



دانشگاه تهران

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

دوره : کارشناسی ارشد

رشته : علوم زمین گرایش پترولوژی

پردیس علوم

مصوب جلسه مورخ ۹۵/۹/۷ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه

این برنامه بر اساس آیین نامه وزارتی تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاههای دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده زمین شناسی پردیس علوم بازنگری شده و در سیصد و دهمین جلسه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه مورخ ۹۵/۹/۷ به تصویب رسیده است.



مصوبه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه تهران در خصوص برنامه درسی
رشته، علوم زمین گرایش پترولوژی
مقطع : کارشناسی ارشد

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته علوم زمین گرایش پترولوژی که توسط اعضای هیات علمی دانشکده زمین شناسی پردیس علوم بازنگری شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد رشته علوم زمین گرایش پترولوژی از تاریخ ۹۵/۹/۷ جایگزین برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته علوم زمین گرایش پترولوژی مصوب جلسه مورخ ۹۵/۷/۱۱ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌شود.
- هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه برسد.

فرزانه شمیرانی
دبیر شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه

سید حسین حسینی
معاون آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۹۵/۹/۷ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی رشته علوم زمین گرایش پترولوژی در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری صحیح است، به واحد ذیربط ابلاغ شود.

محمود نیلی احمد آبادی
رئیس دانشگاه تهران



مشخصات کلی برنامه درسی رشته علوم زمین گرایش پترولوژی (petrology) در مقطع کارشناسی ارشد

تعریف رشته

* پترولوژی یا سنگ‌شناسی علم مطالعه منشا و نحوه تشکیل انواع سنگ‌های آذرین و دگرگونی است و شامل شناسایی کلیه فرایندهایی می‌شود که سنگ‌ها و کانی‌های سازنده آن‌ها در زمان تشکیل و پس از آن متحمل شده‌اند. با توجه به پیشرفت فن‌آوری در مطالعات ژئوشیمیایی سنگ‌ها و کانی‌ها در سال‌های اخیر، برنامه‌های درسی دوره کارشناسی ارشد این رشته مورد بازنگری قرار گرفته است.

هدف رشته

انتقال مفاهیم بنیادی سنگ‌شناسی سنگ‌های آذرین و دگرگونی به دانشجویان و تربیت دانش آموختگانی که توانایی تشخیص و طبقه‌بندی و همچنین شناسایی منشاء محیط تکتونیکی و تاریخچه تکاملی انواع سنگ‌های آذرین و دگرگونی را داشته باشند.

ضرورت و اهمیت رشته

تنوع سنگ‌شناسی و ارزش اقتصادی منابع موجود در واحدهای سنگی مختلف در ایران زمین اهمیت مطالعه و شناخت نحوه تشکیل این گونه سنگ‌ها را دو چندان نموده است.

نقش و توانایی فارغ التحصیلان

دانش آموختگان این رشته قادر به تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی، تعیین سن ایزوتوپی سنگ‌ها و کانی‌ها و ارزیابی مشخصات ژئوشیمیایی آن‌ها می‌باشند و علاوه بر شرکت‌های خصوصی زمین‌شناسی و اکتشافی می‌توانند در مراکزی همچون سازمان زمین‌شناسی کشور، سازمان انرژی اتمی و سازمان‌های تابعه وزارت صنایع و معادن استخدام شوند.

طول دوره و شکل نظام

* شکل نظام بصورت ترمی - واحدی است. هر واحد نظری معادل ۱۶ ساعت، واحد عملی یا آزمایشگاهی معادل ۳۲ ساعت، عملیات صحرایی معادل ۴۸ ساعت در طول یک نیمسال تحصیلی تدریس می‌شود.

* طول دوره کارشناسی ارشد پترولوژی ۲/۵ سال و محتوای دوره مشتمل بر واحد‌های درسی و پایان نامه است که به شیوه آموزشی - پژوهشی مستقل اجرا شده و با دفاع از پایان نامه خاتمه می‌پذیرد.

تعداد و نوع واحدهای درسی

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته پترولوژی شامل ۱۱ واحد درس کمبود (جبرانی)، ۱۴ واحد درس اصلی، ۱۲ واحد درس اختیاری و ۶ واحد پایان نامه می‌باشد.

شرایط پذیرش دانشجو:

مطابق با ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد.



جدول شماره ۱: جدول دروس کمبود
رشته علوم زمین گرایش پترولوژی

مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ترمودینامیک	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	
۲	سنگ شناسی آذرین	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	
۳	آزمایشگاه سنگ شناسی آذرین	-	۱	۱	-	۳۲	۳۲	
۴	سنگ شناسی دگرگونی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	
۵	آزمایشگاه سنگ شناسی دگرگونی	-	۱	۱	-	۳۲	۳۲	
۶	کانی شناسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	
۷	آزمایشگاه کانی شناسی	-	۲	۲	-	۳۲	۳۲	
	جمع کل	۸	۳	۱۲	۱۲۸	۹۶	۲۲۴	



جدول شماره ۲: جدول دروس تخصصی

مقطع کارشناسی ارشد

رشته علوم زمین گرایش پترولوژی

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت		
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع
۱	ماگما و فرایندهای ماگمایی	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۲	پتروژنز سنگ‌های آذرین	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۳	پترولوژی سنگ‌های دگرگونی	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۴	تفسیر داده‌های زمین شیمیایی	۳	-	۳	-	۴۸	۴۸
	جمع کل	۹	۳	۱۲	۹۸	۱۴۴	۲۴۰



جدول شماره ۳: جدول دروس اختیاری

مقطع کارشناسی ارشد

رشته علوم زمین گرایش پترولوژی

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	بلورشناسی اشعه X	۲	-	۲	۲۲	-	۲۲	
۲	ژئوکرونولوژی	۲	-	۲	۲۲	-	۲۲	
۳	تحلیل ساختاری	۲	-	۲	۲۲	-	۲۲	
۴	نرم افزار کامپیوتری در پترولوژی	-	۲	۲	-	۶۴	۶۴	
۵	پترولوژی در صحرا	-	۲	۲	-	۹۸	۹۸	
۶	ترمودینامیک زمین شیمیایی	۲	-	۲	۲۲	-	۲۲	
۷	آتشفشان شناسی پیشرفته	۲	-	۲	۲۲	-	۲۲	
۸	پترولوژی تجربی	۲	-	۲	۲۲	-	۲۲	
۹	گوهرشناسی	۲	-	۲	۲۲	-	۲۲	
۱۰	جدایش کانی‌ها	۱	۱	۲	۱۶	۲۲	۴۸	
۱۱	پترولوژی گوشته	۲	-	۲	۲۲	-	۲۲	
۱۲	ریزساختارهای آذرین و دگرگونی	۱	۱	۲	۱۶	۳۲	۴۸	
۱۳	ماگماتیسم و دگرگونی ایران	۱	۱	۲	۱۶	۳۲	۴۸	
۱۴	سمینار	۲	-	۲	۲۲	-	۲۲	
	جمع کل	۲۱	۷	۲۸	۳۳۶	۲۵۸	۵۹۴	

* دانشجوی باید ۱۴ واحد را از میان دروس مطرح شده فوق انتخاب نماید



عنوان درس به فارسی: ماگما و فرایندهای ماگمایی

عنوان درس به انگلیسی: Magma and magmatic processes

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۶۴ ساعت

نوع درس: تخصصی

نوع واحد: ۲ واحد نظری و ۱ واحد عملی

پیش نیاز:

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: آشنایی با مفاهیم پترولوژی آذرین و فرایندهای ماگمایی.

