



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

## برنامه درسی

(بازنگری شده)

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: علوم زمین

گرایش: پترولوژی



گروه: علوم پایه

مصوبه جلسه شماره ۷۹ مورخ ۱۳۹۵/۰۷/۱۱

کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

عنوان برنامه: علوم زمین گرایش پترولوژی

- ۱- برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد رشته علوم زمین گرایش پترولوژی در جلسه شماره ۷۹ مورخ ۱۳۹۵/۰۷/۱۱ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی تصویب شد.
- ۲- برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد رشته علوم زمین گرایش پترولوژی از تاریخ ۱۳۹۵/۰۷/۱۱ جایگزین برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد علوم زمین شناسی رشته پترولوژی مصوب جلسه شماره ۲۵۵ مورخ ۱۳۷۲/۰۱/۲۲ شورای عالی برنامه ریزی می شود.
- ۳- برنامه درسی مذکور از تاریخ ۱۳۹۵/۰۷/۱۱ برای تمامی دانشگاه ها و مؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند برای اجرا ابلاغ می شود.
- ۴- برنامه درسی مذکور برای دانشجویانی که بعد از تاریخ ۱۳۹۵/۰۷/۱۱، در دانشگاهها پذیرفته می شوند لازم الاجرا است.
- ۵- این برنامه درسی از تاریخ ۱۳۹۵/۰۷/۱۱ به مدت ۵ سال قابل اجراست و پس از آن قابل بازنگری است.

عبدالرحیم نوه ابراهیم

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



# فصل اول



## برنامه دوره کارشناسی ارشد رشته علوم زمین گرایش پترولوژی

### مقدمه

واژه پترولوژی (Petrology) به معنای سنگ‌شناسی در سال ۱۸۱۱ توسط پینکرتون (Pinkerton) ابداع و به کار برده شد. پترولوژی یا علم مطالعه سنگها بخشی از علم زمین‌شناسی است که در آن به نحوه تشکیل، منشا، توصیف، رده‌بندی و ترکیب سنگها و بررسی تحولات فیزیکی-کوشیمیایی آنها، بررسی ساختارهای زمین، دگرگونی، دگرسانی و هوازدگی سنگها می‌پردازد (Glossary of geology, 2005). این علم محدود به مطالعه موادی است که در پوسته وجود دارد و قابل دسترس است اگرچه نمونه‌هایی از شکنه‌ها نیز توسط شبیه‌سازی در این علم مطالعه می‌شوند. این دانش همچنین پیدایش سنگها و نحوه اکتشاف آنها را نیز نشان می‌دهد.

به منظور ارتقا کیفیت دروس، و به روز رسانی سرفصلها با توجه برنامه‌های مشابه در دانشگاههای معتبر جهان و در نظر داشتن نیاز صنعت به مواد درسی مرتبط، برنامه دوره کارشناسی ارشد رشته علوم زمین گرایش پترولوژی در پی نظرخواهی از کلیه متخصصان دانشگاههایی که این دوره در آنها دایر می‌باشد و نیز متخصصان این رشته در سازمان زمین‌شناسی کشور مورد تجدید نظر قرار گرفت. این برنامه با در نظر گرفتن مدت زمان تعیین شده در آئین‌نامه‌های شورا عالی برنامه‌ریزی برای دوره کارشناسی ارشد گروه علوم پایه و کاهش تعداد واحدهای پایان نامه این رشته به ۶ واحد تنظیم گردیده است.

### اهداف دوره

دوره کارشناسی ارشد رشته علوم زمین گرایش پترولوژی یکی از دوره‌های ناپیوسته در نظام آموزش عالی کشور است که هدف آن تربیت نیروهای متعهد و متخصص است به نحوی که بتوانند بر اساس یافته‌های خود از اصول و کاربردهای این علم در مطالعات سنگ‌شناسی آذرین، سنگ‌شناسی دگرگونی، زمین‌شیمی و زمین‌شناسی اقتصادی در مقیاسهای محلی، ناحیه‌ای، و جهانی استفاده کنند. فارغ التحصیلان این رشته خواهند توانست نیازهای مراکز آموزشی، پژوهشی، تولیدی و خدماتی را در زمینه‌های مذکور برطرف نمایند.



