



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

مقطع دکتری

زمین‌شناسی زیست‌محیطی



گروه علوم پایه

مصوبه هشتصد و پنجمین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مورخ ۹۱/۶/۲۶

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه درسی مقطع دکترای رشته زمین شناسی زیست محیطی

گروه: علوم پایه

کمیته تخصصی: علوم پایه

رشته: زمین شناسی زیست محیطی

گرایش:

مقطع: دکترا

کد رشته:

شورای برنامه ریزی آموزش عالی، در هشتصد و پنجمین جلسه مورخ ۹۱/۶/۲۶ خود، برنامه درسی مقطع دکترای رشته زمین شناسی زیست محیطی را به شرح زیر تصویب کرد:

ماده ۱: برنامه درسی مقطع دکترای رشته زمین شناسی زیست محیطی، از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند، لازم الاجراء است:

الف) دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری اداره می شوند.

ب) مؤسساتی که با اجازه رسمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و بر اساس قوانین تأسیس می شوند و تابع مصوبات شورای گسترش آموزش عالی هستند.

ماده ۲: این برنامه از تاریخ ۹۱/۶/۲۶ برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می شوند، لازم الاجراء است.

ماده ۳: برنامه درسی مقطع دکترای رشته زمین شناسی زیست محیطی در سه فصل: مشخصات کلی، جداول دروس و سرفصل دروس برای اجراء به دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی ابلاغ می شود.

رای صادره هشتصد و پنجمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی مورخ ۹۱/۶/۲۶ در خصوص برنامه درسی مقطع دکترای رشته زمین شناسی زیست محیطی:

۱. برنامه درسی مقطع دکترای رشته زمین شناسی زیست محیطی که از سوی گروه علوم پایه شورای برنامه ریزی آموزش عالی پیشنهاد شده بود، با اکثریت آراء به تصویب رسید.
۲. این برنامه از تاریخ تصویب به مدت پنج سال قابل اجراء است و پس از آن نیازمند بازنگری است.

حسین نادری منیش

نایب رئیس شورای برنامه ریزی آموزش عالی

سعید قدیمی

دبیر شورای برنامه ریزی آموزش عالی



برنامه پیشنهادی دوره دکترای زمین‌شناخت زیست‌محیطی

مقدمه

در راستای تحقق اهداف فرهنگی مبنی بر تربیت کارشناسان ارشد متعهد و متخصص در زمینه‌های مختلف علوم پایه و برای دستیابی به خودکفایی موردنیاز جمهوری اسلامی ایران، پیشنهاد راه‌اندازی دوره دکترای زمین‌شناسی زیست‌محیطی به شرح زیر ارائه می‌شود.

۱- تعریف و هدف

دوره دکترای زمین‌شناسی زیست‌محیطی از دوره‌های دکترای ناپیوسته در نظام آموزش عالی است که هدف آن تربیت متخصصین متعهد در این رشته جهت رفع نیازهای آموزشی و پژوهشی کشور است. فارغ‌التحصیلان این دوره براساس آموزش‌هایی که می‌بینند خواهند توانست مبانی نظری و عملی این علم را در سطوح دانشگاهی تدریس نموده و پژوهش‌های مرتبط با زمین‌شناسی زیست‌محیطی را به طور مستقل و یا در قالب گروه‌های پژوهشی به انجام برسانند.

۲- طول دوره و شکل نظام

تحصیل در این دوره مطابق با آئین‌نامه آموزشی دوره دکترای ناپیوسته مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی است. تعداد واحدهای درسی؛ براساس این آئین‌نامه و حداکثر و حداقل طول دوره و سایر موارد نیز برطبق آئین‌نامه‌های مصوب وزارت می‌باشد.

۳- واحدهای درسی

تعداد کل واحدهای درسی دوره دکترای زمین‌شناسی زیست‌محیطی برای فراغت از تحصیل با احتساب پایان‌نامه و بدون احتساب دروس کمبود ۳۶ واحد به شرح زیر است:

الف) دروس تخصصی الزامی ۸ واحد

ب) دروس تخصصی اختیاری ۱۰ واحد

ج) رساله ۱۸ واحد



۴- نقش و توانایی فارغ التحصیلان رشته

فارغ التحصیلان دوره دکترای زمین شناسی زیست محیطی می توانند برای رفع نیازهای آموزشی و پژوهشی در موسسات آموزشی مشغول به کار شده و یا در وزارتخانه ها، شرکت ها و موسسات پژوهشی دولتی و خصوصی فعالیت نمایند.

۵- ضرورت و اهمیت

با توجه به اهمیت روزافزون مسایل زیست محیطی و ابعاد جهانی مشکلات زیست محیطی همچون گرم شدن جهان، بالا آمدن آب دریا، آب شدن کلاهک های یخی و سوراخ شدن لایه اوزون از یک سو و لزوم مشارکت فعال جمهوری اسلامی در حل این مشکلات جهانی و اتخاذ تدابیر موثر برای محفوظ نگه داشتن کشور از آسیب های مرتبط با مشکلات زیست محیطی از سوی دیگر، نیاز به تربیت پژوهشگران و اعضای هیأت علمی متخصص در زمینه آلودگی های زیست محیطی و سوانح غیرمترقبه طبیعی بیش از پیش احساس می شود.

