان قدس رضوی.

۲- نعمت‌الهی، ن. (۱۳۹۱). آمار و احتمالات مهندسی، انتشارات دالفک.

3- Davis, J.C. (2010). Statistics and Data Analysis in Geology, 3rd ed., John Wiley& Sons.

4- Helsel, D.R., Hirsch, R.M., Ryberg, K.R., Archfield, S.A., Gilroy, E.J. (2020). Statistical methods in water resources: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 4, chap. A3, 458 p.

ح) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ارائه مجازی درس به صورت تمام الکترونیکی امکان‌پذیر است.