سرفصل درس:

نظری

- کلیات و مفاهیم
- طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین و بررسی تغییرات شیمیایی آنها
- ترمودینامیک ژئوشیمیایی، سیستم، انواع سیستم از نظر ماده و انرژی، زمان و مکان و متغیرها
- قوانین ترمودینامیک، قانون صفرم، قانون اول و آنتالوپی، انرژی داخلی و PV WORK، قانون دوم و آنتروپی و تعریف انرژی آزاد گیبس
- فاز دیاگرام‌ها و نمایش گرافیکی آنها
- سیستم‌های ماگمایی مافیک و فلسیک
- ترکیب ماگماها (سیلیکاته و کربناتیت‌ها)
- خواص فیزیکی ماگما (گرانروی، درجه ذوب بخشی، پلیمری شدن، حرارت، چگالی و انحلال‌گازی)
- ذوب بخشی خشک و آبدار
- تفریق بلورها (تفریق)
- لایه‌بندی ماگمایی
- تفریق بلورین آبدار
- آغشتگی‌های پوسته‌ای
- آمیختگی و اختلاط ماگمایی
- مکانیسم جدایش بلورین
- مکانیسم انتقال
- مکانیسم جای‌گیری
- مکانیسم فوران

عملی

- آشنایی با کانی‌ها و سنگ‌های آذرین در آزمایشگاه
- آشنایی با فرایندهای آذرین در مسافرت‌های علمی



جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۲۵	-	%۳۵ نوشتاری / %۲۰ عملکردی	%۲۰

فهرست منابع:

- 1- Winter, J.D., (2014) An introduction to igneous and metamorphic petrology. Prentice hall Inc, 737p.
- 2- Gill, R., (2010) Igneous rocks and process, a practical guide. Wiley-Blackwell, 428p,
- 3- Dosseto, A., Turner, S.P. and Van-Orman, J.A. (2010) Timescales of magmatic processes: from core to atmosphere, Wiley-Blackwell, 272pp.



عنوان درس به فارسی: پتروژنز سنگ‌های آذرین
عنوان درس به انگلیسی: Igneous petrogenesis

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۶۴ ساعت

نوع درس: تخصصی

نوع واحد: ۲ واحد نظری و ۱ واحد عملی

پیش نیاز: ماگما و فرایندهای ماگمایی

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: آشنایی با پتروژنز سنگ‌های آذرین و اهمیت جایگاه ژئودینامیکی آن‌ها

سرفصل درس:

نظری

- کلیات و مفاهیم
- ساختار و خواص فیزیکی گوشته
- کانی‌شناسی و شیمی گوشته
- ذوب پدیدتیت و اکلوزیت و محصولات آن
- پتروگرافی و پتروژنز بازالت‌های پشته میان اقیانوسی و سی‌مونت‌ها
- پتروگرافی و پتروژنز بازالت‌های جزایر اقیانوسی
- سنگ‌های آذرین حاشیه همگرا- کلیات و مفاهیم
- پترولوژی سنگ‌های آذرین جزایر قوسی
- سنگ‌های آتشفشانی حاشیه همگرا- آندزیت و بازالت
- پترولوژی افیولیت‌ها
- انواع گرانیتوئیدها
- منشاء گرانیتوئیدها
- سنگ‌های آذرین حوضه‌های پشت کمان
- ماگماتیسیم درون قاره‌ای- بازالت‌های طغیانی- نفوذی‌های لایه لایه- کماتیت‌ها
- ماگماتیسیم درون قاره‌ای- کربناتیت- گرانیت‌های غیر کوهزایی- آنورتوزیت‌ها
- ماگماتیسیم درون قاره‌ای- کیمبرلیت‌ها- لامپروئیت‌ها- لامپروفیرها

عملی

- آشنایی با مقاطع میکروسکوپی انواع سنگ‌های آذرین مورد بحث در سرفصل‌های نظری
- آشنایی با انواع سنگ‌های آذرین در صحرا

جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	-	۲۵٪ نوشتاری / ۲۵٪ عملکردی	۲۰٪



- 1- Faure, G., (2001) Origin of igneous rocks: the isotopic evidence. Springer, 496pp.
- 2- Gill, R., (2010) Igneous rocks and process, a practical guide. Wiley-Blackwell, 428p.
- 3- Hatch, F.H., (2015) Text-book of petrology, containing a summary of the modern theories of petrogenesis, a description of the rock-forming minerals, and a synopsis of the chief types of the igneous rocks and their distribution as illustrated by the British Isles. Facsimile Publisher, 440pp.
- 4- Hess, P.C., (1989) Origins of Igneous Rocks. Harvard University Press, 344pp.
- 5- Wilson, B.M., (2007) Igneous Petrogenesis A Global Tectonic Approach. Springer, 466pp.
- 6- Winter, J.D., (2014) An introduction to igneous and metamorphic petrology. Prentice hall Inc. Upper Saddle River, New Jersey, 737p.



عنوان درس به فارسی: پترولوژی سنگ‌های دگرگونی
عنوان درس به انگلیسی: Metamorphic petrology

تعداد واحد: ۳ -

تعداد ساعت: ۶۴ ساعت

نوع درس: تخصصی

نوع واحد: ۲ واحد نظری و ۱ واحد عملی

پیش نیاز:

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: آشنائی با مفاهیم پترولوژی دگرگونی و فرایندهای دگرگونی

سرفصل درس: تعداد ساعت: ۶۴

نظری

- کلیات: مبانی، مفاهیم، حدود و مرزهای دگرگونی
- فرایندها، عوامل و منابع دگرگونی
- تبلور در دگرگونی
- انواع دگرگونی
- درجات، زون‌ها، و رخساره‌های دگرگونی
- واکنش‌ها و نمایش پارائزهای دگرگونی
- رده‌بندی‌ها، پتروگرافی، و پتروفابریک سنگ‌های دگرگونی
- دگرگونی و محیط‌های ژئودینامیکی
- دگرگونی و تغییر شکل
- سیالات و مواد فرار در دگرگونی
- سنگ‌های والد و مطالعه منشاء آنها
- تاریخچه تکتونوترمال سرزمین‌های دگرگونی
- ذوب بخشی در خلال دگرگونی، میگماتیت‌ها
- شیمی کانی، کموگرافی، و ژئوترموبارومتري
- سنگ‌های دگرگونی گوشته زمین