۶- نحوه پذیرش دانشجو

پذیرش دانشجو در این رشته مشابه با دوره دکترای سایر رشته ها و براساس مقررات جاری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری صورت خواهد گرفت. کسانی که دارای مدرک کارشناسی ارشد در زمین شناسی زیست محیطی یا دیگر رشته های زمین شناسی باشند می توانند در این دوره شرکت نمایند. بدیهی است که افرادی که دوره کارشناسی ارشد آنها زمین شناسی زیست محیطی نبوده و در این دوره پذیرفته می شوند باید پس از برابری دروس دوره کارشناسی ارشد با کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی، دروس تکمیلی این دوره را بگذرانند.

۷- رشته ها و گرایش ها

دوره دکترای زمین شناسی زیست محیطی تنها با یک گرایش (زمین شناسی زیست محیطی) ارائه می شود.



۸- ضرایب و مواد آزمون ورودی دوره

امتحان دروس تخصصی ورودی این دوره از میان دروس الزامی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی زیست‌محیطی و به شرح زیر برگزار می‌گردد:

ضریب	نام درس
۲	زمین‌شیمی زیست‌محیطی
۲	زمین‌شناسی پزشکی



دروس کمبود دکترای زمین‌شناسی زیست‌محیطی

کد	نام درس	تعداد واحد	ساعات		
			نظری	عملی	جمع
۸۰۱	زمین‌شیمی زیست‌محیطی	۲	۳۲	-	۳۲
۸۰۲	خطرات زمین‌شناختی	۲	۳۲	-	۳۲
۸۱۴	اصول نمونه‌برداری و تجزیه نمونه‌های زیست-محیطی	۲	۳۲	-	۳۲

دروس الزامی دکترای زمین‌شناسی زیست‌محیطی

کد	نام درس	تعداد واحد	ساعات		
			نظری	عملی	جمع
۹۰۰	زمین‌شیمی زیست‌محیطی فلزات سنگین	۲	۳۲		۳۲
۹۰۱	زیست‌زمین‌شیمی زیست‌محیطی	۲	۳۲		۳۲
۹۰۲	زمین‌نشانگرها	۲	۳۲		۳۲
۹۰۳	مبانی سم‌شناسی زیست‌محیطی	۲	۳۲		۳۲



دروس اختیاری دوره دکترای زمین‌شناسی زیست‌محیطی

کد	نام درس	تعداد واحد	ساعات	
			نظری	عملی
۹۰۴	زمین‌شناسی اقتصادی زیست‌محیطی	۲	۳۲	-
۹۰۵	زمین‌گردشگری و تنوع زمین‌شناختی	۲	۳۲	-
۹۰۶	منابع انرژی و محیط‌زیست	۲	۳۲	-
۹۰۷	مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی	۲	۳۲	-
۹۰۸	پرتوزایی طبیعی زیست‌محیطی	۲	۳۲	-
۹۰۹	سامانه‌های محیطی	۲	۳۲	-
۹۱۰	زمین‌شیمی شهری	۲	۳۲	-
۹۱۱	مبانی بوم‌زمین‌شناسی	۲	۳۲	-
۹۱۲	مبانی همه‌گیرشناسی	۲	۳۲	-
۹۱۳	زیست‌اقلیم‌شناسی	۲	۳۲	-
۹۱۴	زمین‌شیمی دریایی	۲	۳۲	-
۹۱۵	مواد زائد و محیط زیست	۲	۳۲	-
۹۱۶	بلاایای طبیعی و تغییرات محیطی	۲	۳۲	-
۹۱۷	ارزیابی و مدیریت خطرهای زمین‌شناختی	۲	۳۲	-
۹۱۸	آب‌زمین‌شیمی زیست‌محیطی	۲	۳۲	-



دروس پیشنهادی: ندارد	*نظری	جبرانی	نوع واحد: نظری - کمبود	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: زمین شیمی زیست محیطی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	*نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: <i>Environmental geochemistry</i>
سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>					

هدف:

هدف از ارائه این درس آشنا کردن دانشجو با اصول پایه زمین شیمی زیست محیطی و کاربرد مبانی شیمی تجزیه و آلی در بررسی مسائل و مشکلات زیست محیطی، پایش و تفسیر آلودگی در محیطها، و بوم سامانه های مختلف زمین است.

