



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



برنامه درسی رشته

علوم زمین گرایش پترولوژی

PETROLOGY

کارشناسی ارشد و دکتری تخصصی

مصوب پنجمین جلسه شورای دانشگاه

مورخ ۱۴۰۱/۵/۹



جدول ۱: جدول تغییرات دروس رشته کارشناسی ارشد پترولوژی

الف: دروس تخصصی						
دروس جدید				دروس قدیم		
ردیف	نام درس	تعداد واحد	نام درس	تعداد واحد	نوع تغییر	استاد بازنگاری کننده
۱	پترولوژی سنگ‌های آذرین ۱	۲	پترولوژی سنگ‌های آذرین ۱	۲	تغییر در محتوا و منابع	دکتر شریفی
۲	ماگماتیسم و دگرگونی ایران	۲		۲	انتقال به لیست دروس اختیاری	دکتر طباطبایی منش
۳	پترولوژی سنگ‌های آذرین ۲	۱+۱		۱+۱	انتقال به لیست دروس اختیاری	دکتر شریفی
۴	پترولوژی سنگ‌های دگرگونی	۲+۱	پترولوژی سنگ‌های دگرگونی	۲+۱	تغییر در محتوا و منابع	دکتر طباطبایی منش
۵	ژئوشیمی پیشرفته	۳	ژئوشیمی پیشرفته	۳	تغییر در محتوا و منابع	دکتر طباطبایی منش و دکتر مکی زاده
۶	ژئوکرونولوژی	۲	ژئوکرونولوژی	۲	تغییر در محتوا و منابع	دکتر ترابی
۷			پتروگرافی پیشرفته	۱+۱	انتقالی از لیست دروس اختیاری	دکتر مکی زاده
۸	جمع واحد	۱۴	جمع واحد	۱۲		

ب: دروس اختیاری						
دروس جدید				دروس قدیم		
ردیف	نام درس	تعداد واحد	نام درس	تعداد واحد	نوع تغییر	استاد بازنگاری کننده
۱	کانی شناسی دگرسانی‌های گرمایی	۱+۱	کانی شناسی دگرسانی‌های گرمایی	۱+۱	تغییر در محتوا و منابع	دکتر مکی زاده
۲	کانه زائی و تکتونیک	۲		۲	حذف و با سایر رشته‌ها ادغام گردید.	
۳	کاربرد سنجش از دور در پترولوژی	۲		۲	حذف و با سایر رشته‌ها ادغام گردید.	
۴	آمار و احتمال در پترولوژی	۲	آمار و احتمالات در پترولوژی	۲	تغییر در محتوا و منابع	دکتر ترابی
۵	پتروگرافی پیشرفته	۱+۱		۱+۱	انتقال به لیست دروس تخصصی	دکتر مکی زاده
۶	زمین شناسی ایزوتوپ‌ها	۲	زمین شناسی ایزوتوپ‌ها	۲	تغییر در محتوا و منابع	دکتر ترابی



پترولوژی / ۲

۷	پتروفابریک	۱+۱	حذف و با سایر رشته ها ادغام گردید.	
۸	تفسیر داده های ژئوشیمیایی سنگ ها و کانی ها	۲	تفسیر داده های ژئوشیمیایی سنگ ها و کانی ها	دکتر ترابی
۹	آتشفشان شناسی پیشرفته	۲	آتشفشان شناسی پیشرفته	دکتر شریفی
۱۰	منابع انرژی غیر فسیلی در زمین	۲	حذف و با سایر رشته ها ادغام گردید.	
۱۱	ترمودینامیک در پترولوژی	۲	ترمودینامیک در پترولوژی	دکتر ترابی
۱۲	ماگماتیسیم و دگرگونی ایران	۲	انتقالی از لیست دروس تخصصی	دکتر طباطبایی منش
۱۳	پترولوژی سنگ های آذرین	۱+۱	انتقالی از لیست دروس تخصصی	دکتر شریفی

تمام دروس اختیاری دوره کارشناسی ارشد پترولوژی به لیست دروس اختیاری دوره تحصیلات تکمیلی رشته پترولوژی افزوده شد.

پ: پایان نامه

ردیف	عنوان قدیم	تعداد واحد	عنوان جدید	تعداد واحد
۱	پایان نامه کارشناسی ارشد پترولوژی	۶	پایان نامه کارشناسی ارشد پترولوژی	۶
۲	جمع واحد	۶	جمع واحد	۶

جدول ۲: جدول تغییرات دروس رشته دکتری پترولوژی

ردیف	دروس قدیم	تعداد واحد	ردیف	دروس جدید	تعداد واحد	نوع تغییر	استاد بازنگاری کننده
۱	پتروژن سنگ های ماگمایی ایران	۲	۱	پتروژن سنگ های ماگمایی ایران	۲	تغییر در محتوا و منابع	دکتر طباطبایی منش
۲	آنالیز دستگاهی	۲				حذف و ادغام با سایر رشته ها	
۳	دگرگونی دمای بالا و آناتکسی	۲	۲	دگرگونی دمای بالا و آناتکسی	۱+۱	تغییر در محتوا و منابع	دکتر طباطبایی منش
۴	واکنش های دگرگونی	۲	۳	واکنش های دگرگونی	۱+۱	تغییر در محتوا و منابع	دکتر طباطبایی منش
۵	ماگماتیسیم و تکتونیک صفحه ای	۲	۴			حذف و ادغام با سایر رشته ها	
۶	بازالت ها و آندزیت ها	۲	۵	بازالت ها و آندزیت ها	۲	تغییر در محتوا و منابع	دکتر شریفی
۷	افیولیت ها	۲	۶	افیولیت ها	۲	تغییر در محتوا و منابع	دکتر ترابی
۸	گرانیت ها	۲	۷	گرانیت ها	۲	تغییر در محتوا و منابع	دکتر طباطبایی منش
۹	ژئوشیمی عناصر نادر	۲				حذف و ادغام با سایر رشته ها	



پترولوژی / ۳

شماره	خاکی			رشته ها	
۱۰	فرآیندهای پتروژنیک	۲	۸	تغییر در محتوا و منابع	دکتر ترابی
۱۱	تئوری انطباق فازی	۲	۹	تغییر در محتوا و منابع	دکتر طباطبایی منش
۱۲	تحولات ساب سولیدوس در پوسته اقیانوسی	۲	۱۰	تغییر در محتوا و منابع	دکتر ترابی
۱۳	سنگ‌های آذرین آلکالن	۲	۱۱	تغییر در محتوا و منابع	دکتر شریفی
۱۴	سنگ‌های دگرگونی درجه ضعیف تا متوسط	۱+۱		تغییر در محتوا و منابع	دکتر شریفی
۱۵	دگرسانی‌های گرمابی و پتروژنر اسکارنها	۲	۱۲	تغییر در محتوا و منابع	دکتر مکی زاده



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



۱- مقدمه:

زمین‌شناسی، علم مطالعه و شناسایی زمین از جنبه‌های مختلف می‌باشد که شامل رشته‌های پترولوژی، فسیل‌شناسی و چینه‌شناسی، رسوب‌شناسی، زمین‌ساخت، زمین‌شناسی مهندسی، زمین‌شناسی نفت، آب‌های زیرزمینی، زمین‌شناسی اقتصادی و ... است. پترولوژی، یکی از شاخه‌های بسیار مهم و پایه علم زمین‌شناسی است که در آن شناسایی، طبقه‌بندی، چگونگی تشکیل، تعیین ماهیت سنگ‌ها و کانی‌ها و همچنین تحولات پس از تشکیل آن‌ها مورد پژوهش قرار می‌گیرد. علم پترولوژی در تمامی رشته‌های زمین‌شناسی به عنوان یکی از مکمل‌های بسیار مهم ایفای نقش می‌نماید.

۲- اهداف:

رشته پترولوژی یکی از رشته‌های علم زمین‌شناسی مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری بوده و به مطالعات زمین‌شناسی از دیدگاه مشخصات فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها و کانی‌ها می‌پردازد. هدف از ایجاد این رشته، تربیت متخصص و پژوهشگر در رشته پترولوژی و علوم مرتبط است. تربیت متخصصان در این رشته جهت انجام بررسی‌ها، تحلیل‌های سنگ‌شناسی و تحولات آن‌ها از جمله دگرگونی و دگرسانی آن‌ها می‌باشد. پی‌بردن به اهمیت اقتصادی و جنبه‌های زیست‌محیطی سنگ‌ها و کانی‌ها از دیگر توانایی‌های دانش‌آموختگان این رشته خواهد بود. کمک به سایر رشته‌های زمین‌شناسی از مهم‌ترین اهداف این گرایش می‌باشد. دانش‌آموختگان این رشته باید بتوانند همراه با سایر محققین زمین‌شناس، در داخل و خارج از کشور به پژوهش و اجرای پروژه‌های زمین‌شناسی و اکتشافی بپردازند.

۳- اهمیت و ضرورت:

پترولوژی یکی از رشته‌های مهم علم زمین‌شناسی می‌باشد که چند مورد از کاربردهای آن به اختصار ذکر می‌گردد:

- پی‌بردن به ماهیت و مشخصات شیمیایی و فیزیکی سنگ‌ها و کانی‌های موجود در یک منطقه و همچنین دانستن تحولات بعدی که بر روی آن‌ها انجام شده است (مثلاً دگرگونی و دگرسانی)، کمک بسیار مهمی در درک تحولات گذشته زمین‌شناسی یک منطقه خواهد بود تا با استفاده از آن‌ها مطالعات تخصصی و تکمیلی توسط سایر رشته‌های زمین‌شناسی انجام گیرد.

- تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی: تهیه نقشه زمین‌شناسی مهم‌ترین مرحله در بررسی‌های زمین‌شناسی می‌باشد. تهیه نقشه بدون آگاهی از

از نوع سنگ‌های منطقه و ارتباط واحدهای مختلف سنگی امکان‌پذیر نمی‌باشد.