عملی

- آشنایی با مقاطع میکروسکوپی انواع سنگ‌های دگرگونی
- آشنایی با انواع سنگ‌های دگرگونیدر صحرا

جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	-	۲۵٪ نوشتاری / ۲۵٪ عملکردی	۲۰٪



- 1- Bucher, K., Grapes, R. 2011. Petrogenesis of metamorphic rocks. Springer, 428p.
- 2- Douglas, F., Desmonds, J. 2007. Metamorphic rocks, a classification and glossary of terms, IUGS Subcommittee on the Systematics of Metamorphic rocks (SCMR). Cambridge press, 244p.
- 3- Ernest, W.G., and Rumble, D., 2008. Metamorphic condition along convergent plate junctions: Mineralogy, petrology, Geochemistry, and tectonics. Geological Society of America, 863pp.
- 4- Miyashiro, A. 1994. Metamorphic petrology. CRC Press, Albany. 416pp.
- 5- Vernon, R.H., Clark, G.L. 2008. Principles of metamorphic petrology. Cambridge press, 446p.
- 6- Yardly, B.W.D., (1996) An Introduction to Metamorphic Petrology. Prentice Hall, 264pp.



عنوان درس به فارسی: تفسیر داده های زمین شیمیایی
عنوان درس به انگلیسی: Interpretation of geochemical data

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

نوع درس: تخصصی

نوع واحد: نظری

پیش نیاز:

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: آشنایی با ایزوتوپها و عناصر کمیاب و روش های استفاده از آنها در مطالعات پترولوژی

سرفصل درس:

نظری

- مفاهیم اولیه:

- توزیع و فراوانی عناصر در جهان و پیدایش عناصر (مراحل تکوین جهان و پیدایش مرحله ای عناصر و ایزوتوپها)،

زمین سیلیکاته، عناصر اصلی و نمودارهای تغییرات ژئوشیمیایی (معیار سری های ماگمایی-تفریق ماگمایی)

- عناصر کمیاب:

- عناصر کمیاب در پترولوژی (LILE, REE, HFS)، عناصر نادر در جدول تناوبی

- گوشته، منابع عناصر، چگونگی تنوع ترکیبی عناصر اصلی و کمیاب در مذاب های بخشی

- عناصر کمیاب و ضریب توزیع (سهم مذاب های بخشی از عناصر)

- بهنجار نمودن عناصر کمیاب، نمودارهای عنکبوتی، رابطه الگوهای عناصر کمیاب در محیط های تکتونیکی

- مدل سازی ذوب بخشی، محدودیتها، متغیرها

- مدل سازی تبلور بخشی، عناصر اصلی و کمیاب

- ایزوتوپها:

- تعریف ایزوتوپ، اصول و مفاهیم، ایزوتوپ های رادیوژنیک، نسبت های اولیه

- تحول ایزوتوپ های Sr, Nd, Pb و کاربردهای پتروژنتیک آنها

- ژئوکرونولوژی:

- انواع واپاشی، معادله تعیین سن، اسپکترومتر جرمی

- روش های تعیین سن K-Ar و $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$

- روش های تعیین سن U, Th-Pb و سرب معمولی

- روش های تعیین سن Rb-Sr, Sm-Nd, Lu-Hf, Re-Os, K-Ca

- زمین شناسی ایزوتوپ های پایدار:

- انواع ایزوتوپ های پایدار، استانداردهای ایزوتوپ های پایدار، نسبت ایزوتوپی و پارامتر دلتا، تفکیک ایزوتوپی و عوامل

موثر و ایجاد آن

- توزیع در محیط های مختلف زمین شناسی، تفکیک ایزوتوپی و کاربردهای ایزوتوپ های پایدار O, H, C, Li, B, N

تحول ایزوتوپ های Sr, Nd, Pb و کاربردهای آنها در پترولوژی



جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۷۰٪	-	۶۰٪ نوشتاری / عملکردی	۲۰٪

فهرست منابع:

- علیرضایی، سعید (۱۳۸۶) زمین شیمیایزوتوپ‌های پایدار، نشر دانشگاهی، ۳۴۰ صفحه.

- Fure, G. and Mensing, T.M., (2004) Isotopes: Principles and Applications, 3rd Edition. Wiley, 928pp.
- Hoefs, J. 2015. Stable Isotope Geochemistry. Springer, 389pp.
- Rollinson, H.R., (1993) Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation. Routledge, 384pp.
- White, W. M., (2013) Geochemistry. Wiley-Blackwell, 668pp.



جدول ارزشیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
۲۰٪	۶۰٪ نوشتاری / عملکردی	-	۲۰٪

فهرست منابع:

- علیرضایی، سعید (۱۳۸۶) زمین شیمیایزوتوپ‌های پایدار، نشر دانشگاهی. ۳۴۰ صفحه.
- Fure, G. and Mensing, T.M., (2004) Isotopes: Principles and Applications, 3rd Edition. Wiley, 928pp.
- Hoefs, J. 2015. Stable Isotope Geochemistry. Springer, 389pp.
- Rollinson, H.R., (1993) Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation. Routledge, 384pp.
- White, W. M., (2013) Geochemistry. Wiley-Blackwell, 668pp.



عنوان درس به فارسی: بلورشناسی اشعه X
عنوان درس به انگلیسی: X-ray crystallography

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیش نیاز:

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: شناسایی کیفی کانی‌ها توسط اشعه ایکس.

سرفصل درس: تعداد ساعت: ۳۲

مقدمه

آزمایشات روننگن - خصوصیات اشعه ایکس - واحدها - منشاء و خواص اشعه ایکس و اندازه گیری آن - طیف پیوسته - طیف خطی - خطوط سلیت - اثر آگر - تولید اشعه ایکس - لوله های مولد اشعه ایکس. ژنراتور جهت تولید نیرز - محاسبه طول موج - جذب اشعه ایکس (تغییرات در ضریب جذب - جذب توسط ترکیبات) - فلورسانت ثانویه - شکست اشعه ایکس - انعکاس اشعه ایکس (شرایط انعکاس) - تکفام سازی اشعه ایکس - متد تک فیلتری - متد فیلتری بالانس شده - تکفام ساز کریستالی - تکفام ساز گرافیتی.

- پراکندگی اشعه ایکس

توضیح عمل پراکندگی - پراکندگی توسط الکترونهاى متصل - پراکندگی توسط اتمها.

- دیفراکسیون اشعه ایکس

دیفراکسیون توسط یک ردیف از اتمهای مشابه و با فواصل برابر - دیفراکسیون توسط شبکه صفحه ای از اتمها - دیفراکسیون توسط شبکه سه بعدی از اتمها.