سرفصل های درس

- اصول پایه
- ترمودینامیک تعادلی و سینتیک
- تعادل های اسید باز
- واکنش های اکسایش و کاهش
- شیمی کربن
- ایزوتوپها
- کانی شناسی زیست محیطی
- محیط جو
- محیط قاره
- محیط دریا



منابع

1-Principles of environmental geochemistry, G. Nelson Eby, 2004, Thompson

2-Sherwood Lollar B (Editor) 2003 Treatise on geochemistry, Volume 9 Environmental Geochemistry, Elsevier, 612p.

۳- زمین‌شیمی زیست محیطی عناصر بالقوه سمی، ترجمه دکتر فرید مر، فاطمه راست منش، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست



دروس پیشنهادی: ندارد	*نظری	جبرانی	نوع واحد: نظری - کمبود	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به فارسی: خطرات زمین‌شناختی عنوان درس به انگلیسی: <i>Geohazards</i>
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	*نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>					

هدف:

آشنایی با خطرهای طبیعی و زمین‌زاد و اثرات آنها بر محیط‌زیست

سرفصل‌های درس

- تعاریف و مفهوم خطرهای زمین‌شناختی، پهنه‌بندی خطر، ارزیابی ریسک
- آتشفشانها و خطرهای مرتبط با آن
- زمین‌لرزه‌ها و خطرهای مرتبط با آن
- حرکت جرمی
- خاکهای مسئله‌دار
- رودها و سیلاب
- خطرهای ساحلی
- باد، مناطق خشک
- فرسایش خاک و بیابان‌زایی
- فرونشست زمین
- انقراض جمعی
- تغییرات اقلیم

منابع

1-Keller E. & Blodgett R. 2006 Natural Hazards. Pearson prentice Hall.

2-Bell F. G. 2002 Geological Hazards, Taylor and francis.

دروس پیشنهادی: ندارد	*نظری	جبرانی	نوع واحد: نظری - کمبود	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: اصول نمونه برداری و تجزیه نمونه های زیست-محیطی عنوان درس به انگلیسی: <i>Principles of environmental sampling and analysis</i>
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	*نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					

هدف:

آشنایی با اصول و مبانی نمونه برداری و تجزیه نمونه های زیست محیطی

سرفصل های درس

- اصول کلی نمونه برداری از محیط های مختلف (آب، خاک، سنگ، رسوب، نمونه های زیستی)
- تعیین الگوهای نمونه برداری و مشخص کردن نمونه زمینه
- آشنایی با روش های آماده سازی انواع نمونه ها
- اصول کلی اندازه گیری کمی غلظت عناصر
- آشنایی با مبانی طیف سنجی تجزیه نمونه های زیست محیطی
- مفاهیم دقت و صحت، استانداردهای بین المللی
- آشنایی با دستگاه های رایج در تجزیه های کیفی و کمی نمونه های زیست محیطی
- تهیه نقشه های زمین شیمیایی زیست محیطی
- نرم افزارهای آماری تحلیل و تفسیر داده های کمی

منابع:

- Introduction to environmental analysis, R. Reeve, Wiely, 2002.



دروس پیشنیاز:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-الزامی	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: زمین‌شیمی زیست‌محیطی فلزات سنگین		
	عملی						
	نظری	پایه				تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Environmental Geochemistry of heavy metals
	عملی						
	نظری*	الزامی					
	عملی						
	نظری	اختیاری					
	عملی						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد							
<input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار							

اهداف کلی درس:

هدف از ارائه این درس آشنایی دانشجو با فلزات بالقوه سمی و بررسی ویژگی‌های این عناصر از مبدأ تا مقصد و همچنین اثراتی که فلزات سنگین در غلظت‌های بیش از حد طبیعی بر حیات دارند می‌باشد.

سرفصل یا رونوس مطالب:

- ۱- کاربرد زمین‌شیمی در تحلیل بوم‌سامانه‌های آلودگی فلزات سنگین
- ۲- منبع و منشأ فلزات
- ۳- فلزات در محیط‌های زمین‌شیمیایی و عوامل موثر بر آنها
- ۴- راه‌های ورود فلزات به بدن
- ۵- غلظت پیشینه (MCL) فلزات سنگین
- ۶- فلزات سنگین در جو، خاک، آب، رسوبات، سنگ و شکل‌های حیاتی
- ۷- زمین‌شیمی زیست‌محیطی آرسنیک، بُر، کادمیم، کروم، مس، سرب، منگنز، جیوه، مولیبدن، نیکل، سلنیم و روی

منابع:

- 1- Siegel, F. R., 2002, Environmental Geochemistry of Potentially Toxic Metals.
- 2- Merian et al, 2004, Elements and Their Compounds in the Environment.



دروس پیشنیاز:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-الزامی	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: زیست‌زمین‌شیمی زیست‌محیطی		
	عملی						
	نظری	پایه				تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Environmental Biogeochemistry
	عملی						
	نظری*	الزامی					
	عملی						
	نظری	اختیاری					
	عملی						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد							
<input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار							

اهداف کلی درس:

هدف از ارائه این درس آشنایی دانشجویان با چرخه‌های زیست‌زمین‌شیمیایی عناصر مختلف و خطرات ناشی از غلظت بی‌هنجار آنها در بوم‌سامانه‌ها می‌باشد. همچنین شناخت استانداردهای زیست‌زمین‌شیمیایی و اثرات انحراف از این استانداردها از اهداف دیگر این درس است.