پترولوژی / ۶

- اکتشاف مواد معدنی: مواد معدنی موجود در سنگ‌ها یا مستقیماً توسط ماگما نهشته شده و یا در اثر تحولات بعدی همچون دگرگونی، دگرسانی و هوازدگی ایجاد شده اند. در هر حال شناخت پدیده‌های پترولوژیکی که انجام گرفته است، در تفسیر چگونگی تشکیل کانسارها اهمیت فراوانی دارد.
- مطالعات زیست محیطی: شناخت ماهیت و شیمی کانی‌ها و سنگ‌ها، و همچنین دانستن چگونگی رخداد تحولات سنگ‌شناسی، در انجام مطالعات و تفسیرهای زیست محیطی اهمیت فراوانی دارد.
- پی جویی گورها و نمونه‌های دارای ارزش فراوان و معرفی مناطق دارای ظرفیت

۴- نقش، توانایی و شایستگی دانش آموختگان

فارغ التحصیلان این رشته در زمینه‌های مختلفی همچون موارد زیر دارای نقش و توانایی انجام خواهند بود:

- انجام مطالعات جامع پتروگرافی در زمینه شناخت، نامگذاری و طبقه‌بندی سنگ‌ها و تحولات مرتبط با آنها
- انجام پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه‌های پترولوژی و تفکیک واحدهای سنگی
- مطالعات زمین‌شناسی، تهیه نقشه‌های مختلف زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی، دگرسانی، پهنه‌بندی و معدنی
- انجام تحقیقات گسترده زمین‌شناسی سطحی، مطالعات صحرایی و نمونه برداری
- انجام مطالعات زیست محیطی و سنجش از دور مرتبط با سنگ‌های آذرین و دگرگونی
- مطالعات سنگ‌شناسی مربوط به اکتشاف و پی جویی مواد معدنی
- انجام بهینه‌سازی سنگ‌های ساختمانی و رفع یا کمتر کردن معایب ظاهری و یا درونی آنها
- مطالعات پایه برای کلیه پروژه‌های مختلف در سایر رشته‌های زمین‌شناسی
- انجام مطالعات و طرح‌های اکتشافات ژئوشیمیایی
- جذب به عنوان نیروی متخصص و عضو هیئت علمی در دانشگاه‌ها، سازمان‌ها و موسسات مختلف
- ارائه مشاوره‌های سنگ‌شناختی به معدنکاران و صنایع معدنی و ارائه خدمات مربوط به مسئول فنی معدن
- پی جویی و معرفی مناطق دارای پتانسیل گورسنگ و کانی‌های گوهری

۵- تعداد و نوع واحدهای درسی

دانشجویان برای دریافت مدرک دوره کارشناسی ارشد پترولوژی، ۳۰ واحد به شرح جدول ۳ می‌گذرانند که شامل ۱۲ واحد دروس تخصصی در رشته پترولوژی (جدول ۷)، ۱۲ واحد از دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی زمین‌شناسی (جدول ۸) و ۶ واحد اختیاری پایان نامه می‌باشد. دانشجویان ورودی این دوره بنا به تشخیص گروه آموزشی، لازم است تا سقف ۱۲ واحد از دروس دوره کارشناسی زمین‌شناسی را به عنوان دروس جبرانی (جدول ۵) بگذرانند.



پترولوژی / ۷

دانشجویان برای دریافت مدرک دوره دکتری تخصصی پترولوژی، جمعا ۳۶ واحد به شرح جدول ۴ می گذرانند که شامل ۱۸ واحد از دروس اختیاری دوره تحصیلات تکمیلی زمین شناسی بنا به تشخیص گروه آموزشی و ۱۸ واحد رساله دکتری می باشد.

دانشجویان ورودی دوره دکتری از رشته های غیر از زمین شناسی و یا گرایش های غیر پترولوژی بنا به تشخیص گروه آموزشی، لازم است تا سقف ۸ واحد از دروس تخصصی و یا اختیاری رشته کارشناسی ارشد پترولوژی (جدول ۶) را به عنوان دروس جبرانی بگذرانند.

* توضیح اینکه دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی مجموعه زمین شناسی شامل کلیه دروس تخصصی و اختیاری تحصیلات تکمیلی همه رشته های زمین شناسی می باشد.

جدول ۳: توزیع واحدهای رشته کارشناسی ارشد پترولوژی

ردیف	نوع واحد درسی	تعداد واحد
۱	تخصصی	۱۲
۲	اختیاری	۱۲
۳	پایان نامه	۶
جمع واحدها		۳۰

جدول ۴: توزیع واحدهای رشته دکتری پترولوژی

ردیف	نوع درس	تعداد واحد
۱	اختیاری	۱۸
۳	رساله	۱۸
جمع واحدها		۳۶



الف) کارشناسی ارشد: دانشجویان ورودی دوره کارشناسی ارشد پترولوژی بنا به تشخیص گروه آموزشی، لازم است تا سقف ۱۲ واحد از دروس جبرانی مقطع کارشناسی (جدول ۵) را بگذرانند.

جدول ۵: دروس جبرانی برای مقطع کارشناسی ارشد رشته پترولوژی

ردیف	نام درس	تعداد واحد		تعداد ساعات		پیش نیاز یا هم نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۱	سنگ شناسی آذرین	۲	۱	۳۲	۳۲	
۲	سنگ شناسی دگرگونی	۲	۱	۳۲	۳۲	
۳	سنگ شناسی رسوبی	۲	۱	۳۲	۳۲	
۴	زمین شناسی ساختاری	۲	۲	۳۲	۶۴	
۵	زمین شیمی	۳	-	۴۸	-	
۶	زمین شناسی ایران	۳	-	۴۸	-	
۷	عملیات زمین شناسی ایران	-	۱		۶ روز	
۸	زمین شناسی صحرائی		۴		۱۰ روز	
۹	کانی شناسی سیلیکاته	۲	۱	۳۲	۳۲	
۱۰	کانی شناسی غیر سیلیکاته و کانه نگاری	۲	۱	۳۲	۳۲	
۱۱	زبان تخصصی زمین شناسی	۲		۳۲		
۱۲	مبانی کامپیوتر	۲		۳۲		
۱۳	سنجش از دور	۱	۱	۱۶	۳۲	
	جمع کل	۳۶ واحد				



پترولوژی / ۹

(ب) دکتری: دانشجویان ورودی دوره دکتری پترولوژی از رشته‌های غیر از زمین‌شناسی و یا پترولوژی بنا به تشخیص گروه آموزشی، لازم است حداکثر تا سقف ۸ واحد از دروسی که در جدول (۶) آورده شده اند را به عنوان دروس جبرانی بگذرانند.

جدول ۶: دروس جبرانی رشته دکتری پترولوژی

ردیف	نام درس	تعداد واحد		تعداد ساعات		پیش نیاز یا هم نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۱	پترولوژی سنگ‌های آذرین ۱	۲	-	۳۲	-	-
۲	ماگماتیسم و دگرگونی ایران	۲	-	۳۲	-	-
۳	پترولوژی سنگ‌های آذرین ۲	۱	۱	۱۶	۳۲	-
۴	پترولوژی سنگ‌های دگرگونی	۲	۱	۳۲	۳۲	-
۵	ژئوشیمی پیشرفته	۳	-	۴۸	-	-
۶	ژئوکرونولوژی	۲	-	۳۲	-	-
۷	پتروگرافی پیشرفته	۱	۱	۱۶	۳۲	-
۸	ترمودینامیک در پترولوژی	۲	-	۳۲	-	-
۹	تفسیر داده های ژئوشیمیایی سنگ‌ها و کانی‌ها	۲	-	۳۲	-	-
۱۰	کانی شناسی دگرسانی‌های گرمایی	۱	۱	۱۶	۳۲	-
جمع کل		۲۲ واحد				



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول ۷: عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی (۱۲ واحد) کارشناسی ارشد رشته پترولوژی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	پترولوژی سنگ‌های آذرین ۱	۲	۲			۳۲			
۲	پترولوژی سنگ‌های دگرگونی	۳	۲	۱		۳۲	۳۲		
۳	ژئوشیمی پیشرفته	۳	۳			۴۸			
۴	پتروگرافی پیشرفته	۲	۱	۱		۱۶	۳۲		
۵	ژئوکرونولوژی	۲	۲			۳۲			
۶	جمع واحد	۱۲							



جدول ۸: عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته پترولوژی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	ماگماتیسم و دگرگونی ایران	۲	۲			۳۲			
۲.	پترولوژی سنگ‌های آذرین ۲	۲	۱	۱		۳۲	۱۶		
۳.	کانی شناسی دگرسانی‌های گرماپی	۲	۱	۱		۳۲	۱۶		
۴.	آمار و احتمال در پترولوژی	۲	۲				۳۲		
۵.	زمین شناسی ایزوتوپ‌ها	۲	۲				۳۲		
۶.	تفسیر داده های ژئوشیمیایی سنگ‌ها و کانیه‌ها	۲	۲				۳۲		
۷.	آتشفشان شناسی پیشرفته	۲	۲				۳۲		
۸.	ترمودینامیک در پترولوژی	۲	۲				۳۲		
۹.	پتروژنز سنگ‌های ماگمایی ایران	۲	۲				۳۲		
۱۰.	دگرگونی دمای بالا و آناکسی	۲	۱	۱		۳۲	۱۶		
۱۱.	واکنش‌های دگرگونی	۲	۱	۱		۳۲	۱۶		
۱۲.	بازالت‌ها و آندزیت‌ها	۲	۲				۳۲		
۱۳.	افیولیت‌ها	۲	۲				۳۲		
۱۴.	گرانیت‌ها	۲	۲				۳۲		
۱۵.	فرآیندهای پتروژنیک	۲	۲				۳۲		
۱۶.	تئوری انطباق فازی	۲	۲				۳۲		
۱۷.	تحولات ساب سولیدوس در پوسته اقیانوسی	۲	۲				۳۲		
۱۸.	سنگ‌های آذرین آلکالن	۲	۲				۳۲		
۱۹.	سنگ‌های دگرگونی درجه	۲	۱	۱		۳۲	۱۶		



پترولوژی / ۱۳

هم نیاز	پیش نیاز	تعداد ساعات		نوع واحد			تعداد واحد	عنوان درس	ردیف
		عملی	نظری	نظری - عملی	عملی	نظری			
								ضعیف تا متوسط	
			۳۲			۲	۲	دگرسانی‌های گرمابی و پتروژنز اسکارنها	۲۰
								اخذ حداکثر دو درس از دروس تخصصی و اختیاری تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌های زمین‌شناسی	۲۱

- دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد رشته پترولوژی می بایست ۱۲ واحد درس اختیاری، و دانشجویان مقطع دکتری پترولوژی نیز باید کلیه ۱۸ واحد درس اختیاری خود را از بین درس‌های اختیاری دوره تحصیلات تکمیلی پترولوژی (جدول ۸) اخذ نمایند.