- شدت دیفراکسیون

دیفراکسیون از یک کریستال چرخان - کریستال های کامل و ناقص - شدتهای نسبی و مطلق - فاکتورهای موثر بر روی شدتها (فاکتور حرارتی - فاکتور ساختمانی - فاکتور لورنتز - فاکتور و پولاریزاسیون - فاکتور جذب - فاکتور مالی پلیسیته).

- شمارش اشعه ایکس

دتکتورهای گازی - دتکتور گایگر - دتکتور متناسب - دتکتور سینتیلاسیون - انتخاب ارتفاع ضربات.

- روشها

روش دیفراکتومتري (اصول هندسی و سیستم نوری زاویه سنج - محاسبه فواصل بین صفحه ای).

روش فیلم متد دبی شور (اندازه دوربین - شدت نسبی انعکاسات - انتخاب نوع اشعه اندازه گیری بر روی فیلم).

روش لاه - مسائل مربوط به نمونه - آزمایشات کمی و کیفی توسط اشعه ایکس - موارد استفاده از اشعه ایکس در منابع تحقیقات.

جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	-	۴۰٪ نوشتاری / ۲۰٪ عملکردی	۲۰٪



- Authier, A., (2013) Early Days of X-ray Crystallography. Oxford University Press, 456pp.
- Clegg, W., (2015) X-Ray Crystallography. Oxford University Press, 128pp.
- Girolami, G.S., (2015) X-ray Crystallography. Univ Science Books, 502pp.
- Hammond, C., (1992) The Basics of Crystallography and Diffraction: Fourth Edition (International Union of Crystallography Texts on Crystallography). Oxford University Press, 528pp.
- Ooi, L., (2010) Principles of X-ray Crystallography. Oxford University Press, 208pp.
- Woolfson, M.M., (1970) Introduction X-Ray Crystallography. Cambridge University Press, 390pp.



عنوان درس به فارسی: ژئوکرونولوژی
عنوان درس به انگلیسی: Geochronology

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیش نیاز:

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: آشنایی با روش‌های مختلف سن‌سنجی ایزوتوپی در سنگ‌ها و کانی‌ها

سرفصل درس:

اصول کلی (سن زمین و ژئوکرونولوژی).

- رادیواکتیویته - روش‌های تجربی - تعیین سن کانی‌ها و سنگ‌هاییکه دستخوش اغتشاش نگردیده‌اند - تعیین سن کانی‌ها و سنگ‌هاییکه دستخوش اغتشاش گردیده‌اند - روش‌های ایزوتوپ سرب - مسئله عمومی تغییر و تفسیر - مقایسه زمانی فانروزوئیک - نبض زمین - تعویض‌های حوزه مغناطیسی زمین - متئوریت‌ها - سن زمین - کنترل‌ها.
- روش فیزیکی - اپتیکی تعیین سن به کمک تغییرات بیرفرانژانس زمین‌شناسی (اصول) روش تغییرات بیرفرانژانس کانی‌ها - تعیین سن سنگ‌ها و توده‌های سنگ‌ها - ژئوشیمی ایزوتوپی و کاربرد آن در ژئوشیمی ایزوتوپی برخی از عناصر دارای صرفاً ایزوتوپ‌های پایدار - ژئوشیمی ایزوتوپی برخی از عناصر دارای ایزوتوپ‌های ناپایدار.
- روش‌های تعیین سن K-Ar و $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$
- روش‌های تعیین سن U, Th-Pb و سرب معمولی
- روش‌های تعیین سن Rb-Sr, Sm-Nd, Lu-Hf, Re-Os, K-Ca

جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	-	۶۵٪ نوشتاری / عملکردی	۱۵٪

فهرست منابع:

- Kulp, J.L., Furness, F.N. and White, E.W., (2013) Geochronology of Rock Systems: Annals of the New York Academy of Sciences, V91. Literary Licensing, LLC, 442pp.
- Vance, D., (2003) Geochronology: Linking the Isotope Record with Petrology And Textures (Geological Society Special Publication). Geological Society of London, 266pp.
- Whitelaw, R.L., (1998) Radiometric Dating: The Quest for an Absolute Geochronology. Hess Pubns, 502pp.



عنوان درس به فارسی: تحلیل ساختاری
عنوان درس به انگلیسی: Structural analysis

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: تحلیل سینماتیک و دینامیک ساختارهای دگرریخت شده سنگ‌های آذرین و دگرگونی

سرفصل درس: تعداد ساعت: ۳۲

استرس:

- مبحث نظری: ماهیت و شکل میدان تنش، و مولفه‌های تنش در سه بعد.
- دوائر مور سه بعدی و تحلیل دینامیکی آن‌ها در تنش‌های انحرافی و غیر انحرافی در سه بعد.
- رسم ترژکتوری‌های تنش به منظور تحلیل میدان تنش.
- مبحث کاربردی: تحلیل تنش دیرین. محاسبه تنسورهای تنش دیرین و تنسور تنش تقلیل یافته.
- روش‌های تعیین موقعیت محورهای اصلی تنش دیرین و شکل هندسی میدان تنش در گذشته.
- روش تفکیک فازهای تنش دیرین. تحلیل ساختارهای ماگماتیک و دگرگونی بر اساس تحلیل تنش دیرین.

استرین:

- آنالیز نهایی استرین در سه بعد. رسم دایره مور سه محوری. نقش دوائر مور سه محوری در تحلیل ساختارهای دگرریخت شده سنگ‌های دگرگونی.
- استفاده از صفحات تزریق آذرین، سوزن‌های آتشفشانی، کانی‌های سنگ‌های آذرین و دگرگونی در تحلیل سینماتیکی سنگ‌های دگرگونی.
- استفاده از شبکه هذلولی در تفکیک فازهای دگرریختی
- چکیده ای از هندسه فرکتال و کاربرد آن در تعیین نسبت ویسکوزیته آنکلاوهای آذرین
- آنالیز شکستگی‌ها در تحلیل سینماتیک و دینامیکی تزریق‌های آذرین

جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	-	۵۰٪ نوشتاری / ۳۰٪ عملکردی	-

فهرست منابع:

- Fossen, H., (2010) Structural geology. Cambridge university press, 463pp.
- Ramsay, J.G., Martin, H., (2002) The techniques of modern structural geology, volume 2: Folds and fractures, Academic Press. 385pp.
- Ramsay, J.G., Lisle, R.J., (2000) The techniques of modern structural geology, volume 3, application of continuum mechanics in structural geology. Academic press, 359pp.
- Ramsay, J.G., Huber, M.I., (1987) The techniques of modern structural geology: Fold and fracture, volume 1. Academic Press, 307pp.
- Ramsay, J.G. 1967. Folding and fracturing of rocks, McGraw Hill book company.