سرفصل یا رونوس مطالب:

- ۱- اصول مقدماتی زیست‌زمین‌شیمی
- ۲- چرخه‌های زیست‌زمین‌شیمیایی عناصر اصلی
- ۳- چرخه‌های زیست‌زمین‌شیمیایی عناصر جزئی
- ۴- ارزیابی خطرات بوم‌سامانه‌ها
- ۵- ساختار زیست‌زمین‌شیمیایی بوم‌سامانه‌ها
- ۶- استانداردهای زیست‌زمین‌شیمیایی

منابع:

- 1- Vladimir, N. B., 2006, Modern Biogeochemistry, Environmental risk assessment, Springer.
- 2- J. Brethelin, 1991, Diversity of environmental biogeochemistry, Elsevier



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-الزامی	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: زمین‌نشانگرها		
	عملی						
	نظری	پایه				تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Geoindicators
	عملی						
	نظری*	الزامی					
	عملی						
	نظری	اختیاری					
	عملی						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> سفر عملی							

اهداف کلی درس:

هدف این درس شناخت انواع پدیده‌هایی است که می‌توانند به عنوان زمین‌نشانگر مورد استفاده قرار گیرند. این زمین‌نشانگرها در شناسایی مناطق خشک، تغییر اقلیم، نشست زمین و سایر تغییرات محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سرفصل یا روئوس مطالب:

- تعریف
- رده‌بندی زمین‌نشانگرها
- اهمیت زیست‌محیطی زمین‌نشانگرها
- زمین‌نشانگرهای معرف تغییر سریع شرایط محیط
- زمین‌نشانگرهای تغییر اقلیم
- زمین‌نشانگرهای تغییر شرایط آب‌های زیرزمینی
- زمین‌نشانگرهای مناطق خشک
- زمین‌نشانگرهای نشست زمین
- زمین‌نشانگرهای بلایای طبیعی
- زمین‌نشانگرهای فرسایش خاک
- زمین‌نشانگرهای ساحلی

منابع:

- 1- Berger, A. R. and Imas, W. J., 1996, Geoindicators: assessing rapid environmental change in Earth systems.



دروس پیشتیا:ز	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-الزامی	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: مبانی سم شناسی زیست محیطی		
	عملی						
	نظری	پایه				تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Environmental toxicology
	عملی						
	نظری*	الزامی					
	عملی						
	نظری	اختیاری					
	عملی						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار							

اهداف کلی درس:

هدف این درس شناخت ویژگی‌های مواد سمی مانند عناصر پرتوزا، ترکیبات آلی، فلزات سنگین و ارزیابی خطر سمناکی آنها، روش‌های پاکسازی و مقابله با آلودگیهای ناشی از این مواد است.

سرفصل یا روئوس مطالب:

- کلیات و تعاریف
- تاریخچه علم سم‌شناسی زیست محیطی
- راههای جذب و انتقال مواد سمناک
- عوامل موثر بر سمناکی
- الاینده آلی پایدار و دیگر ترکیب‌های آلی سمناک
- فلزات سنگین و دیگر ترکیب‌های غیرآلی سمناک
- سمناکی مواد پرتوزا
- روش‌های تجزیه در سم‌شناسی
- ارزیابی خطر سمناکی
- پاکسازی مواد سمناک

منابع:

- 1- Landis, W. G., Sofield, R. M & Ming-Ho Yu, (2010), Introduction to Environmental toxicology.
- 2- Wright, A, Welbourn, P (2002), Environmental toxicology.
- 3- Hodgson, E; (2004) A textbook of modern toxicology.



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: زمین‌شناسی اقتصادی زیست‌محیطی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					عنوان درس به انگلیسی: Environmental economic geology

اهداف کلی درس:

در این درس دانشجویان با نحوه تشکیل کانسارهای مختلف آشنا شده و سپس اثرات زیست‌محیطی که هر یک از مراحل اکتشاف، استخراج، و فرآوری مواد معدنی در پی خواهد داشت مورد مطالعه قرار می‌گیرد. این امر موجب آشنایی دانشجویان با اثرات زیست‌محیطی معدن‌کاری می‌شود.

سرفصل یا رئوس مطالب:

- اثرات زیست‌محیطی اکتشاف، استخراج و فرآوری انواع کانسارهای فلزی
- اثرات زیست‌محیطی اکتشاف، استخراج و فرآوری انواع کانسارهای غیر فلزی
- اثرات زیست‌محیطی معادن سنگ و خاک
- معدنکاری و محیط‌زیست
- بازسازی پس از معدنکاری
- بیماری‌های ناشی از معدنکاری
- زهاب اسیدی معادن (نحوه تولید، اثرات، راههای مقابله)

منابع:

- 1- Evans, A. M., 2007, An introduction to Economic Geology and its Environmental impacts.