فصل سوم
ویژگی‌های دروس



عنوان درس به فارسی:		پترولوژی سنگ‌های آذرین ۱	
عنوان درس به انگلیسی:		Petrology of Igneous Rocks I	
نظری	<input type="checkbox"/>	پایه	<input type="checkbox"/>
عملی	<input type="checkbox"/>	تخصصی	<input checked="" type="checkbox"/>
دروس پیش‌نیاز:			
دروس هم‌نیاز:			
حل تمرین:			
تعداد واحد:	۲		
تعداد ساعت:	۳۲		
نوع درس و واحد:		اختیاری <input type="checkbox"/> / رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>	
		نظری-عملی <input type="checkbox"/>	

هدف کلی:

شناخت انواع ماگما و سری‌های ماگمایی

اهداف ویژه:

شناخت فرایندهای تشکیل ماگما و محیط تشکیل آن‌ها و همچنین طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین نفوذی، نیمه عمیق، آتشفشانی و آذرآواری بر اساس کانی‌شناسی و ترکیب شیمیایی آن‌ها. این درس همچنین به طبقه‌بندی ساختارها و بافت‌های سنگ‌های آذرین و نحوه تشکیل آن‌ها می‌پردازد و تحولات ماگمایی، و تاریخچه و پیدایش سنگ‌های آذرین را تعیین می‌کند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- ۱- مقدمه‌ای بر پترولوژی سنگ‌های آذرین
- ۲- طبقه‌بندی کانی‌های شاخص آذرین بر اساس ترکیب شیمیایی و ساختار
- ۳- سری‌های طبقه‌بندی IUGS برای سنگ‌های با کانی‌های مافیک (<90٪) در نمودار QAPF
- ۴- سری طبقه‌بندی IUGS برای سنگ‌های با کانی‌های مافیک (>90٪) در نمودار QAPF
- ۵- طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین اسید-متوسط و بازیک بر اساس ترکیب شیمیایی و نیز بررسی سری‌های ماگمایی آن‌ها.
- ۶- طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین ساب‌آلکان (سنگ‌های آذرین فلسیک، حدواسط و بازیک تولیتی و کالک‌آلکان)
- ۷- طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین آلکان (سنگ‌های آذرین فلسیک، حدواسط و بازیک آلکان)، شدیداً آلکان (نفلین سینیت، فنولیت، بازائیت، ایژولیت و لوسیت) و شدیداً آلکان غنی از سیال (کیمبرلیت‌ها، لامپروئیت‌ها، لامپروفیرها و کربناتیت‌ها)
- ۸- طبقه‌بندی سنگ‌های پیروکلاستیک
- ۹- طبقه‌بندی بافت‌های شاخص سنگ‌های آذرین فلسیک (گرانیتوئیدها)
- ۱۰- طبقه‌بندی بافت‌های شاخص محصولات شیشه آتشفشانی و در هم شکسته در سنگ‌های آذرین بیرونی
- ۱۱- طبقه‌بندی بافت‌های شاخص سنگ‌های آذرین درونی، نیمه عمیق و آتشفشانی
- ۱۲- طبقه‌بندی ساختارهای آذرین (براساس شکل، اندازه و جهت‌گیری نفوذهای آذرین) و طبقه‌بندی فوران‌های آتشفشانی



ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۷۰ درصد

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

تجهیزات به روز آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- M.G. Best, "Igneous and Metamorphic Petrology". Blackwell, 2003.
- 2- B.R. Frost, C.R. Frost, "Essentials of Igneous and Metamorphic Rocks", Cambridge University Press, 2019.
- 3- R. Gill, "Igneous Rocks and Processes". Blackwell, 2010.
- 4- D. Jerram, N. Petford, "The Field Description of Igneous rocks". Wiley-Blackwell, 2011.
- 5- R.W. Lemaitre, "Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms". Cambridge University Press, 2002.
- 6- A.R. Phillipotts, "Petrography of Igneous and Metamorphic Rocks". Waveland Press, 2003.



عنوان درس به فارسی:		پترولوژی سنگ های دگرگونی	
عنوان درس به انگلیسی:		Petrology of metamorphic rocks	
نظری <input type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>	دروس پیش نیاز:	
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>	دروس هم نیاز:	
		حل تمرین:	
نظری-عملی <input checked="" type="checkbox"/>	اختیاری <input type="checkbox"/>	۲+۱	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۳۲+۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه
 بازدید صحرائی: یک روز

هدف کلی:

شناخت تاثیر عوامل مختلف در ایجاد ساخت، بافت و ترکیب کانیایی سنگ‌های دگرگونی با تاکید بر سنگ مادر

اهداف ویژه:

۱- پتروگرافی سنگ‌های دگرگونی

۲- طبقه بندی و شناخت سنگ مادر

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

الف) نظری

- ۱- شرایط عمومی دگرگونی و بررسی تبلور در توسعه فابریک سنگ‌های دگرگونی
- ۲- تعادل ترمودینامیک و تحلیل پاراژنتیک کانی‌ها
- ۳- نقش سیالات در دگرگونی
- ۴- انواع بافت‌های واکنشی در سنگ‌های دگرگونی
- ۵- قانون فاز و داده‌های تجربی در شرایط دگرگونی، انواع فاز دیاگرام‌های دگرگونی
- ۶- شرایط دگرگونی در تشکیل رخساره‌ها
- ۷- رخساره‌های دگرگونی فشار و دماهای مختلف در متابلیت‌ها
- ۸- دگرگونی متبازیت‌ها و سنگ‌های متبازیتی
- ۹- واکنش‌های دگرگونی در رخساره‌های دمای پائین فشار پائین در متبازیت‌ها
- ۱۰- رخساره‌های آمفیولیت، گرانولیت و اکلوزیت در متبازیت‌ها
- ۱۱- رخداد دگرگونی در متاولترا بازیک‌ها

ب) عملی

شناخت و تفسیر پدیده‌های دگرگونی سنگ‌های مختلف در نمونه دستی و زیر میکروسکوپ.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

تجهیزات آموزشی به روز و میکروسکوپ

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱- س.م. طباطبایی منش، ر. ولی، "راهنمای تصویری سنگ‌های دگرگونی در صحرا"، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۸
- ۲- س.م. طباطبایی منش، "پتروگرافی و پترولوژی سنگ‌های دگرگونی"، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۰
- ۳- م. مؤذن، "تعادلات فازی در سنگ‌های دگرگونی"، انتشارات دانشگاه تبریز، ۱۳۸۴.

- 4- K. Bucher, R. Grapes, "Petrogenesis of Metamorphic Rocks". Springer-Verlag, 2011.
- 5- K. Hollocher, "A Pictorial Guide to Metamorphic Rocks in the Field". CRC Press, 2014.
- 6- B.R. Frost, C.R. Frost, "Essentials of igneous and metamorphic rocks", Cambridge University Press, 2019.
- 7- A.A. Marakushev, A.V. Babrov, "Metamorphic Petrology". Moscow-state University Press, 2005.
- 8- B. Yardley, C. Warren, "An Introduction to Metamorphic Petrology". Cambridge University Press, 2021.



عنوان درس به فارسی: ژئوشیمی پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Geochemistry	
نوع درس و واحد		پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		دروس پیش نیاز:	
اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:	
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		حل تمرین:	
		۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

یک روز بازدید از آزمایشگاههای ژئوشیمی مراکز آزمایشگاهی

هدف کلی:

تبیین اصول پیشرفته ژئوشیمی و استفاده از رفتار عناصر (اصلی، فرعی و کمیاب) در تشخیص پتروژنز سنگهای آذرین.

اهداف ویژه:

تعیین تاثیر دگرسانی بر شیمی سنگ ها
تعیین رابطه شیمی سنگ و کانی زایی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- انواع روش های تجزیه نمونه های زمین شناسی
- ۲- مذاب های سیلیکاته و چگونگی تشکیل ساختارهای کانیایی
- ۳- توزیع عناصر در سنگ های آذرین و دگرگونی
- ۴- کاربرد داده های عناصر اصلی
- ۵- کاربرد داده های عناصر کمیاب
- ۶- ژئوشیمی عناصر نادر خاکی در سنگ های آذرین، دگرگونی و هیدروترمال
- ۷- اکسیداسیون نهشته های کانساری
- ۸- محلول های کانی زا: فلزها و ترکیبات فلزی در گازهای ماگمایی، محلول های گرمائی و ژئوشیمیایی آنها، دانسته های زمین شناسی محلول های گرمایی و اثرات کلی آنها
- ۹- تاثیر دگرسانی بر شیمی سنگ های آذرین

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۳۰ درصد

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال



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

تجهیزات آموزشی به روز

ج) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- P. Alexandre, "Practical Geochemistry", Springer, 2021.
- 2- L.W. Lake, "Geochemistry and Fluid Flow", Elsevier, 2002.
- 3- F. Pirajno, "Hydrothermal Process and Mineral System", Springer, 2009.
- 4- H.R. Rollinson, "Using Geochemical Data; To Understand Geological Processes", Cambridge University Press, 2021
- 5- F.R. Siegel, "Applied Geochemistry", John Wiley and Sons, 1994.



عنوان درس به فارسی:		پتروگرافی پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Petrography	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input type="checkbox"/>		دروس پیش نیاز:
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
			حل تمرین:
اختیاری <input type="checkbox"/>	نظری-عملی <input checked="" type="checkbox"/>	۱+۱	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۱۶+۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه یک روز، بررسی صحرائی در محدوده استان اصفهان.

هدف کلی:

ارائه مبانی کامل و جامعی از توصیف و تفسیر مقاطع نازک سنگ‌ها با تاکید بر بافت و ساخت میکروسکوپی برای دست یافتن به شرایط تکوین سنگ‌ها

اهداف ویژه:

تشخیص نوع سری‌های ماگمایی
تشخیص شرایط دگرگونی و پروتولیت

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

الف) نظری

- ۱- بافت‌ها و ریزساخت‌های سنگ‌های آذرین، نطفه بندی، انتشار و رشد، ماکل بندی، اختلاط ناپذیری
- ۲- منطقه بندی، هم رشدی‌ها، تبلور آذرین، بافت‌ها و ریزساخت‌ها (سنگ‌های آتشفشانی و نفوذی)
- ۳- ادخال‌های مذاب در سیستم‌های آتشفشانی
- ۴- بافت‌ها و ریزساخت‌های سنگ‌های دگرگونی، مورفولوژی کانی‌ها، انکلوزیون‌ها، برهم رشدی‌ها، کروناها، جانشینی‌ها
- ۵- روابط بین تغییر شکل و دگرگونی، شاخص‌های برش، رگه‌ها و ادخال‌های سیال
- ۶- بافت‌ها و ریزساخت‌های سنگ‌های دگرسان شده
- ۷- پتروگرافی و ریز ساخت‌های کانه‌ها
- ۸- نگاهی به پتروگرافی شهاب‌سنگ‌ها

ب) عملی

- ۱- مطالعه میکروسکوپی بافت‌ها و ریزساخت‌های سنگ‌های آذرین، دگرگونی و دگرسانی
- ۲- واکنش نویسی بر مبنای مشاهدات روابط پاراژنتیکی کانی‌ها
- ۳- مطالعات میکروسکوپی میکرومورفولوژی دگرسانی‌ها
- ۴- مطالعه ادخال‌های سیال و کانه‌ها



ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

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

تجهیزات آموزشی به روز و میکروسکوپ

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- B.R. Frost, C.R. Frost, "Essentials of Igneous and Metamorphic Rocks", Cambridge University Press, 2019.
- 2- K. Hollocher, "A Pictorial Guide to Metamorphic Rocks in the Field". CRC Press, 2014.
- 3- M. Okrusch, H.E. Frimmel, "Mineralogy: An Introduction to Minerals, Rocks, and Mineral Deposits", Springer, 2020.
- 4- A.R. Philipotts, J.J. Ague, "Principles of Igneous and Metamorphic Petrology", Cambridge University Press, 2009.
- 5- R.H. Vernon, "A Practical Guide to Rock Microstructure", Cambridge University Press, 2004.
- 6- H.R. Wenk, A. Bulakh, "Minerals, Their Constitution and Origin", Cambridge University Press, 2005.



عنوان درس به فارسی: ژئوکرونولوژی		عنوان درس به انگلیسی: Geochronology	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>			دروس پیش نیاز:
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>			دروس هم نیاز:
			حل تمرین:
اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۳۲	تعداد ساعت:

هدف کلی:

دانستن مفاهیم بنیادی ایزوتوپ‌ها و استفاده از ایزوتوپ‌های رادیواکتیو در تعیین سن سنگ‌ها، کانی‌ها و پدیده‌های زمین‌شناسی.