عنوان درس به فارسی: نرم افزار کامپیوتری در پترولوژی

عنوان درس به انگلیسی: Petrological software

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۶۴ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: عملی

پیش نیاز:

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار
اهداف کلی درس: آشنایی با نرم افزارهای پر کاربرد در تفسیر داده های سنگ شناسی، انجام محاسبات تخصصی و ترسیم نقشه ها و نمودارهای زمین شیمیایی
سرفصل درس:
مقدمات:

- محاسبات آماری از قبیل میانگین، انحراف معیار، رگرسیون و... و نمایش داده ها به شکل هیستوگرام، نمودارهای دوتایی، مثلثی و ...
- محاسبه پارامترهای ژئوشیمیایی از قبیل $Mg\#$ ، تعیین FeO و Fe_2O_3 از روی آهن کل در سنگ ها و کانی ها، میلی کاتیون و درصد کانی های نورماتیو.

نرم افزارهای عام:

کاربرد نرم افزار Excel در انجام محاسبات آماری و ژئوشیمیایی، قالب بندی داده ها و ترسیم جداول و نمودارهای مختلف آماری و سنگ شناختی. تنظیم برنامه های ساده از قبیل برنامه انجام محاسبات نورم یا محاسبه فرمول ساختمانی کانی ها در محیط Excel.

کاربرد نرم افزار Corel در تهیه شکلها، نقشه ها، ستون ها، مقاطع سنگ شناسی و طراحی و ترسیم نمودارهای جدید. نرم افزارهای خاص:

معرفی و آموزش نرم افزارهای GCDkit, Igpwin و Petrograph از مرحله ورود داده ها به محیط نرم افزار تا طبقه بندی داده ها و ترسیم نمودارهای مختلف پراکندگی دوتایی و مثلثی، نمودارهای زده بندی سنگ شناسی، تعیین سریهای ماگمایی و تمایز محیط تکتونیکی گرانیتوئیدها، بازالت ها و اولترامافیک ها و ترسیم نمودارهای مختلف عنکبوتی. به کارگیری نرم افزار Minpet برای تجزیه و تحلیل داده های سنگ شناسی و به ویژه کانی شناسی. آموزش نحوه ورود داده های کانی شناسی به محیط نرم افزار و سپس محاسبه فرمول ساختمانی کانی ها و نمایش آنها بر روی نمودارهای متنوع کانی شناسی از جمله اهداف معرفی نرم افزار محسوب می شود، هر چند که به کمک این نرم افزار می توان بسیاری از نمودارهای سنگ شناسی را نیز تهیه نمود.

جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۵٪	-	۲۵٪ نوشتاری / ۵۰٪ عملکردی	



- Carr, M. (2007) program igpet. Terra Soft, Somerset, New Jersey, U.S.A.
- Janoušek, V., Farrow, C. M. & Erban, V. (2006). Interpretation of whole rock geochemical data in igneous geochemistry: introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). Journal of Petrology 47, 1255–1259.
- Janoušek, V., Moyen, J. F., Martin, H., Erban, V. & Farrow, C. (2016). Geochemical Modelling of Igneous Processes –Principles and Recipes in R Language. Bringing the Power of R to a Geochemical Community. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp 1–346.doi: 10.1007/978-3-662-46792-3
- Petrelli, M., Poli, G., Perugini, D. & Peccerillo, A. (2005). PetroGraph: A new software to visualize, model, and present geochemical data in igneous petrology. Geochemistry Geophysics Geosystems 6, 1–15.



عنوان درس به فارسی: پترولوژی در صحرا
عنوان درس به انگلیسی: Petrology in the Field

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۹۸ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: عملی

پیش نیاز:

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: یکی از اصول آموزش پایدار و طولانی مدت علوم زمین، انتقال صحیح مفاهیم تجربی از طریق لمس و رویت پدیده ها و نمونه های واقعی در صحرا است. این تجربیات علاوه بر این که می تواند تفکر انتقادی و مهارت های حل مسئله را در دانشجویان تقویت نماید، فرصت ویژه ای را در اختیار آنان قرار خواهد داد تا با درک روابط صحرایی بین سنگ های آذرین و دگرگونی در مقیاس های مختلف، بتوانند تفسیر صحیحی از منشاء و شرایط تشکیل آنها ارائه نمایند.

سرفصل درس:

- برنامه ریزی سفر صحرایی، لوازم مورد نیاز، رعایت نکات ایمنی، روش مشاهده و یادداشت برداری، نمونه برداری، شماره گذاری و توصیف محل نمونه برداری.
- کاربرد کمپاس در اندازه گیری شیب و امتداد عوارض صفحه ای، تعیین روند و میل عوارض خطی و تهیه نمونه های جهت یافته از سنگهای آذرین و دگرگونی.
- به کار گیری نقشه های پایه، عکس های هوایی و ماهواره ای برای تهیه و ترسیم نقشه های میانه و بزرگ مقیاس.
- بررسی توالی های آتشفشانی زیر دریایی و واحدهای آتشفشانی شکل گرفته در خشکی ها با بکارگیری روشهای چینه شناسی برای تعیین ضخامت، استفاده از ساختارها (از قبیل ساخت بالشی یا ساخت منشوری در گدازه ها یا ساختار جریان در سنگ های اسیدی) برای تشخیص زیر و روی واحدها، جهت حرکت گدازه، دگرشیبی ها و همبری بین گدازه ها و سنگ های دیگر.
- نحوه مطالعه سنگهای نفوذی در روی زمین، بررسی همبری ها، شناسایی تزریق های مکرر در توده های مرکب، توده های متحد مرکز، دگرسانی ها، انکلاوهای مختلف و منشا آنها، اشکال مختلف تزریق و نحوه جایگزینی توده ها، بررسی فرایندهای تحول ماگمایی از قبیل تفریق، آلیش و اختلاط ماگمایی در صحرا.
- مطالعه سنگ های دگرگونی ناحیه ای، مجاورتی و دینامیکی، تعیین زونها و رخساره ها در صحرا، برقراری ارتباط بین دگرشکلی و دگرگونی از طریق اندازه گیری بر گوارگی، خطوارگی، سطح محوری چین ها و بودین ها، تشخیص ساختارهای قبل از دگرگونی (از قبیل لایه بندی، ساختهای رسوبی، آذرین، و حتی دگرگونی قبلی)، همبری سنگ های دگرگونی و آذرین، بررسی احتمال ذوب بخشی و تولید شیرابه های گرانیتی.
- شناسایی انواع دگرسانی ها و زونهای مربوطه و ارتباط آنها با کانه زایی.
- بررسی ساختمان پوسته اقیانوسی در توالی های افیولیتی، دگرگونی بستر اقیانوس، اختصاصات سنگهای اولترامافیک، شناسایی موهوی پترولوژیک، مخازن ماگمایی و لایه بندی آذرین.

جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۳۰	-	٪۳۰ نوشتاری / ٪۴۰ عملکردی	-



1. Boundy, T.M. and Condit C. (2004) Bringing the field into the classroom by using dynamic digital maps to engage undergraduate students in petrology research. Journal of Geoscience Education. v. 52, p. 313-319.
2. Faulkner, D.R., Mariani, E. and Mecklenburgh, J. (2015) Rock deformation from field, experiments and theory: A volume in honour of ernie rutter. Geological Society, 277pp.
3. Fry, N. (1984) The field description of metamorphic rocks. Wiley, 112pp.
4. Hollocher, K. (2014) A pictorial guide to metamorphic rocks in the field. CRC Press, 326pp.
5. Jerram, D. and Petford. N. (2011) The field description of igneous rocks. Wiley, 256pp.
6. Thorpe, R. and Brown, G. (1991) The field description of igneous rocks (Geological Society of London Handbook Series, book 11). Wiley, 160pp.



عنوان درس به فارسی: ترمودینامیک زمین شیمیایی
عنوان درس به انگلیسی: Geochemical thermodynamics

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: آشنایی با مبانی ترمودینامیک ژئوشیمیایی و کاربردهای آن در پتروژئولوژی

سرفصل درس:

نظری

- مفاهیم اولیه: تاریخچه و تعریف علم ترمودینامیک، جایگاه آن در علم فیزیک شیمی و تفاوت آن با کینتیک، تعریف ترمودینامیک ژئوشیمیایی
- تعاریف ترمودینامیک: سیستم، انواع سیستم از نظر ماده و انرژی، انواع سیستم از نظر زمان و مکان، متغیرهای سیستم
- مقدمه‌ای بر قوانین ترمودینامیک: قانون گازهای ایده‌ال و محدودیت‌های استفاده از آن
- قوانین ترمودینامیک: قانون صفرم، قانون اول و آنتالپی و انرژی داخلی و PV work، قانون دوم و آنتروپی، ارتباط قانون اول و دوم و تعریف انرژی آزاد گیبس
- سطوح انرژی آزاد گیبس و خطوط انرژی آزاد گیبس در فضای سه تایی فشار، حرارت و انرژی آزاد گیبس
- روابط فاز در سیستم ساده، تعریف فاز، سازنده‌های سیستم، درجه آزادی و قانون فازها
- بررسی قانون فازها در سیستم ساده آلومینوسیلیکات‌ها و قوانین موری شریتمیکرز
- کموگرافی: نمایش ارتباط سازنده‌های سیستم به صورت نمودار و ماتریس
- تعیین واکنش‌های ممکن در سیستم بر مبنای سازنده‌ها
- روابط فاز در سیستم ساده در نمودار دو تایی ترکیب شیمیایی و حرارت (مانند Di و An)

جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	-	۶۵٪ نوشتاری / عملکردی	۱۵٪

فهرست منابع:

- سبزه‌ای، مسیب (۱۳۸۷) مبانی ترمودینامیک ژئوشیمیایی، نشر سمر.
- 1. Fletcher, P., (1993) Chemical Thermodynamics for Earth Scientists. Longman Group United Kingdom, 464pp.
- 2. Ganguly, J., (2008) Thermodynamics in Earth and Planetary Sciences, Springer, 501pp.
- 3. Zhang, Y. 2008. Geochemical kinetics. Princeton university press, 664pp.
- 4. Bevan Ott, J., Boerio-Goates, J. 2000. Chemical thermodynamics: advanced applications. Academic Press. 260pp.



عنوان درس به فارسی: آتشفشان‌شناسی پیشرفته
عنوان درس به انگلیسی: Advanced Volcanology

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار
اهداف کلی درس: آشنایی با شکل‌گیری آتشفشان، فوران و مخاطرات آن
سرفصل درس:

- کلیات: مبانی، مفاهیم و تعاریف
- اهمیت مطالعه آتشفشان‌ها
- چرا یک ولکان فوران می‌کند؟ عوامل و فرایندهای موثر در ولکانیسم کدامند؟
- ساختار و ویژگی‌های مذاب سیلیکاتی
- عوامل درونی موثر در ولکانیسم
- عوامل درونی بیرونی و بیرونی موثر در ولکانیسم (Red to grey-volcanism/ (Effusive & Explosive)
- ولکانیسم آرام و انفجاری
- ولکانیسم و محیط ژئودینامیکی
- فوران‌های هیدروولکانیکی (هیدرو ولکانیسم)
- رده‌بندی پیروکلاست‌ها و نهشته‌های پیروکلاستیک
- رخساره‌های آتشفشانی (central, proximal, distal)
- بررسی‌های صحرائی و آنالیزهای غربالی والکر (۱۹۷۴)
- انواع کلاسیک فوران‌های آتشفشانی
- تفروکرونولوژی
- مخاطرات آتشفشانی (اولیه و ثانوی)
- مونیتورینگ، پیش‌بینی و پیش‌گیری از مخاطرات

جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۱۰٪	-	۶۵٪ نوشتاری / عملکردی	۲۵٪

فهرست منابع:

- Lookwood, J.p., Hazlett, R.W. (2010) Volcanoes global perspective. Willey-Blackwell, 552pp.
- Mysen, B.O. (1988) Structure and properties of silicate melts. Elsevier Science, 368pp.
- Cas, R.A.F. and Wright, J.V. (1988) Volcanic successions, modern and ancient. Chapman and Hall, 528pp.



عنوان درس به فارسی: پترولوژی تجربی

عنوان درس به انگلیسی: Experimental petrology

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: آشنائی با کاربردهای پترولوژی تجربی

سرفصل درس:

ذوب بخشی، تبلور، ذوب در شرایط خشک و آبدار (گابرو و گرانیت)

- سیستم و انواع آن، انرژی درونی، آنتالپی، آنتروپی، انرژی آزاد گیبس، مرز فازها، رابطه ΔG ، قانون فازها
- فازدیگرامها، سیستم‌های یک تشکیل دهنده (آب-سیلیس)، سیستم‌های دو تشکیل دهنده (ارتوز-سیلیس، آلبیت-سیلیس)، سیستم‌های سه تشکیل دهنده (سیستم‌های بازالتی، سیستم‌های گرانیتی)، سیستم‌های چهارتشکیل دهنده

- پترولوژی تجربی در فشار پایین (تجهیزات، آماده سازی نمونه، روش‌ها)

- کاربرد نتایج تجربی فشار پایین بر روی تحول ترکیبی بازالت‌ها

- پترولوژی تجربی در فشار بالا (تجهیزات، آماده سازی نمونه، روش‌ها)

- کاربرد نتایج تجربی فشار بالا بر روی ذوب بخشی گوشته

- انواع شارژ در مطالعات تجربی فشار بالا

- تاثیرات مدال بر روی نتایج حاصل از پترولوژی تجربی

- واکنش‌های ذوب گوشته منتج از مطالعات تجربی

جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۱۰٪	-	۷۰٪ نوشتاری / عملکردی	۲۰٪

فهرست منابع:

- درویش زاده، ع. ۱۳۶۷. پترولوژی تجربی و کاربردهای آن. انتشارات دانشگاه تهران، ۵۲۱ ص.