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: زمین‌گردشگری و تنوع زمین‌شناختی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					عنوان درس به انگلیسی: Geotourism and geodiversity

اهداف کلی درس:

شناخت انواع مختلف پدیده‌های زمین‌گردشگری، روش‌های حفظ آنها، و چگونگی بهره‌وری از آن از اهداف مهم این درس می‌باشد. همچنین دانشجوی در این درس با پدیده‌ها و جاذبه‌های زمین‌گردشگری ایران آشنا می‌شود.

سرفصل یا رئوس مطالب:

- گردشگری و فوائد آن
- انواع گردشگری
- تعریف زمین‌گردشگری
- پدیده‌های مهم زمین‌گردشگری (آبشارها، چشمه‌ها، غارها، آتشفشان‌ها و ...)
- زمین‌پارک‌ها
- روش‌های ارزیابی اهمیت زمین‌گردشگری مناطق
- تعریف تنوع زمین‌شناختی
- اهمیت تنوع زمین‌شناختی
- کانی‌ها به عنوان یک پدیده تنوع زمین‌شناختی
- سنگ‌ها به عنوان یک پدیده تنوع زمین‌شناختی
- سیماهای زمین‌شناختی به عنوان یک پدیده تنوع زمین‌شناختی
- فسیل‌ها به عنوان یک پدیده تنوع زمین‌شناختی
- سایر اشکال تنوع زمین‌شناختی
- اهمیت حفظ و نگهداری میراث زمین‌شناختی
- زمین‌گردشگری ایران

منابع:

- 1- Gray, J. M., 2004, Valuing and conserving a biotic nature.
- 2- Newsom. D. and Dowling, R. K., 2010, Geotourism: The Tourism of Geology and Landscape.



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: منابع انرژی و محیط-زیست عنوان درس به انگلیسی: Energy resources and the environment
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> سفر عملی					

اهداف کلی درس:

هدف اصلی این درس آشنا کردن دانشجو با انواع منابع انرژی و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از فرایند استفاده از آنها می باشد.

سرفصل یا رئوس مطالب:

- اثرات زیست‌محیطی اکتشاف، استخراج، پالایش و مصرف نفت و گاز
- اثرات زیست‌محیطی اکتشاف، استخراج و مصرف زغال‌سنگ
- منابع انرژی نو و اثرات زیست‌محیطی آنها
- اثرات زیست‌محیطی سدها (به عنوان منبع تولید برقی)

منابع:

1- Loutou, R. et al, 2005, Energy and Environment.



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: مدل سازی آب های زیرزمینی		
	عملی						
	نظری	پایه					
	عملی						
	نظری	الزامی				تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Groundwater Modeling
	عملی						
	نظری*	اختیاری					
عملی							
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> سفر عملی							

اهداف کلی درس:

اهداف این درس شامل آشنایی با معادلات مختلف حرکت آب های زیرزمینی و آلاینده های موجود در آن، روش های حل معادلات با استفاده از نرم افزارهای مرتبط و پیش بینی روند تغییرات غلظت آلاینده ها در محیط خاص با استفاده از مدل سازی است.

سرفصل یا رئوس مطالب:

- معادلات اصلی در هیدرولیک آب های زیرزمینی
- معادله لاپلاس
- معادلات عمومی جریان آب زیرزمینی در شرایط مختلف
- حل معادلات دیفرانسیل برای جریان های ناپایدار
- حل معادلات حاصل از روش های عددی
- مراحل طراحی مدل آب زیرزمینی
- طراحی و ساخت مدل (هدف، مدل تفهیمی، انتخاب کد کامپیوتری و معادله حاکم، شبکه بندی آبخوان، نوع و تعداد لایه-ها، شرایط مرزی، بخش فوقانی و تحتانی لایه ها، پارامترهای مدل، اجرای مدل، واسنجی، آنالیز حساسیت، صحت سنجی)
- کدها و بسته های نرم افزاری

منابع:

- 1- Zheng, C. and Bennet, G. D., 1995, Applied contaminant transport modeling.
- 2- Merkel, B. J., 2005, Groundwater geochemistry, A Practical guide to modeling of natural and contaminated aquatic systems.



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: پرتوزایی طبیعی زیست-محیطی عنوان درس به انگلیسی: Natural environmental radioactivity
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> سفر عملی					

اهداف کلی درس:

هدف کلی این درس آشنایی با ایزوتوپ‌های پرتوزا و خطرات ناشی از آن است. با شناسایی انواع ایزوتوپ‌های پرتوزا می‌توان راه-کارهای مختلف مقابله با خطرات سلامتی ناشی از آن را شناسایی و مورد استفاده قرار داد.