اهداف ویژه:

تعیین نمونه‌های مناسب برای روش‌های مختلف سن‌سنجی
تبیین نتیجه مقایسه داده‌های حاصل از روش‌های مختلف سن‌سنجی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- ۱- تعیین سن نسبی و مطلق، مفهوم زمان و سن، روش نمونه برداری
- ۲- مفاهیم بنیادی زمین‌شناسی ایزوتوپی، رادیواکتیویته و محاسبات
- ۳- انواع واپاشی رادیواکتیو، انواع ایزوتوپ‌های رادیواکتیو بر اساس منشا
- ۴- قوانین واپاشی رادیواکتیو، معادله ژئوکرونولوژی، رقیق‌سازی ایزوتوپی، طیف سنج جرمی
- ۵- روش‌های زمان‌سنجی: روش هاله پلئوکروئیک، روش تخریب شبکه، روش پاشیدگی بیرفرنژانس، روش اثر شکافت، روش کربن ۱۴
- ۶- روش K-Ar، روش Ar-Ar، روش Rb-Sr، روش Sm-Nd، روش Re-Os، روش‌های Th-Pb و U-Pb، روش Lu-Hf
- ۷- اصول زمین‌شناسی ایزوتوپی و کاربرد آن در پترولوژی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

تجهیزات آموزشی به روز



- 1- H.G. Attendorn, R.N.C. Bowen, "Radioactive and Stable Isotope Geology", Chapman and Hall, 1997.
- 2- A.P. Dickin, "Radiogenic Isotope Geology", Cambridge University Press, 2005.
- 3- M.J. Kohn, M. Engi, P. Lanari, "Petrochronology: Methods and Applications", The Mineralogical Society of America, Reviews in Mineralogy and Geochemistry 83, 2017.
- 4- D.E. Moser, F. Corfu, J.R. Darling, S.M. Reddy, K. Tait, "Microstructural Geochronology: Planetary Records Down to Atom Scale", American Geophysical Union, 2018.
- 5- P.W. Reiners, R.W. Carlson, P.R. Renne, K.M. Cooper, D.E. Granger, N.M. McLean, B. Schoene, "Geochronology and Thermochronology", American Geophysical Union, 2017.



عنوان درس به فارسی:		ماگماتیسم و دگرگونی ایران	
عنوان درس به انگلیسی:		Magmatism and Metamorphism of Iran	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>		دروس پیش نیاز:
تخصصی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
			حل تمرین:
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۳۲	تعداد ساعت:

بازدید صحرائی: دو روز

هدف کلی:

شناخت ماگماتیسم و دگرگونی ایران و چگونگی تکوین پوسته آن

اهداف ویژه:

تبیین تحولات زون های مختلف زمین شناسی ایران

تبیین فازهای مختلف کوهزایی و تاثیرات آن ها

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- موقعیت زمین ایران از آغاز تا کنون، فازهای کوهزایی در ارتباط با دگرگونی و ماگماتیسم، واحدهای زمین شناسی و ساختمانی ایران
- ۲- ماگماتیسم و دگرگونی پهنه سنندج- سیرجان در دوران های مختلف زمین شناسی
- ۳- ماگماتیسم و دگرگونی پهنه ایران مرکزی در دوران های مختلف زمین شناسی
- ۴- ماگماتیسم و دگرگونی پهنه ارومیه - دختر در دوران های مختلف زمین شناسی
- ۵- ماگماتیسم و دگرگونی پهنه زاگرس در دوران های مختلف زمین شناسی
- ۶- ماگماتیسم و دگرگونی پهنه البرز در دوران های مختلف زمین شناسی
- ۷- ماگماتیسم و دگرگونی شرق ایران (لوت-مکران)
- ۸- افیولیت ها و ملائزهای افیولیتی ایران.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت های کلاسی در طول نیم سال | ۳۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۷۰ درصد |



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

تجهیزات آموزشی به روز و امکانات بررسی های صحرایی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱- س.ع. آقاناتی، "زمین شناسی ایران"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۳.
 - ۲- م.ه. امامی، "ماگماتیسم در ایران"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۷۹.
 - ۳- ق.ترابی، "افیولیت های ایران مرکزی"، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۱.
 - ۴- ع. درویش زاده، "زمین شناسی ایران"، انتشارات امیرکبیر، ۱۳۷۰.
 - ۵- ح. معین وزیری، "دیاچه ای بر ماگماتیسم ایران"، انتشارات دانشگاه تربیت معلم، ۱۳۷۵.
- 6- M. Ghorbani, "The Economic Geology of Iran", Springer, 2013.
7- M. Ghorbani, "The Geology of Iran: Tectonic, Magmatism and Metamorphism", Springer, 2021.



عنوان درس به فارسی:		پترولوژی سنگ‌های آذرین ۲	
عنوان درس به انگلیسی:		Petrology of Igneous Rocks II	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/>			
تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>			
حل تمرین:			
تعداد واحد:		۱+۱	
تعداد ساعت:		۳۲+۱۶	
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input checked="" type="checkbox"/>			
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>			

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

هدف کلی:

توصیف و طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین دو بخش پتروگرافی (سنگ‌شناسی توصیفی در صحرا و در زیر میکروسکوپ) و پتروژنز یا سنگ‌شناسی ژنتیکی (مطالعه منشاء و طرز تشکیل سنگ‌ها)

اهداف ویژه:

تعیین انواع طبقه‌بندی‌ها
تعیین ارتباط پترولوژی و فرورانش

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

الف) نظری

- ۱- معرفی پترولوژی سنگ‌های آذرین
- ۲- علم تشخیص برخی از کانی‌های شاخص سنگ‌های آذرین
- ۳- ساختارهای آذرین (پلوتون، باتولیت، استوک، لاکولیت، لوپولیت، دایک، سیل)
- ۴- طبقه‌بندی IUGS سنگ‌های پلوتونیک
- ۵- کلیدی برای شناسایی کانی‌های سنگ ساز در مقطع نازک
- ۶- راهنمای برای مقاطع نازک میکروسکوپی
- ۷- بررسی سنگ‌های آذرین زیر میکروسکوپ
- ۸- ریزساختارهای سنگ‌های پلوتونیک
- ۹- انواع گرانیت بر اساس منشاء
- ۱۰- طبقه‌بندی IUGS سنگ‌های آتشفشانی
- ۱۱- طبقه‌بندی شیمیایی سنگ‌های آتشفشانی
- ۱۲- طبقه‌بندی غیر ژنتیکی سنگ‌های پیرو کلاستیک
- ۱۳- طبقه‌بندی ژنتیکی سنگ‌های پیرو کلاستیک



۱۴- ریزساختارهای سنگ‌های آتشفشانی

۱۵- اطلس سنگ‌های آتشفشانی

۱۶- انواع آتشفشان‌ها

۱۸- انواع مواد آتشفشانی بر اساس وضعیت فیزیکی آنها

۱۹- فرآیندهای پترولوژیکی در مناطق فرورانش

ب) عملی

مطالعات میکروسکوپی سنگ‌های سری‌های ماگمایی آلکالن، کالک آلکالن، شوشونیتی و تولیتی بخش‌های مختلف ایران.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

تجهیزات آموزشی به روز و میکروسکوپ

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- A. Barker, "A Key for Identification of Rock-Forming Minerals in Thin-Section". Taylor and Francis Group, 2014.
- 2- B.R. Frost, C.R. Frost, "Essentials of Igneous and Metamorphic Rocks", Cambridge University Press, 2019.
- 3- R. Gill, "Igneous Rocks and Processes". Blackwell Publishing, 2010.
- 4- D. Jerram, N. Petford, "The Field Description of Igneous Rocks". Wiley-Blackwell, 2011.
- 5- R.W. Lemaitre, "Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms". Cambridge University Press, 2002.
- 6- D. Shelly, "Igneous and Metamorphic Rocks Under the Microscope, Classification, Textures, Microstructures and Mineral Preferred-Orientations". Chapman and Hall, 1993.



عنوان درس به فارسی: کانی شناسی دگرسانی های گرمایی		عنوان درس به انگلیسی: Mineralogy of Hydrothermal Alterations	
نوع درس و واحد			
<input type="checkbox"/> نظری	<input type="checkbox"/> پایه		
<input type="checkbox"/> عملی	<input type="checkbox"/> تخصصی		
		حل تمرین:	
<input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی	<input checked="" type="checkbox"/> اختیاری	۱+۱	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۳۲+۱۶	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه
 برداشت صحرائی یک روزه از یک واحد زمین شناسی (آذرین- رسوبی- دگرگونی) حاوی دگرسانی های گرمایی یا یک کانسار

هدف کلی:

شناخت میکروسکوپی کانی های دگرسانی های گرمایی، شرایط تشکیل آنها، مطالعه میکروساخت ها و اهمیت آنها در اکتشاف کانسارها.

اهداف ویژه:

تعیین ماهیت سیالات دگرسان کننده با بررسی های پتروگرافی
 تعیین رابطه ساختار و دگرسانی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

الف) نظری

۱- ویژگی های فیزیکی-شیمیایی سیالات گرمایی

۲- واکنش های دگرسانی

۳- طبقه بندی دگرسانی ها و مدل ها

۴- کانی شناسی اختصاصی دگرسانی

۵- دگرسانی در سیستم مس پورفیری، دگرسانی در سیستم اپی ترمال، دگرسانی در اسکارنها، دگرسانی در محیط های افیولیتی (لیستونیت و رودزیت)

۶- دگرسانی و خاستگاه کانی های رسی، دگرسانی و خاستگاه ژئولیت ها

۷- سایر دگرسانی ها در محیط های زمین شناسی (گرایزنی شدن، آلیتی شدن، فیتی شدن، تورمالینی شدن، پیریتی شدن، سرپانتینی شدن، دولومیتی شدن، سیلیسی شدن و..)

۸- مطالعه ایزوتوپ های پایدار برای شناسایی خاستگاه دگرسانی های گرمایی و کانسارهای وابسته

۹- کاربرد مطالعات سیالات در گیر برای شناسایی خاستگاه دگرسانی های گرمایی و کانسارهای وابسته

۱۰- دگرسانی و ژئوشیمی (دیدگاه کلی)

ب) عملی

ویژگی های میکروسکوپی کانی های دگرسانی، میکرومورفولوژی کانی های دگرسان، روابط بافتی کانی ها و تحلیل واکنش ها، بازسازی شرایط دگرسانی (مطالعات ادخال های سیال)، تفسیر انواع دگرسانی و کانی های شاخص آنها.



ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

تجهیزات آموزشی به روز و میکروسکوپ

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- ع. زراسوندی، "اطلس دگرسانی، راهنمای مطالعات صحرایی و میکروسکوپی برای کانی‌های دگرسانی گرمایی"، انتشارات دانشگاه شهید چمران، ۱۳۸۶.

2- P. Alexandre, "Practical Geochemistry", Springer, 2021.

3- J.E. Delvinge, "Atlas of Micromorphology of Mineral Alteration and Weathering", The Canadian Mineralogist, 1998.

4- M. Okrusch and H.E. Frimmel, "Mineralogy: An Introduction to Minerals, Rocks, and Mineral Deposits", Springer, London, 2020.