1- Edgar, A.D., (1973) Experimental Petrology: Basic Principles and Techniques, Oxford University Press, 230pp.

2- Johannes, W. and Holtz, F., (2011) Petrogenesis and Experimental Petrology of Granitic Rocks (Minerals, Rocks and Mountains). Springer, 335pp.

3- Holloway, J., (2012) Simulating the Earth: Experimental Geochemistry. Springer, 196pp.



عنوان درس به فارسی: گوهرشناسی

عنوان درس به انگلیسی: Gemology

تعداد واحد: ۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: آشنایی با گوهرها و سنگ‌های قیمتی

سرفصل درس: تعداد ساعت: ۳۲

- کلیات، مبانی، مفاهیم و تعاریف
- کانی شناسی و رده بندی گوهرها (سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی)
- منابع گوهرها- زمین شناسی اقتصادی
- تجزیه دستگاهی و روش‌های کمی و کیفی (تخریبی و غیرتخریبی) شناسایی گوهرها
- خواص فیزیکی و نوری گوهرها: سختی، مقاومت، شکنندگی، ضریب شکست، چگالی، الکترومغناطیسی، پرتودهی، قابلیت عبور گرما و الکتریسیته، کلیواژ، رنگ و ...
- بررسی قانون فازها در سیستم ساده آلومینوسیلیکات‌ها و قوانین موری شریمنیکرز
- میانبارها در گوهرها
- شیمی دستگاهی و علل رنگ در گوهرها
- ابزارهای شناسایی گوهرها: پلاریسکوپ، دایکروسکوپ، میکروسکوپ گوهرشناسی، رفراکتومتر، اسپکتروسکوپ، فیلترهای رنگی، ابزار تشخیص انتقال گرما و الکتریسیته، و ...
- شناسایی و درجه بندی گوهرهای رنگی و آلی
- روش‌های بهسازی و گوهرهای مصنوعی
- زمین شناسی و درجه بندی الماس
- فرآوری و تراش گوهرها
- فلزات گرانبها و جواهر
- اقتصاد و تجارت گوهرها
- باستان گوهرشناسی- معدنکاری کهن
- منابع گوهر در ایران

جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۵	-	٪۶۰ نوشتاری / ٪۵ عملکردی	٪۲۰



فهرست منابع:

- ادیب، د. (۱۳۸۹) فرهنگ جامع جواهرشناسی. نشر پازینه، ۶۶۲ صفحه.
- امان‌اللهی وفایی، م.، بیانی، س. (۱۳۸۶) جواهرشناسی سنگ‌های قیمتی. انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها، ۲۱۶ صفحه.

- 1- O'Donoghue, M. (2008) Gems: their sources, description and identification. Robert Hale 6th edition, 904pp.
- 2- Hurlbut, C.S. and Kammerling R.C., (1991) Gemology. Wiley-Interscience, 352pp.
- 3- Read, P.G., (2008) Gemology, 3rd ed. Robert Hale, 336pp.
- 4- O'Donoghue, M., Joyner L. 2008. Identification of gemstones. Robert Hale, 328pp.
- 5- Delinsky, B., (1994) Gemstones. G K Hall & Co, 253pp.



عنوان درس به فارسی: جدایش کانیها

عنوان درس به انگلیسی: Mineral separation

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: ۱ واحد نظری و ۱ واحد عملی

پیش نیاز:

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: آشنایی با روش‌های مختلف جداسازی کانی‌ها از یک نمونه سنگی

سرفصل درس:

فصل اول - مقدمه :

هدف - انتخاب نمونه - مقدار نمونه - احتیاط‌های لازم در روی زمین و در آزمایشگاه و جلوگیری از آلودگی‌ها.

فصل دوم - خرد کردن سنگ:

مسئله تعیین ترکیب کانی شناسی - اندازه کانیها در زیر میکروسکپ - دستگاههای خرد کننده و انجام احتیاط‌های لازم - آسیاب کردن نمونه (مقدار و نحوه انتخاب هم ذکر شود).

فصل سوم - جدایش:

الف - جدایش گرانولومتری

انتخاب الک‌های مناسب - الک کردن نمونه‌ها - تطابق واحدهای بین المللی در مورد الک‌ها - شستشوی نمونه برای زدودن غبارهای زیر.

ب- جدایش ثقلی

به کمک جریان آب (لویگاتور) - مسئله خشک کردن نمونه در درجات حرارت خاص - جدایش ثقلی در مایعات سنگین با چگالی‌های مختلف - مایعات سنگین مناسب با چگالی‌های مختلف - مایعات سنگین مناسب - اختلاط مایعات سنگین برای بدست آوردن مایعی با چگالی دلخواه - رقیق کردن مایعات سنگین - دانسیتو مترهای مختلف - مسئله بدست آوردن مجدد مایعات سنگین (بازیابی).

ج- جدایش مغناطیسی

دستگاههای مغناطیسی ساده و دستی - دستگاههای مغناطیسی پیچیده (ایزودینامیک فرانترز - کارپکو) - نحوه جداکردن کانیها با دستگاههای مذکور.

د- جدایش به کمک فلوتاسیون

ه - جدایش به کمک سانتریفوژ

و- جدایش بوسیله اولتراسیون

فصل چهارم - رنگ آمیزی کانیها



جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۷۲۵	-	۳۰٪ نوشتاری / ۳۰٪ عملکردی	۱۵٪

فهرست منابع:

- 1- Chisholm, E.K., Sircombe, K. and DiBugnara, D., (2014) Handbook of Geochronology Mineral Separation Laboratory Techniques. Geoscience Australia, 45pp.
- 2- Sircombe, K.N. and Stern, R.A., (2002) An investigation of artificial biasing in detrital zircon U-Pb geochronology due to magnetic separation in sample preparation. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 66:2379–2397.
- 3- Sláma, J. and Košler, J., 2012. Effects of sampling and mineral separation on accuracy of detrital zircon studies. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 13, Q05007. <http://dx.doi.org/10.1029/2012GC004106>.
- 4- Young, C.A. and Luttrell, G.H., (2012) Separation Technologies for Minerals, Coal, and Earth Resources. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 756pp.



عنوان درس به فارسی: پترولوژی گوشته
عنوان درس به انگلیسی: Mantle petrology

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیش نیاز:

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: معرفی مشخصات پترولوژیکی بخش‌های مختلف گوشته زمین

سرفصل درس:

ساختمان درون زمین: مطالعات ژئوفیزیکی - توزیع چگالی و ناهمگنی گوشته - رابطه سرعت عبور امواج لرزه ای با

چگالی والاستیستیه

بخش های مختلف گوشته - لایه CM13 - توزیع فشار در گوشته

تغییر فازها در گوشته :

الف) مدل سازی ه، تجربی، دستگاهها و تکنیک های فشار و دما ها باید اتوکلاوها هیدروترومال (بمب ها،

هیدروترومال) پیستون سیلندر - مولتی آنوپل پرس (Macn Anvil press) - دیاموند آنویل سل (Diamond

Anvilcel

ب) ساختار و چگالی کانی ها و فازهای اصلی احتمالی گوشته ای، پروسکایت استراچکر، استیشوویت، ایلمنیت

استراچکر - ماردورایت - ...