سرفصل یا روئوس مطالب:

- پرتوزایی و اثرات آن
- عناصر پرتوزای طبیعی
- خطر گاز رادون ۲۲۲ و روش‌های سنجش، ارزیابی و کاهش آن
- خطر اورانیوم
- خطر پرتوی گامای طبیعی
- خطر سایر عناصر پرتوزای طبیعی
- روش‌های سنجش، ارزیابی و کاهش خطر پرتوزاهای طبیعی

منابع:

- 1- Cooper, J. K. et al, 2003, Radioactive release in the environment: Impact and assessment.
- 2- Dickin, A. P., 2005, Radiogenic Isotope Geology.



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: سامانه‌های محیطی عنوان درس به انگلیسی: Environmental systems
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
عملی					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> سفر عملی					

اهداف کلی درس:

هدف این درس آشنایی دانشجویان با انواع مختلف سامانه‌های محیطی است. در این درس نتایج تغییر در سامانه‌های طبیعی و نیز مفهوم بوم‌کره مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

سرفصل یا رونوس مطالب:

- مفهوم سامانه و انواع آن
- انتقال ماده و انرژی در سامانه‌های طبیعی
- زمین به عنوان یک سامانه
- سنگ‌کره، هواکره و آب‌کره به عنوان زیرسامانه‌های اصلی زمین
- بوم‌کره (Ecosphere)
- سامانه حوضه آبریز
- سامانه دامنه و خاک
- سامانه ساحلی
- سامانه و انواع آن
- تغییر در سامانه‌های طبیعی

منابع:

- 1- White, I. D., Mottershed, D. N. and Harrison, S. J., 1992, Environmental systems.
- 2-



دروس پیش‌نیاز:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: زمین شیمی شهری عنوان درس به انگلیسی: Urban Geochemistry
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
عملی					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					

اهداف کلی درس:

در این درس دانشجویان با انواع آلاینده‌ها و منابع آلاینده در شهرها آشنا شده و آلودگی محیط‌های مختلف ناشی از شهرنشینی مورد بررسی قرار می‌گیرد. هدف دیگر این درس آشنایی دانشجویان با روش‌های پایش، کنترل و در نهایت پاکسازی آلودگی محیط شهری است.

سرفصل یا رونوس مطالب:

- مشکلات و آلودگی‌های ناشی از جهانی شدن و توسعه شهری
- مواد زائد و فلزات سنگین در مناطق شهری
- غلظت و توزیع ریزگردها و گازها در اتمسفر شهری
- آلودگی سطح شهرها و منابع آب زیرزمینی
- آلودگی فلزی خاک و گیاه در مناطق شهری
- کنترل، پایش و پاکسازی آلاینده‌ها در مناطق شهری

منابع:

- 1- Huggenberger, Peter & Epting, Jannis (2011): Urban Geology.
- 2- Jason Corburn (2009): Toward the Healthy City- People, Places, and the Politics of Urban Planning.
- 3- Dieter Schwela, Gary Haq, Cornie Huizenga, Wha-Jin Han, Herbert Fabian and May Ajero (2006): Urban Air Pollution in Asian Cities.
- 4- Harry W. Richardson, Chang-Hee C. Bae (2005): Globalization and Urban Development (Advances in Spatial Science).
- 5- Thomas M. Mack (2004): Cancers in the urban environment.

دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: مبانی بوم‌زمین‌شناسی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					عنوان درس به انگلیسی: Principles of Ecogeology

اهداف کلی درس:

آشنایی با انواع مختلف بوم‌سامانه‌ها و شرایط زندگی در هر یک، از اهداف این درس است. پس از آشنایی با انواع بوم‌سامانه‌ها ارتباط زمین‌شناسی و انواع فرایندهای زمین‌شناختی با بوم‌سامانه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سرفصل یا روئوس مطالب:

- تعریف بوم‌زمین‌شناسی و مبانی آن
- ارتباط محیط زمین‌شناسی با بوم‌زمین‌شناسی
- اجزاء محیط زمین‌شناختی و تأثیر آنها بر بوم‌زمین‌شناسی
- بوم‌زمین‌شناسی گیاهی
- بوم‌زمین‌شناسی جانوری
- بوم‌زمین‌شناسی مناطق آتشفشانی
- بوم‌زمین‌شناسی مناطق خشک
- بوم‌زمین‌شناسی مناطق کوهستانی
- بوم‌زمین‌شناسی مناطق ساحلی
- بوم‌زمین‌شناسی انسان
- کاربردهای علم بوم‌زمین‌شناسی



منابع:

- 1- Zekster, I. S. 2006, Geology and ecosystems.

دروس پیشتیا:ز	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به فارسی: مبانی همه گیر شناسی عنوان درس به انگلیسی: Principles of Epidemiology
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
عملی					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					

اهداف کلی درس:

هدف این درس آشنا نمودن دانشجو با روش های برآورد خطر و تعیین نقش عوامل مختلف در بروز بیماری، ارزیابی خدمات بهداشتی و ارزشیابی برنامه های غربالگری است.