5- F. Pirajno, "Hydrothermal Processes and Mineral Systems", Springer, 2009.

6- L. Robb, "Introduction to Ore Forming Processes", Blackwell, 2005.

7- H.R. Wenk and A. Bulakh, "Minerals, Their Constitution and Origin", Cambridge University Press, 2005.



عنوان درس به فارسی:		آمار و احتمال در پترولوژی	
عنوان درس به انگلیسی:		Statistic and Probability in Petrology	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
حل تمرین:			
تعداد واحد:	۲	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	

هدف کلی:

شناخت کاربردهای آمار و احتمالات در تفسیر داده‌های پترولوژی، ژئوشیمیایی و کانی شناسی

اهداف ویژه:

تبیین رابطه محیط زمین ساختی و ترکیب شیمیایی با استفاده از داده‌های سنگ کل
تبیین شیمی کانی‌ها و احتمالات

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- ۱- کاربردهای آمار و احتمال در پترولوژی، ژئوشیمی و کانی شناسی
- ۲- مفهوم جامعه و نمونه در بررسی‌های پترولوژی و ژئوشیمیایی، تهیه و تنظیم داده‌های پترولوژی، جدول‌های آماری و نمودارهای آماری ژئوشیمیایی
- ۳- معیارهای مرکزی، پراکندگی، چولگی و کشیدگی در داده‌های ژئوشیمیایی
- ۴- ارائه قوانین شمارش، تعبیرهای مختلف احتمال، قوانین احتمال، متغیر تصادفی، تابع توزیع، تابع چگالی، امید ریاضی و واریانس، انواع توزیع‌ها و نتیجه‌گیری‌های آماری نتایج آنالیز دستگامی
- ۵- بررسی و تفسیر آماری داده‌های پترولوژی و ژئوشیمیایی و کانی شناسی
- ۶- تحلیل همبستگی و رگرسیون داده‌های پترولوژی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

ث) راهبردهای 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:

تجهیزات آموزشی به روز



- 1- X. Emery, S.A. Séguret, “Geostatistics for the Mining Industry; Applications to Porphyry Copper Deposits”, CRC Press, 2021.
- 2- E.H. Isaaks, R.M. Srivastava, “Applied Geostatistics”, Oxford University Press, 1989.
- 3- H.R. Rollinson, “Using Geochemical Data; To Understand Geological Processes”, Cambridge University Press, 2021.
- 4- J.H. Schuenemey, L.J. Drew, “Statistics for Earth and Environmental Scientists”, John Wiley and Sons, 2011.
- 5- R. Webster, M.A. Oliver, “Geostatistics for Environmental Scientists”, John Wiley and Sons, 2001.



عنوان درس به فارسی: زمین شناسی ایزوتوپ ها		عنوان درس به انگلیسی: Isotope Geology	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>			دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی <input type="checkbox"/>			دروس هم نیاز:
			حل تمرین:
نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>		۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۳۲	تعداد ساعت:

هدف کلی:

بررسی تاثیر فرآیندهای مختلف پترولوژیکی بر روی ایزوتوپ ها و مطالعه میزان فراوانی ایزوتوپ ها در بخش های مختلف نظریه تکتونیک صفحه ای.

اهداف ویژه:

تبیین رابطه ایزوتوپ ها و تعیین محیط تکتونیک
تبیین رابطه ترکیب ایزوتوپی و فرآیندهای سنگ شناختی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- انواع ایزوتوپ ها و انواع واپاشی های رادیواکتیو
- ۲- سیستم های واپاشی کربن ۱۴، K-Ar، Ar-Ar، Sm-Nd، Rb-Sr، Th-Pb، Re-Os، U-Pb و La-Ce و Lu-Hf و کاربردهای آن.
- ۳- زمین شناسی ایزوتوپ های رادیوژنیک
- ۴- ژئوشیمی ایزوتوپی ولکانیک های اقیانوسی، هتروژنیته گوشته، بررسی ایزوتوپی ساختار گوشته، ژئوشیمی ایزوتوپی سنگ های قاره ای، زنولیت های گوشته، آرایش پوسته ای، پتروژنز ماگماهای قاره ای، ژئوشیمی ایزوتوپی ماگماهای مناطق فرورانش
- ۵- ژئوشیمی سری های اورانیوم سیستم های آذرین، نوکلئید های کاسموژنیک، رادیونوکلئید های از بین رفته
- ۶- ایزوتوپ های پایدار، زمین شناسی ایزوتوپ های پایدار، تفکیک ایزوتوپی تعادلی، تفکیک ایزوتوپی سینتیک
- ۷- ژئوترمومتری ایزوتوپی، تفکیک ایزوتوپی در سیستم های هیدرولوژی و بیولوژی، کاربرد ایزوتوپ های پایدار در دماهای بالا- آرایش - تبلور تفکیکی و فرورانش، سیستم های هیدروترمال - دگرگونی و کانسارها، ایزوتوپ های پایدار در گوشته و سیستم های ماگمایی، ایزوتوپ های B و Li
- ۸- آب و هواشناسی دیرین، اکسیژن و هیدروژن در هیدروسفر، اتمسفر و لیتوسفر، کربن، گوگرد و ازت.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت های کلاسی در طول نیم سال | ۴۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۶۰ درصد |

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

تجهیزات آموزشی به روز



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- C.J. Allegre, "Isotope Geology", Cambridge University Press, 2008.
- 2- J. Hoefs, "Stable Isotope Geochemistry", Springer, 2009.
- 3- M.J. Kohn, M. Engi, P. Lanari, "Petrochronology: Methods and Applications", The Mineralogical Society of America, Reviews in Mineralogy and Geochemistry 83, 2017.
- 4- D.E. Moser, F. Corfu, J.R. Darling, S.M. Reddy, K. Tait, "Microstructural Geochronology: Planetary Records Down to Atom Scale", American Geophysical Union, 2018.
- 5- P.W. Reiners, R.W. Carlson, P.R. Renne, K.M. Cooper, D.E. Granger, N.M. McLean, B. Schoene, "Geochronology and Thermochronology", American Geophysical Union, 2017.
- 6- D. Vance, W. Muller, I.M. Villa, "Geochronology: Linking the Isotopic Record with Petrology and Textures", The Geological Society of London, No. 220, 2003.



عنوان درس به فارسی: تفسیر داده‌های ژئوشیمیایی سنگ‌ها و کانی‌ها		عنوان درس به انگلیسی: Interpretation of Geochemical Data of Rocks and Minerals	
نوع درس و واحد			
<input type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/> تخصصی	<input checked="" type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/> عملی		دروس پیش‌نیاز: دروس هم‌نیاز: حل تمرین:
<input type="checkbox"/> اختیاری <input type="checkbox"/> رساله / پایان‌نامه	<input type="checkbox"/> نظری-عملی	۲	تعداد واحد:
		۳۲	تعداد ساعت:

هدف کلی:

تفسیر داده‌های مختلف ژئوشیمیایی سنگ‌ها و کانی‌ها.

اهداف ویژه:

تعیین رابطه ژئوشیمی سنگ‌ها و کانی‌ها با شرایط ترمودینامیکی تشکیل

تعیین رابطه شیمی سنگ کل و فرایندهای سنگ شناختی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- تکامل روش‌های تجزیه، نمونه برداری و آماده‌سازی نمونه، مسئله آلاینش، کالیبراسیون، مواد مرجع (Reference Material).

۲- ارائه صحیح داده‌های ژئوشیمیایی و بیان فاکتورهای ژئوشیمیایی مهم مانند Mg# یا Cr#.

۲- بررسی و مقایسه صحت و دقت داده‌های حاصل از روش‌های آنالیز دستگاهی شامل:

- a- Atomic Absorption Spectroscopy
- b- X-ray Fluorescence Spectrometry (XRF)
- c- X-ray Diffractometry (XRD)
- d- Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS)
- e- Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (LA-ICP-MS)
- f- Scanning Electron Microscopy (SEM)
- g- Electron Probe Microanalyser (EPMA)
- h- Instrumental Neutron Activation (INA)
- i- Thermal Analysis (DTA, TG, DTG)

۳- تفکیک آهن ۲ و ۳ در سنگ‌ها و کانی‌ها، و محاسبه فرمول ساختاری کانی‌ها

۴- استفاده از شیمی کانی‌های پتروژنیک

۵- تفسیر و کاربرد داده‌های حاصل از بررسی‌های دستگاهی در نامگذاری سنگ‌ها، سری‌های ماگمایی، و تشخیص محیط ژئوتکتونیکی

۶- استفاده از داده‌های ژئوشیمیایی کانی‌ها و سنگ‌ها در تشخیص سنگ‌منشا، درجه ذوب بخشی و تحولات حین تبلور و صعود

۷- بررسی برخی از نرم‌افزارهای ژئوشیمیایی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

تجهیزات آموزشی به روز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- P. Alexandre, "Practical Geochemistry", Springer, 2021.
- 2- M.A. Demange, "Mineralogy for Petrologists: Optics, Chemistry and Occurrences of Rock-Forming Minerals", CRC Press, Tylor and Francis Group, 2012.
- 3- R. Gill, "Igneous Rocks and Processes", John Wiley and Sons, 2010.
- 4- M. Okrusch and H.E. Frimmel, "Mineralogy: An Introduction to Minerals, Rocks, and Mineral Deposits", Springer, 2020.
- 5- H.R. Rollinson, "Using Geochemical Data; To Understand Geological Processes", Cambridge University Press, 2021.



عنوان درس به فارسی: آتشفشان شناسی پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Volcanology	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>			دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی <input type="checkbox"/>			دروس هم نیاز:
			حل تمرین:
نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>		۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۳۲	تعداد ساعت:

هدف کلی:

تعیین منشاء ماگماهای اولیه در یک محیط خاص تکتونیکی همراه با مدل سازی تکوینی مجموعه‌های آتشفشانی.