ج) ساختار و چگالی کانی ها و فازهای فرعی گوشته، کلسیم فرایت استراچکر - هولندایت استراچکر - ...

مدل های مختلف سنگ شناسی در گوشته،

مدل پریدوتیت - مدل بازالتی - مدل پرولیت - لایه منشاء و اهمیت آن سرنوشت اسلب های فرورونده (عمق

فرورانش - تغییر فازها) - برخورد های شخانه ای،

تشکیل کانیهها، فشار و دمای بالا در سطح برخورد - تغییر فازها در سیستم کندریتی.

جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۵	-	٪۶۵ نوشتاری / عملکردی	٪۲۰

فهرست منابع:

- 1 Boyd, F.R., Fei, Y. and Bertka, C.M., (1999) Mantle Petrology Field Observations and High Pressure Experimentation: A Tribute. Geohemical Society, 322 pp.
- 2 Ringwood, A.E., (1975) Composition an petrology of the Earth,s mantle. McGraw-Hill Book Company Ltd., 618 pp.
- 3 Terasaki, H. and Fischer, R., (2016) Deep Earth: Physics and Chemistry of the Lower Mantle and Core (Geophysical Monograph Series). American Geophysical Union, 330pp.



عنوان درس به فارسی: ریزساختارهای آذرین و دگرگونی

عنوان درس به انگلیسی: Igneous and metamorphic Microstructures

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری - عملی

پیش نیاز:

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار
اهداف کلی درس: آشنائی با اصول دگرریختی سنگ‌ها و تفسیر انواع ساخت‌ها و بافت‌های دگرریختی.

سرفصل درس:

نظری

- تعاریف، تنش و دگرریختی، اصول رئولوژی
- مکانیسم دگرریختی: برگوارگی‌ها، خطوارگی‌ها و جهت یافتگی‌های تدریجی شبکه بلوری
- پهنه‌های برشی: سنگهای شکنه، فابریک میلیونیتها، تعیین نوع و جهت برش.
- حاشیه‌های تغییر شکل، رگه‌های فیبری، سایه و حاشیه‌های کرنش و بودینها، حاشیه‌های واکنشی.
- ساختارهای اولیه در سنگهای آذرین و میگماتیته‌ها
- جریان ماگمایی و شبه ماگمایی و شواهد آن - شواهد دگرریختی در شرایط جامد
- عناصر فابریک و اجزای تشکیل دهنده آن در انواع فابریک‌های خطی و صفحه‌ای (ورقی)، محورهای فابریک
- بررسی آماری داده‌های فابریکی و انواع توزیع و تقارن فابریک (نسبت به عناصر تقارن و روی استریونت)
- فابریک‌های همگن و ناهمگن
- انواع تقارن فابریک (کروی، ارترومبیک، منوکلینیک، تریکلینیک)
- ساز و کار تشکیل انواع ساخت‌های خطی و ورق‌ی و محورهای جنبشی دگر شکلی در هر یک
- ریزچین‌ها و کاربرد آنها در تحلیل‌های ساختاری

عملی

- بررسی انواع فابریک میکروسکوپی در سنگ‌ها
- تحلیل داده‌ها سنگ‌شنلی - ساختاری بر روی انواع نمودارها
- اندازه‌گیری و برداشت ساخت‌های جهت‌دار ورق‌ی و خطی در روی نمونه‌های دستی و صحرایی
- آشنایی با میکروسکوپ فدروف و چگونگی بررسی‌های پتروفابریکی نمونه‌ها در مقاطع نازک

جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	-	۴۰٪ نوشتاری / ۴۰٪ عملکردی	

فهرست منابع:

- 1 - Ghosh, S.K., 1995. Structural Geology: Fundamentals and modern developments. Pergamon Press, Oxford, 598pp.
- 2 - Paasons L., 1986. Origins of igneous layering, D. Reidel publ. Co., 666pp.
- 3 - Passchier C. W. & Trouw R.A.J., 2010. Microtectonics. Springer, 366pp.
- 4 - Vernon R.H. 2004. A practical guide to rock microstructure, Cambridge Uni. Press, 594pp.



عنوان درس به فارسی: ماگماتیسم و دگرگونی ایران
عنوان درس به انگلیسی: Magmatism and metamorphism of Iran

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: ۱ واحد نظری و ۱ واحد عملی

پیش نیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: آشنائی با مبانی ماگماتیسم و دگرگونی در ایران

سرفصل درس:

نظری

- مفاهیم، معرفی زون‌های ساختاری، ماگماتیک و دگرگونی در ایران، ضخامت پوسته، جایگاه ژئودینامیکی ایران در کمربند کوهزایی آلپ-همالیا
- بقایای افیولیتی منسوب به پرکامبرین و پالئوزوئیک در ایران
- ماگماتیسم و دگرگونی منسوب به پرکامبرین در ناحیه ساغند، تفسیر داده‌های سنجی ایزوتوپی، تائیدها و چالش‌ها
- ماگماتیسم و دگرگونی پرکامبرین-پالئوزوئیک در جغرافیای باختری ایران، جغرافیای میانه ایران و شمال البرز
- دگرگونی پرکامبرین-پالئوزوئیک در نیمه جنوبی سنندج-سیرجان
- ماگماتیسم پالئوزوئیک در ایران (ولکانیسم اردوئیسین-قاعده سیلورین، ولکانیسم دونین-کربنیفر و ولکانیسم پرمین).
- گرانیتوئیدهای مشهد و بحث پیرامون داده‌های سنی جدید.
- ولکانیسم مزوزوئیک در ایران (تریاس بالایی-ژوراسیک و کرتاسه بالایی)
- پلوتونیسم و دگرگونی مزوزوئیک در ایران
- افیولیت‌های کرتاسه بالایی
- ولکانیسم پالئوژن در ایران
- پلوتونیسم سنوزوئیک در ایران.
- ولکانیسم نئوژن در ایران (با تکیه بر اهمیت ماگماتیسم آداکیتی در ایران).
- ولکانیسم کواترنری در ایران

عملی

بازدید صحرائی (۵-۲ روز)

جدول ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	-	۴۵٪ نوشتاری / ۱۵٪ عملکردی	۲۰٪

فهرست منابع:

- قربانی، م.، ۱۳۹۳. زمین شناسی ایران ۳ (ماگماتیسم و متامورفیسم ایران)، جلد سوم، آرین زمین، ۳۲۵ ص.
- امامی، م.م.، ۱۳۷۹. ماگماتیسم در ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ۶۰۸ ص.
- مقاله‌های انتشار یافته در رابطه با ماگماتیسم و دگرگونی ایران، نقشه‌ها و گزارش‌های منتشر شده.