سرفصل یا روتوس مطالب:

- تعریف همه گیر شناسی و هدف آن
- اندازه گیری وقوع بیماری ها
- ارزیابی اعتبار و قابلیت اطمینان آزمون های تشخیصی و غربالگری
- سیر طبیعی بیماری ها
- مطالعات هم گروهی، موارد شاهدهی و مقطعی
- برآورد خطر، مقایسه خطر نسبی و خطر قابل انتساب و برآوردی از امکان پیشگیری
- نقش عوامل ژنتیکی و زیست محیطی در تولید بیماری ها
- تفسیرهای علیت برهم کنش (هم افزایی و هم کاهی) عناصر
- کاربرد همه گیر شناسی در ارزشیابی برنامه های غربالگری
- استفاده از همه گیر شناسی برای ارزیابی خدمات بهداشتی

منابع:

- 1- Leon Gordis, MD, MPH, Dr PH, 2004, Epidemiology (Third Edition), Elsevier Sciences.
- 2- Ann Aschengrau, Georg R. Seage, 2007, Essentials of epidemiology in public health (Second Edition).



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: زیست اقلیم شناسی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
عملی					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					عنوان درس به انگلیسی: Bioclimatology

اهداف کلی درس:

با توجه به وقوع تغییرات وسیع اقلیمی در زمین، آشنایی با این تغییرات و ارزیابی اثرات ناشی از آن اهمیت زیادی دارد. در این درس سعی بر این است که دانشجو با این تغییرات و راه‌های شناسایی و تشخیص آنها و نیز شناخت اثرات تغییر اقلیم آشنا شود.

سرفصل یا روئوس مطالب:

- ضرورت اقلیم شناسی و ارزیابی اثرات اقلیمی
- زیست‌اقلیم‌شناسی خاک و کشاورزی
- مدیریت ذخایر اتمسفری
- اثرات تغییرات اقلیمی بر ذخایر آب
- رویدادهای شدید، خطرات، و تغییرپذیری اقلیم
- اقلیم و نمو گیاهی
- واکنش حیوانات به اقلیم
- محیط‌های اقلیمی در حال تغییر

منابع:

- 1- K. Strelcova, C. Matyas, A. Kleidon, M.Lapin, F. Matrkja, M. Blazenc, J. Skvarenina, J. Holec, 2009, Bioclimatology and natural hazards, Springer science.
- 2- Russell D. Thompson and Allen Perry, 1997, Applied Climatology.



دروس پیشنیاز:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: زمین شیمی دریایی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
عملی					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					عنوان درس به انگلیسی: Marine Geochemistry

اهداف کلی درس:

شناخت ویژگی‌های بوم‌سامانه اقیانوس و چرخه عناصر مختلف در این بوم‌سامانه و اثراتی که تغییرات شرایط طبیعی بر حیات موجودات آبی و به تبع آن سایر جانداران دارد، از اهداف اصلی این درس می‌باشد.

سرفصل یا روتوس مطالب:

- اقیانوس شناسی توصیفی
- ورود، انتقال و حمل و نقل مواد در اقیانوسها؛ مسیرهای رودخانه ای، اتمسفری و گرمایی
- گازها در آب اقیانوسها
- چرخه کربن و مواد آلی در اقیانوسها
- مواد ذره ای در داخل اقیانوسها
- عناصر در داخل اقیانوسها
- رسوبات اقیانوسی و مسیرهای خروج مواد از محیط اقیانوسی

منابع:

- 1- Chester, R. 1999, Marine Geochemistry
- 2- Horst, S., Zabel, M. 2000, Marine Geochemistry
- 3- Steven, R., Emerson, 2008, Chemical Oceanography and the marine carbon cycle
- 4- Carrison, T., 2009, Oceanography: An invitation to marine science



دروس پیشتیا:ز	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: مواد زائد و محیط زیست
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
عملی					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					عنوان درس به انگلیسی: Waste material and the Environment

اهداف کلی درس:

هدف کلی درس موادزائد و محیطزیست، آشنایی با انواع مواد زائد و پسماندها، روشها و محل‌های دفع پسماند، بازیافت و روش‌های آن، و نیز خطرات زیست‌محیطی ناشی از دفع نامناسب پسماند می‌باشد.

سرفصل یا رونوس مطالب:

- ۱- تعریف، تاریخچه، و سیاست‌های دفع پسماند
- ۲- خصوصیات مواد زائد، منابع تولید، دسته‌بندی آنها از نظر فیزیکی، شیمیایی، و خطرزایی
- ۳- روشهای دفع مواد زائد مختلف در زمین
- ۴- پسماندهای معدنی و آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از استخراج، تغلیظ و ذوب کانی‌های مختلف
- ۵- لندفیل‌ها
- ۶- بازیافت و تولید کمپوست



منابع:

- 1- Paul T. Williams, 2005, Waste Treatment and disposal: Second edition, John Wiley & Sons.
- 2- Hans Tammemagi, 1999, The waste Crisis: Landfills, Incinerators, and the search for sustainable future, Oxford University Press.
- 3- Wents, C. A. 1989. Hazardous Waste Management, McGraw-Hill Company, New York, USA.
- 4- Brend G. Lotermoser, 2007, Mine Wastes: Characterization, Treatment, Environmental Impacts, Second Edition, Springer.
- 5- Keller, A. K. 1981, Environmental Geology, Third Edition, Merrill Publishing Company, Columbus, Ohio, USA.

دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: بلایای طبیعی و تغییرات محیطی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
عملی					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> سفر عملی					عنوان درس به انگلیسی: Natural disasters and Environmental changes

اهداف کلی درس:

این درس به تشریح خطرات طبیعی و ارتباط این خطرات با تغییرات محیطی می‌پردازد. از اهداف ارائه این درس، آشنایی با اثر این خطرات بر زندگی انسان و سایر زیست‌وران در نتیجه تغییرات محیطی است.

سرفصل یا رئوس مطالب:

- مقدمه (ارتباط تغییرات محیطی با رخداد بلایای طبیعی)
- تأثیر تغییرات محیطی بر رخداد طوفان
- تأثیر تغییرات محیطی بر سیل
- تأثیر تغییرات محیطی بر ناپایداری‌های دامنه‌ای
- تغییرات محیطی و آتشفشان‌ها
- شهاب‌سنگ‌ها به عنوان عوامل تغییر محیط
- تغییرات محیطی بلایای طبیعی و انسان



منابع:

- 1- Mcguire, B, Mason, I, and Kilburn, C., 2002, Natural Hazards and Environmental Changes, Oxford University Press.

دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: ارزیابی و مدیریت خطرهای زمین‌شناختی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
عملی					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> سفر عملی					عنوان درس به انگلیسی: Assessment and management of geological hazards

اهداف کلی درس:

درس ارزیابی و مدیریت خطرهای زمین‌شناختی با هدف آشنایی دانشجویان با روش‌های ارزیابی خطر و مدیریت بحران ارائه می‌شود. در این درس انواع خطرهای زمین‌شناختی و راه‌های مقابله با آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سرفصل یا رئوس مطالب:

- روش‌های ارزیابی و مدیریت خطر زلزله
- روش‌های ارزیابی و مدیریت خطر آتشفشان
- روش‌های ارزیابی و مدیریت خطر سیل
- روش‌های ارزیابی و مدیریت خطر ناپایداری‌های دامنه‌ای
- روش‌های ارزیابی و مدیریت خطر نشست زمین
- روش‌های ارزیابی و مدیریت خطر سایر بلایای طبیعی

منابع:

- 1- Singh, R. B., 2006, Natural hazards and disaster management: vulnerability and mitigation., Rawat Publications.
- 2- Hyndman, D. and Hyndman, D., 2009, Natural hazards and disasters.
- 3- Keller, E. A., and Blodgett, R.H., 2006, Natural hazards.
- 4- Bell, W. T., 2000, Geological hazards.
- 5- Abbott, P. L., 2008, Natural Disasters.



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: تخصصی-اختیاری	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: آب زمین شیمی زیست- محیطی	
	عملی					
	نظری	پایه				تعداد ساعت: ۳۲
	عملی					
	نظری	الزامی				
	عملی					
	نظری*	اختیاری				
عملی						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> سفر عملی					عنوان درس به انگلیسی: Environmental Hydrogeochemistry	

اهداف کلی درس:

هدف اصلی این درس آشنا کردن دانشجویان با شیمی آب‌های زیرزمینی و تفسیر داده‌های حاصل از تجزیه نمونه‌ها می‌باشد. همچنین استفاده از آمار و روش‌های تحلیل آماری در آب‌شیمی برای تفسیر داده‌ها از اهداف دیگر این درس است.

سرفصل یا رئوس مطالب:

- کلیات
- شیمی آب زیرزمینی
- تبادل‌های شیمیایی
- جذب سطحی و تبادل کاتیونی
- نمایش گرافیکی داده‌های هیدروشیمیایی
- تغییرات طبیعی کیفیت آب زیرزمینی
- تفسیر هیدروشیمیایی آب زیرزمینی
- کاربرد روش‌های آماری در تحلیل داده‌های هیدروشیمیایی



منابع:

- 1- Freeze, R. A. and Cherry, J. A., 1979, Ground water, Prentice Hall, USA, Chapter 3 & 7.
- 2- Dominico and Schwarts, 1999, Physical and Chemical hydrogeology, Chapter 11 & 12.
- 3- Appelo, B. J. and Postma, D., 2005, Geochemistry, Groundwater and pollution, A. A., Balkeman publisher.
- 4- Mazor, E 2009, Chemical and Isotope groundwater hydrology, springer part II
- 5-Ganoulis, J. Risk analysis of water pollution.