اهداف ویژه:

تعیین نوع و شرایط فوران با استفاده از شواهد صحرایی
تبیین آتشفشان شناسی و مخاطرات

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- ۱- بررسی سری‌های ماگمایی سنگ‌های آتشفشانی
- ۲- طبقه‌بندی، نام گذاری، ساختار، لیتولوژی، شکل و نحوه استقرار سنگ‌های آتشفشانی
- ۳- تغییرات ایجاد شده ضمن حرکت ماگما از عمق به طرف سطح زمین
- ۴- فرآیندهای ذوب بخشی در گوشته فوقانی زمین (حالت فیزیکی گوشته فوقانی، ترکیب شیمیایی و کانی شناسی گوشته فوقانی، فرآیندهای ذوب بخشی در گوشته فوقانی، طیف ماگمای بازالتی در ارتباط با فرآیندهای ذوب بخشی و جدایش و صعود ماگما)
- ۵- فرآیندهایی که ترکیب ماگماهای اولیه را تغییر می دهند (همرفت و اختلاط در آشیانه ماگمایی، تبلور تفریقی، آرایش پوسته ای، تصفیه منطقه ای، عدم اختلاط مایعات و فرآیندهای انتقال گازی)
- ۶- خصوصیات سنگ های آتشفشانی خاص (ایگنمریت‌ها، اسپیلیت‌ها، کراتوفیرها و کیمبرلیت‌ها)
- ۷- بررسی دگرسانی در سنگ‌های آتشفشانی
- ۸- بررسی سنگ‌های آتشفشانی دگرگون شده
- ۹- جایگاه ژئودینامیک سنگ‌های آتشفشانی و ارتباط ماگماتیسیم عهد حاضر با فرآیندهای تکتونیک جهانی
- ۱۰- کانسارهای مهم ماگمایی در رابطه با سنگ‌های آتشفشانی (کانسارهای مس پورفیری، کانسارهای نقره-طلای ایپی ترمال و کانسارهای آهن آتشفشانی)

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۳۰ درصد
آزمون پایان نیم سال ۷۰ درصد



تجهیزات آموزشی به روز

ج) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- B.R. Frost, C.R. Frost, "Essentials of Igneous and Metamorphic Rocks", Cambridge University Press, 2019.
- 2- F.H. Hatch, A.K. Wells, M.K. Wells, "Petrology of the Igneous Rocks", CBS Publishers and distributors, 2003.
- 3- J.P. Lockwood, R.W. Hazlert, "Volcanoes", Willey-Blackwell, 2010.
- 4- J. Mephie, M. Doyle, R. Allen, "Volcanic Textures: A Guide to the Interpretation of Textures in Volcanic Rocks", University of Tasmania, 1993.
- 5- K. Nemeth, "Advances in Volcanology", Springer, 2022.
- 6- H.U. Schmincke, "Volcanism", Springer-Verlag, 2004.



عنوان درس به فارسی: ترمودینامیک در پترولوژی		عنوان درس به انگلیسی: Thermodynamics in Petrology	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>			دروس پیش نیاز:
تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>			دروس هم نیاز:
			حل تمرین:
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۳۲	تعداد ساعت:

هدف کلی:

مطالعه ترمودینامیکی فرایندهای مختلف در پترولوژی و تفسیر پدیده‌های کانی شناسی و پترولوژیکی توسط فاز دیاگرام‌ها

اهداف ویژه:

تیین تبلور ماگما در فاز دیاگرام‌ها
تیین فرمول ساختاری کانی‌ها و ترموبارومتری

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- ۱- کلیات و مفاهیم بنیادی
- ۲- ترمودینامیک اجسام خالص
- ۳- ترمودینامیک محلول‌ها
- ۴- تعادلات فاز
- ۵- محاسبه فرمول ساختاری کانی‌ها
- ۶- ترمودینامیک واکنش‌ها و اصول ژئوترمومتری و ژئوبارومتری
- ۷- معرفی ترموبارومتری برخی از کانی‌ها همچون کلریت، بیوتیت و کلینوپیروکسن. کاربرد مقدماتی برخی از کانی‌ها در تعیین سری‌های ماگمایی، ماهیت ماگماتیسم و نوع محیط ژئوتکتونیک.
- ۸- ترمودینامیک مذاب‌های سیلیکاته
- ۹- فاز دیاگرام‌ها در پترولوژی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

ث) راهبردهای 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:

تجهیزات آموزشی به روز



چ (فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱- م. سبزه ئی، "مبانی ترمودینامیک شیمیایی برای سنگ شناسان"، مرکز نشر سمر، ۱۳۷۷.
- 2- L. Cemic, "Thermodynamics in Mineral Sciences: An Introduction", Springer, 2005.
- 3- J. Ganguly, "Thermodynamics in Earth and Planetary Sciences", Springer, 2008.
- 4- K. Hefferan, J. O'Brien, "Earth Materials". Wiley-Blackwell, 2010.
- 5- D. Sparks, "Kinetics of Geochemical Processes", Springer, 2018.
- 6- B. Yardley, C. Warren, "An Introduction to Metamorphic Petrology". Cambridge University Press, 2021.



عنوان درس به فارسی:		پتروژنز سنگ‌های ماگمایی ایران	
عنوان درس به انگلیسی:		Petrogenesis of the Iranian magmatic rocks	
پایه	<input type="checkbox"/>	نظری	<input checked="" type="checkbox"/>
تخصصی	<input type="checkbox"/>	عملی	<input type="checkbox"/>
حل تمرین:			
تعداد واحد:	۲	اختیاری	<input checked="" type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه	<input type="checkbox"/>

هدف کلی:

شناخت ماهیت فازهای مختلف و دلایل رخداد ماگماتیسم در سرزمین ایران از پرکامبرین تا کواترنر

اهداف ویژه:

شناخت فرایند ذوب و ایجاد ماگما

تبیین ماگماتیسم و زمان زمین‌شناسی

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- ۱- تقسیمات زمین‌شناسی ایران از دیدگاه پترولوژی.
- ۲- اقیانوس‌های پالئوتتیس و نئوتتیس و تحولات آن‌ها.
- ۳- پوسته قاره‌ای ایران.
- ۴- ماگماتیسم و افیولیت‌های ایران.
- ۵- ماگماتیسم ایران در پرکامبرین، پالئوزوئیک، مزوزوئیک و تریاس.
- ۶- ولکانیسم کواترنر در ایران.
- ۷- بررسی علل ماگماتیسم در زمان‌های متفاوت و نظریات گوناگون.
- ۸- زئولیت‌های پوسته و گوشته گزارش شده در مطالعات.

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱- امامی، م.ه.م، ماگماتیسم در ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۷۹.
- ۲- اصفهانی، ف.، شریفی، آ.، ویژگی های ژئوشیمیایی سنگ های ماگمایی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۷۸.
- ۳- درویش زاده، ع.، زمین شناسی ایران، انتشارات نشر دانش امروز، ۱۳۷۰.
- ۴- معین وزیری، ح.، دیباچه ای بر ماگماتیسم در ایران، انتشارات دانشگاه تربیت معلم، ۱۳۷۵.
- 5- M.F. Brunet, M. Wilmsen, J.W. Granath, "South Caspian to Central Iran Basins". Geological Society of London Special Publications, 2009.
- 6- M. Ghorbani, "The Economic Geology of Iran", Springer, 2013.
- 7- M. Ghorbani, "The Geology of Iran: Tectonic, Magmatism and Metamorphism", Springer, 2021.



عنوان درس به فارسی: دگرگونی دمای بالا و آناتکسی		عنوان درس به انگلیسی: High temperature metamorphism and anatexi	
نوع درس و واحد			
<input type="checkbox"/> نظری	<input type="checkbox"/> پایه	دروس پیش نیاز:	
<input type="checkbox"/> عملی	<input type="checkbox"/> تخصصی	دروس هم نیاز:	
		حل تمرین:	
<input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی	<input checked="" type="checkbox"/> اختیاری	۱+۱	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۳۲+۱۶	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه بازدید صحرائی: دو روز

هدف کلی:

شناخت شرایط پترولوژیکی و ژئودینامیکی تشکیل انواع سنگ‌های دگرگونه درجه بالا و بررسی انواع فازهای تعادلی در این سنگ‌ها.

اهداف ویژه:

تبیین رابطه دما، دگرگونی و ذوب بخشی
تبیین نمودارهای پتروژنیک سنگ‌های دگرگونه درجه بالا

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

الف) نظری:

- ۱- فازهای تعادلی در دگرگونی‌های درجه بالا
- ۲- میگماتیت‌ها
- ۳- فابریک در سنگ‌های دگرگونی درجه بالا
- ۴- بررسی انواع نمودارهای ترکیب پاراژنز در دگرگونی‌های درجه بالا
- ۵- دگرگونی سنگ‌های آذرین بازیک و اولترا بازیک در درجات بالای دگرگونی
- ۶- دگرگونی سنگ‌های کالک سیلیکاته در درجات بالای دگرگونی
- ۷- دگرگونی سنگ‌های پلیتی در درجات بالای دگرگونی
- ۸- اکلوزیت‌ها و واکنش‌های مرتبط با آن‌ها

ب) عملی:

- مطالعه مقاطع میکروسکوپی انواع سنگ‌های با درجه بالای دگرگونی

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

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

تجهیزات آموزشی به روز و میکروسکوپ

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- K. Bucher, R. Grapes, "Petrogenesis of Metamorphic Rocks", Springer-Verlag, 2011.
- 2- K. Hollocher, "A Pictorial Guide to Metamorphic Rocks in the Field". CRC Press, 2014.
- 3- A.A. Marakushev and A.V. Babrov, "Metamorphic petrology", Moscow-state University, 2005.
- 5- B. Ronald Frost, Coral D. Frost, "Essentials of Igneous and Metamorphic Petrology", Cambridge University Press, 2014.
- 6- B. Yardley, "An Introduction to Metamorphic Petrology", Cambridge University Press, 2020.



عنوان درس به فارسی:		واکنش های دگرگونی	
عنوان درس به انگلیسی:		Metamorphic reactions	
دروس پیش نیاز:		نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:		<input type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/> نظری	
حل تمرین:		<input type="checkbox"/> تخصصی <input type="checkbox"/> عملی	
تعداد واحد:		<input checked="" type="checkbox"/> اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی	
تعداد ساعت:		رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	
		۱+۱	
		۳۲+۱۶	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه
 بازدید صحرائی: دو روز

هدف کلی:

شناخت مکانیسم انجام واکنش های دگرگونی و مطالعه انواع این واکنش ها در سنگ های مختلف دگرگونی.

اهداف ویژه:

تیین واکنش های دگرگونی در سیستم های مختلف
 تشخیص واکنش های دگرگونی با استفاده از روابط کانی ها در زیر میکروسکوپ

پ) مباحث یا سرفصل ها:

الف) نظری

۱- تعادل فازي در سیستم های تک فازي، دو فازي و سه فازي.

۲- واکنش های یک متغیره و دو متغیره.

۳- سیستم های پتروشیمیایی سنگ های دگرگونی.

۵- عوامل کنترل کننده کینتیک واکنش های دگرگونی.

۶- انواع واکنش های دگرگونی:

الف: واکنش های جانشینی یا تبدیلی

ب: واکنش های انتقالی محض

ج: واکنش های آبدگیری

د: واکنش های آزدائی

ه: واکنش های کربن زدائی

ب- عملی:

- مطالعه نمونه های دستی

- مطالعات میکروسکوپی مقاطع نازک با تمرکز بر شناخت و تفسیر واکنش های صورت گرفته



ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

تجهیزات آموزشی به روز و میکروسکوپ

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- K. Bucher, R. Grapes, "Petrogenesis of Metamorphic Rocks", Springer-Verlag, 2011.
- 2- B.R. Frost, C.R. Frost, "Essentials of Igneous and Metamorphic Rocks", Cambridge University Press, 2019.
- 3- R. Kretz, "Metamorphic crystallization". Wiley, 1994.
- 4- E.W. Sawyer, "Working with Migmatites", Mineralogical Association of Canada, 2008.
- 5- B. Yardley, "An Introduction to Metamorphic Petrology", Cambridge University Press, 2020.



عنوان درس به فارسی: بازالت‌ها و آندزیت‌ها		عنوان درس به انگلیسی: Basalts and andesites	
نوع درس و واحد			
<input type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/> تخصصی	<input checked="" type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/> عملی		عنوان درس به انگلیسی: درس پیش نیاز: درس هم نیاز: حل تمرین: تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲
<input type="checkbox"/> اختیاری <input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه	<input type="checkbox"/> نظری-عملی		

هدف کلی:

شناخت منشا و چگونگی تشکیل بازالت‌ها و آندزیت‌ها

اهداف ویژه:

تبیین فرایندهای صعود

تبیین فرایندهای سنگ‌شناسی حین و بعد از سرد شدن گدازه

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- ۱- شکل و ساخت سنگ‌های بازالتی و آندزیتی
- ۲- کانی‌شناسی سنگ‌های بازالتی و آندزیتی
- ۳- پتروگرافی سنگ‌های بازالتی و آندزیتی
- ۴- ژئوشیمی سنگ‌های بازالتی و آندزیتی
- ۵- ژئوشیمی ایزوتوپی و مطالعه عناصر کمیاب در سنگ‌های آتشفشانی بازیک
- ۶- سیستم‌های سیلیکاته در ارتباط با سنگ‌های بازالتی و آندزیتی
- ۷- رابطه بین ژنز بازالت‌ها و آندزیت‌ها و زمین‌ساخت ورقی
- ۸- منشاء ماگماهای بازالتی و آندزیتی
- ۹- ماهیت ولکانیسم آندزیتی و بازالتی در سرزمین ایران

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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



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

تجهیزات آموزشی به روز

ج) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- O.A. Bagatikov, "Magmatism and Geodynamics". CRC Press, 2020.
- 2- M. Ghorbani, "The Geology of Iran: Tectonic, Magmatism and Metamorphism", Springer, 2021.
- 3- R.G. Gill, "Igneous Rocks and Processes", John Wiley and Sons, 2010.
- 4- H.R. Rollinson, "Using Geochemical Data; To Understand Geological Processes", Cambridge University Press, 2021.
- 5- F. Wolfgang, M. Martin and R.C. Blakey, "Plate Tectonics", Springer, 2010.



عنوان درس به فارسی:		افیولیت‌ها	
عنوان درس به انگلیسی:		Ophiolites	
نظری	<input checked="" type="checkbox"/>	پایه	<input type="checkbox"/>
عملی	<input type="checkbox"/>	تخصصی	<input type="checkbox"/>
حل تمرین:			
تعداد واحد:	۲		
تعداد ساعت:	۳۲		
نظری-عملی		اختیاری	<input checked="" type="checkbox"/>
		رساله / پایان‌نامه	<input type="checkbox"/>

هدف کلی:

شناخت اجزای سازنده افیولیت‌ها، پتروژنز واحدهای سنگی سازنده آن‌ها

اهداف ویژه:

تعیین اهمیت سنگ‌شناسی و اقتصادی افیولیت‌ها

تبیین اهمیت تکتونیکی افیولیت‌ها

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- ۱- تعریف افیولیت و تاریخچه تحولات نامگذاری
- ۲- اهمیت ژئودینامیک افیولیت‌ها
- ۳- پترولوژی و ژئوشیمی سازنده‌های پیکره‌های افیولیتی
- ۴- پریدوتیت‌ها: (ساختار- کانی شناسی - پتروگرافی - ژئوشیمی)
- ۵- کومولاهای موجود در افیولیت‌ها
- ۶- دایک‌ها و سنگ‌های آتشفشانی (ساختار و کانی شناسی - پتروگرافی - ژئوشیمی)
- ۷- سنگ‌های لوکوکراتیک همراه افیولیت‌ها
- ۸- دگرگونی در پیکره‌های افیولیتی
- ۹- آمیزه‌های افیولیتی و چگونگی وجود آمدن آن‌ها
- ۱۰- کانسارهای وابسته به افیولیت‌ها
- ۱۱- بررسی ویژگی‌های مهم افیولیت‌های ایران
- ۱۲- پترولوژی افیولیت‌های پشته‌های میان اقیانوسی و افیولیت‌های مناطق سوپرا سابداکشن

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

تجهیزات آموزشی به روز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- ترابی، ق.، ۱۳۹۱، افیولیت‌های ایران مرکزی، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه اصفهان.

- 2- Y. Dilek, "Ophiolites and Oceanic Crust: New Insights from Field Studies and the Ocean Drilling Program". Geological Society of America Special Paper, 2000.
- 3- Y. Dilek, S. Newcomb, "Ophiolite Concept and the Evolution of Geological Thought". Geological Society of America Special Paper, 2003.
- 4- Y. Dilek, P.T. Robinson, "Ophiolites in Earth History". Geological Society of London Special Publication, 2003.
- 5- H. Holland, K. Turekian, "The Treatise on Geochemistry", Elsevier, 2003.
- 6- T.M. Kusky, "Precambrian Ophiolites and Related Rocks", Elsevier, 2004.



عنوان درس به فارسی:		گرانیت‌ها	
عنوان درس به انگلیسی:		Granites	
دروس پیش‌نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم‌نیاز:		تخصصی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
حل تمرین:			
تعداد واحد:	۲	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>	

هدف کلی:

چگونگی تشکیل ماگمای گرانیتی و ارتباط گرانیت‌ها با محیط‌های مختلف تکتونو - ماگماتیسم

اهداف ویژه:

تبیین کانسارسازی در ارتباط با گرانیت‌ها

تبیین سنگ‌مشا و نوع گرانیت

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- ۱- گروه‌های اصلی گرانیتوئیدها (تقسیم‌بندی گرانیت‌ها)
- ۲- منشاء گرانیت‌ها و اهمیت اقتصادی آن‌ها
- ۳- ذوب بازالت‌ها و آندزیت‌ها
- ۴- ذوب رسوبات و رسوبات دگرگون شده
- ۵- شروع ذوب پوسته‌ای
- ۶- دلایلی بر ذوب پوسته‌ای
- ۷- رستیت‌ها (تفاله‌ها) در گرانیت‌ها و منشا آن‌ها
- ۸- انواع انکلاوها در گرانیت‌ها
- ۹- گرانیت‌های قبل، همزمان و بعد از کوهزایی
- ۱۰- محیط‌های تکتونیکی گرانیت‌ها
- ۱۱- مسئله جایگزینی گرانیت‌ها
- ۱۲- پتروژنز گرانیت در ارتباط با محیط‌های تکتونو - ماگماتیسم

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

تجهیزات آموزشی به روز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- P. Alexandre, "Practical Geochemistry", Springer, 2021.
- 2- A. Bagatikov, "Magmatism and Geodynamics". CRC Press, 2020.
- 3- J. Cobbing, "Granite Geology", John Wiley and Sons, 2003.
- 4- J. Didier, B. Barbarin, "Enclaves and Granite Petrology". Elsevier, 1991.
- 5- H. Holland, K. Turekian, "The Treatise on Geochemistry", Elsevier, 2003.
- 6- N.R. Karmalkar, R.A. Duraiswami, N.J. Pawar, Ch. Sivaji, "Origin and Evolution of the Deep Continental Crust". Narosa Publishing House, 2010.



عنوان درس به فارسی:		فرآیندهای پتروژنیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Petrogenic Processes	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
حل تمرین:			
تعداد واحد:	۲	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	

هدف کلی:

شناخت فرآیندها و تحولاتی که باعث تشکیل انواع ماگما و سنگ‌های آذرین در پوسته و یا گوشته زمین می‌گردند.

اهداف ویژه:

تبیین مقدار دما و فشار در ایجاد مذاب
تبیین نقش سیالات در ایجاد مذاب و تحولات بعد از ماگماتیسم

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- ۱- بررسی علل ماگماتیسم و تنوع سری‌های ماگمایی
- ۲- بررسی رابطه ماگماتیسم و زمان زمین‌شناسی
- ۳- پترولوژی پوسته و گوشته زمین
- ۴- بررسی سنگ‌های برگرفته از گوشته و یا پوسته
- ۵- ماگماتیسم و نقش سیالات
- ۶- تحولات ماگماتیسم و تبلور
- ۷- تحولات حین صعود و تغییرات ساب سولیدوس

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

تجهیزات آموزشی به روز



- 1- A. Bagatikov, "Magmatism and Geodynamics". CRC Press, 2020.
- 2- R.G. Gill, "Igneous rocks and processes", John Wiley and Sons, London, 2010.
- 3- H. Holland, K. Turekian, "The Treatise on Geochemistry", Elsevier, 2003.
- 4- L.L. Perchuk, "Progress in Metamorphic and Magmatic Petrology", Cambridge University Press, 2003.
- 5- K.D., Putirka and F.J., Tepley, "Minerals, Inclusions and Volcanic Processes", The Mineralogical Society of America, Reviews in Mineralogy and Geochemistry 69, Chantilly, Virginia, USA, 2018.



عنوان درس به فارسی:		تئوری انطباق فازی	
عنوان درس به انگلیسی:		Phase correlation theory	
دروس پیش نیاز:		نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/>
حل تمرین:			
تعداد واحد:	۲	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	

هدف کلی:

شناخت تئوری انطباق فازی به تغییرات قانونمند ترکیب کانی های همجوار بواسطه تأثیر حرارت- فشار و دیگر فاکتورهای موجود در تعادل

اهداف ویژه:

تفسیر تحولات سنگها با استفاده از بررسی فازهای کانیایی و روابط کانی ها

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- مفهوم عمومی تئوری انطباق فازی
- ۲- چگونگی توزیع عناصر بین فازها
- ۳- تأثیر ترکیب فاز بر توزیع ایزو ترمیک عناصر
- ۴- قانون عمومی توزیع عناصر بین فازهای همجوار
- ۵- قانون سوپولوف
- ۶- قانون رامبرگ
- ۷- دیاگرام های انطباق فازی، ترمومتر بارت، ترمومتر نفلین - فلدسپات، ترمومتر مگنتیت - ایلمنیت، انطباق فازی در کانی های Fe-Mg دار، ترمومتر آمفیبول - پلاژیوکلاز، ترمومتر آمفیبول - گارنت، ترمومتر آمفیبول - ارتوپیروکسن، ترمومتر بیوتیت - کلینوپیروکسن، ترمومتر گارنت - بیوتیت، ترمومتر کردیریت - گارنت، تعادل آمفیبول - بیوتیت، تعادل اپیدوت گارنت، واکنش های انتقالی محض و بارومترهای مرتبط با آنها و ضریب جدایش در این واکنش ها
- ۸ - منطقه بندی شیمیائی در کانی ها
- ۹- روش های استخراج روندهای P-T در کانی ها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

تجهیزات آموزشی به روز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- K. Bucher, R. Grapes, "Petrogenesis of Metamorphic Rocks", Springer-Verlag, 2011.
- 2- B.R. Frost, C.R. Frost, "Essentials of Igneous and Metamorphic Rocks", Cambridge University Press, 2019.
- 3- L.L. Perchuk, "Theory of Phase Correspondence", Moscow State University, 2005.
- 4- J.E. Ricci, "The Phase Rule and Heterogeneous Equilibrium", Textbook Publishers, Temecula, 2003.
- 5- F.S. Spear, "Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths", Mineralogical Society of America, 1993.
- 6- B. Yardley, C. Warren, "An Introduction to Metamorphic Petrology". Cambridge University Press, 2021.



عنوان درس به فارسی: تحولات ساب سولیدوس در پوسته اقیانوسی		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Subsolidus changes of the oceanic crust	
<input type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/> تخصصی	<input checked="" type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/> عملی	دروس پیش نیاز: دروس هم نیاز: حل تمرین: تعداد واحد: تعداد ساعت:
<input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه <input checked="" type="checkbox"/> اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی		

هدف کلی:

مطالعه تغییرات سنگ شناسی، کانی شناسی و ژئوشیمیایی سنگ های تشکیل دهنده پوسته اقیانوسی در دمای ساب سولیدوس

اهداف ویژه:

تبیین تاثیر انواع تحولات ساب سولیدوس بر روی کانی شناسی سنگ ها
 تبیین نقش تحولات ساب سولیدوس بر روی تغییر شیمی سنگ کل و تشکیل کانسارها

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- ریفت اقیانوسی و ذوب بخشی
- ۲- واکنش های مذاب صعود کننده و سنگ دیواره
- ۳- تشکیل یا عدم تشکیل کرومیت های انبانی
- ۴- دگرگونی کف اقیانوس
- ۵- تشکیل رودینگیت ها
- ۶- تشکیل لیستونیت ها
- ۷- دگرگونی ناحیه ای پوسته اقیانوسی
- ۸- بررسی پوسته های اقیانوسی ایران از نظر تغییرات ساب سولیدوس
- ۹- متاسوماتیسم در پوسته اقیانوسی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------|---------------------------------|
| ۳۰ درصد | فعالیت های کلاسی در طول نیم سال |
| ۷۰ درصد | آزمون پایان نیم سال |



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- S.L. Brantley, James, D. Kubicki, Art, F. White, "Kinetics of Water-Rock Interaction". Springer, 2008.
- 2- Y. Dilek, S. Newcomb, "Ophiolite concept and the evolution of geological thought". Geological Society of America Special Paper, 2003.
- 3- Y. Dilek, P.T. Robinson, "Ophiolites in Earth History". Geological Society of London Special Publications, 2003.
- 4- D.E. Harlov, A. Hakon, "Metasomatism and the Chemical Transformation of Rock: The Role of Fluids in Terrestrial and Extraterrestrial Processes". Springer, 2013.
- 5- T. Juteau, R. Maury, "The Oceanic Crust, from Accretion to Mantle Recycling", Springer, 1999.
- 6- T.M. Kusky, "Precambrian Ophiolites and Related Rocks", Elsevier, 2004.



عنوان درس به فارسی:		سنگ های آذرین آلکالن	
عنوان درس به انگلیسی:		Alkaline Igneous Rocks	
دروس پیش نیاز:		نظری	پایه <input type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		عملی	تخصصی <input type="checkbox"/>
حل تمرین:			
تعداد واحد:	۲	نظری-عملی	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان نامه	<input type="checkbox"/>

هدف کلی:

شناخت، طبقه بندی، تعیین منشاء و جایگاه تکتونیکی سنگ های آذرین آلکالن

اهداف ویژه:

تیین پتروژنز سنگ های آلکالن

تیین محیط های تکتونیکی رخداد ماگماتیسم آلکالن

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱- تعاریف و کلیات

۲- کانی شناسی و پتروگرافی سنگ های آذرین آلکالن (سنگ هایی که دارای مقادیر قابل توجهی فلدسپاتوئید، پیروکسن های آلکالن، آمفیبول های آلکالن و یا ملی لیت می باشند)

۳- طبقه بندی سنگ های آذرین آلکالن (فولیت ها، فوئید سینیت ها، تفریت ها، فوئید دیوریت ها، فوئید گابروها، بازانیت ها، فوئید بازالت ها، نفلینیت ها و کربناتیت ها) و اداخل های آن ها

۴- ژئوشیمی و ترکیبات نورماتیو سنگ های آذرین آلکالن

۵- ژنز ماگماهای آلکالن با تاکید بر نواحی منشاء آن ها (حاصل از مطالعات آزمایشگاهی نفلینیت ها و کربناتیت ها)

۶- مقایسه بین ولکانیسم آلکالن قاره ای (مانند ریفت کنیا) و اقیانوسی (مانند هاوایی)

۷- مقایسه بین ماگماتیسم آلکالن پس از برخورد (مانند کمر بند پان- آفریکا) با ماگماتیسم درون صفحه ای غیر کوهزایی (مانند کمپلکس های حلقوی آلکالن)

۸- سنگ های آذرین آلکالن در ایران

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

تجهیزات آموزشی به روز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- A. Bagatikov, "Magmatism and Geodynamics". CRC Press, 2020.
- 2- R. Gill, "Igneous Rocks and Processes". Blackwell, 2010.
- 3- F.H. Hatch, A.K. Wells, M.K. Wells, "Petrology of the Igneous Rocks", CBS Publishers and Distributors, 2003.
- 4- N. Vladykin, "Alkaline Rocks, Kimberlites and Carbonatites: Geochemistry and Genesis", Springer, 2021.
- 5- A.R. Wooley, "Alkaline Rocks and Carbonatites of the World", Geological Society of London, 2001.



عنوان درس به فارسی:		سنگ های دگرگونی درجه ضعیف تا متوسط	
عنوان درس به انگلیسی:		Low to medium grade metamorphic rocks	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
حل تمرین:			
تعداد واحد:	۱+۱	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input checked="" type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۳۲+۱۶	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	

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

هدف کلی:

طبقه بندی سنگ های دگرگونی درجه ضعیف تا متوسط توسط خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها

اهداف ویژه:

تبیین کانی شناسی، فابریک و رخساره دگرگونی این سنگ ها
شناخت فرآیندها، عوامل کنترل کننده و نحوه تشکیل این سنگ های دگرگونی و چگونگی تحول آنها

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- شناخت سنگ های دگرگونی از طریق خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها
 - ۲- طبقه بندی سنگ های دگرگونی بر اساس فابریک (سنگ های دارای برگوارگی و فاقد برگوارگی)، بیان نحوه تشکیل سنگ های دگرگونی، طبقه بندی درجه و رخساره دگرگونی، سرهای رخساره دگرگونی و تکتونیک صفحه ای
 - ۳- کاربرد نمودارهای سه تایی ACF، AKF و AFM برای ایزوگرادهای کانی و مناطق دگرگونی
 - ۴- منشاء سنگ های دگرگونی
 - ۵- انواع سنگ های دگرگونی آنیزوتروپ (ناهمسانگرد) و ایزوتروپ
 - ۶- طبقه بندی فابریک های دگرگونی (فولیاسیون و لیناسیون)
 - ۷- طبقه بندی ریزساختارهای دگرگونی I و دگرگونی II
 - ۸- متداول ترین انواع شاخص های حالت برش
 - ۹- راهنمای عملی برای ریزساختارهای سنگ های دگرگونی
 - ۱۰- اطلس میلونیت ها و ریزساختارهای وابسته، و بیان ارتباط بین رشد پورفیروبلاست و تکتونیک
 - ۱۱- مکانیسم های توسعه فابریک های دگرگونی و مکانیک تغییر شکل سنگ های دگرگونی
 - ۱۲- زمین شناسی ساختاری (تنش و کرنش، تغییر شکل شکننده و منطقه گسل، گسل امتداد لغز، تغییر شکل شکل پذیر، چین ها و فابریک ها)
- در بخش عملی موارد بحث شده در بخش تئوری به صورت مطالعات میکروسکوپی بررسی می گردد.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:



استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

تجهیزات آموزشی به روز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- M.G. Best, "Igneous and Metamorphic Petrology". Blackwell Publishing, 2003.
- 2- C.W. Passchier, R.A.J. Trouw, "Microtectonics". Springer-Verlag, 2005.
- 3- A.R. Philpotts, "Petrography of Igneous and Metamorphic Rocks". Waveland Press, 2003.
- 4- R.A.J. Trouw, C.W. Passchier, D.J. Wiersma, "Atlas of Mylonites and Related Microstructures". Springer-Verlag, 2010.
- 5- B. Yardley, "An Introduction to Metamorphic Petrology", Cambridge University Press, 2020.



عنوان درس به فارسی: دگرسانی‌های گرمابی و پتروژنز اسکارنها		عنوان درس به انگلیسی: Hydrothermal Alterations and Petrogenesis of Skarns	
نوع درس و واحد			
<input type="checkbox"/> نظری	<input type="checkbox"/> پایه		دروس پیش‌نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی	<input type="checkbox"/> تخصصی		دروس هم‌نیاز:
			حل تمرین:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی	<input checked="" type="checkbox"/> اختیاری	۱+۱	تعداد واحد:
	<input type="checkbox"/> رساله / پایان‌نامه	۳۲+۱۶	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه
 بازدید صحرایی یک روزه از یک ذخیره‌ی اسکارنی در ایران، بازدید صحرایی یک روزه از دگرسانی‌های گرمابی

هدف کلی:

شناخت زمین‌شناسی و کانی‌شناسی اسکارنها و تفسیر دگرسانی‌های گرمابی

اهداف ویژه:

تبیین اهمیت اقتصادی اسکارنها
 تبیین کاربردهای سیالات درگیر

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

الف) نظری

- ۱- مقدمه، تعریف و ترمینولوژی
- ۲- کانی‌شناسی اسکارنها
- ۳- مکانیسم و فرایند تشکیل اسکارنها
- ۴- کانه‌زایی در اسکارنها (Sn, Mo, Zn, Cu, W, Au, Fe)
- ۵- ذخایر کانی‌های صنعتی در اسکارنها
- ۶- مطالعات ایزوتوپ‌های پایدار و مطالعات سیالات درگیر در اسکارنها
- ۷- مطالعات کانی‌شناسی و ژئوشیمی دگرسانی‌های گرمابی
- ۸- محیط فیزیکوشیمیایی تشکیل دگرسانی‌های گرمابی، واکنش‌ها و اهمیت اکتشافی آن‌ها
- ۹- دگرسانی‌های گرمابی و کانسارسازی (مس پورفیری، طلای اپی ترمال و...)

ب) عملی

- ۱- مشاهده‌ی کانی‌ها، روابط پاراژنتیکی، نمودهای دگرسانی، بافت‌های اسکارنها و دگرسانی‌های گرمابی ایران در آزمایشگاه و تحلیل سنگ شناختی آن‌ها



۲- انجام چند مورد آزمایش بر روی سیالات درگیر اسکارن‌ها و دگرسانی‌های گرمایی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از انواع تجهیزات کمک آموزشی و منابع علمی به روز

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

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

تجهیزات آموزشی به روز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- Z. Cirino, "Skarn", Barnes and Nobel, 2012.
- 2- T.A.P. Kwak, "W-Sn Skarn Deposits: and Related Metamorphic Skarns and Granitoids". Elsevier Science, 2012.
- 3- D.R. Lentz, "Mineralized Intrusion-Related Skarn Systems", Mineralogical Association of Canada, 26, 1998.
- 4- D. Sparks, "Kinetics of Geochemical Processes", Springer, 2018.
- 5- A.J.B. Thompson, J.F.H. Thompson, "Atlas of Alteration: A Field and Petrographic Guide to Hydrothermal Alteration Minerals". Geological Association of Canada, 1996.
- 6- B. Yardley, C. Warren, "An Introduction to Metamorphic Petrology". Cambridge University Press, 2021.