## توانایی‌ها، مهارت‌ها و مشاغل قابل احراز دانش‌آموختگان

دانش‌آموختگان دوره کارشناسی ارشد رشته علوم زمین گرایش پترولوژی با توجه به تخصصی که در طول دوره تحصیل بدست آورده‌اند از توانایی لازم برای تهیه نقشه‌های زمین‌شناختی، سنگ‌شناختی، زمین‌شیمیایی و کار با تصاویر ماهواره‌ای برخوردار خواهند بود. همچنین دانش‌آموختگان این دوره می‌توانند با گروه‌های اکتشاف معدن، مهندسين - مشاور، نقشه‌برداری و مهندسين هواخفا و متخصصين پردازش داده‌های ماهواره‌ای، زمین‌شناسان اقتصادی همکاری داشته و یا در کارهای صحرایی و آزمایشگاهی مهندسی حفاری معدن و عملیات چاه‌پیمایی فعالیت داشته باشند. تحصیل در این رشته مانند دیگر رشته‌های زمین‌شناسی شرایط جسمانی مناسب را می‌طلبد چراکه پترولوژیست باید قادر باشد عملیات صحرایی را که بیشتر در مناطق کوهستانی و بیابانی صورت می‌گیرد با موفقیت انجام دهد. دانش‌آموختگان این رشته پس از پایان دوره کارشناسی ارشد می‌توانند به انجام تحقیقات گسترده زمین‌شناسی سطحی، مطالعات صحرایی و نمونه برداری، انجام مطالعات جامع پتروگرافی در زمینه شناخت سنگها و تحولات مرتبط با آنها و اجرای پروژه‌های تحقیقاتی مرتبط با پترولوژی بپردازند. علاوه بر کارهای میدانی بالا دانش‌آموختگان رشته پترولوژی می‌توانند در وزارتخانه‌های صنعت، معدن و تجارت، نفت، نیرو، راه و شهرسازی، جهاد کشاورزی، علوم، آموزش و پرورش، و همچنین شرکتها و مؤسساتی مانند ذوب آهن، شرکت ملی صنایع مس ایران، شرکت ملی فولاد ایران، شرکت ملی نفت ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، سازمان انرژی اتمی و شرکت‌های مهندسين مشاور زمین‌شناسی مشغول به کار شوند.

## شرایط لازم برای اجرا

اجرای این رشته در دانشگاه‌هایی امکان‌پذیر است که حداقل دارای دو نیروی متخصص با درجه دکتری پترولوژی بوده و به دستگاه‌های تجزیه نمونه‌های شیمیایی و آزمایشگاه‌های گانه نگاری، کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی مجهز باشند.

## طول دوره و شکل نظام

دوره کارشناسی ارشد رشته علوم زمین گرایش پترولوژی بعد از دوره کارشناسی زمین‌شناسی شروع می‌شود و طول دوره بر اساس ۳۰ واحد درسی حداقل ۲ سال و حداکثر ۳ سال است. هر سال تحصیلی شامل دو نیمسال و هر نیمسال شامل ۱۶ هفته آموزشی است. برای هر واحد درس نظری در هر نیمسال ۱۶ ساعت و برای هر واحد عملی ۳۲ ساعت منظور شده است.

شرایط ورود و سایر مقررات این دوره مطابق با آئین نامه های دوره کارشناسی ارشد مصوب شورایی عالی برنامه‌ریزی است.



## دروس دوره کارشناسی ارشد رشته علوم زمین گرایش پترولوژی

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

الف- دروس تخصصی الزامی	۱۲ واحد
ب- دروس تخصصی اختیاری	۱۲ واحد
ج- پایان نامه	۶ واحد



## فصل دوم



الف) جدول دروس تخصصی الزامی

ساعات	تعداد		نام درس	کد درس
	واحد عملی	نظری		
۶۴	۱	۲	ماگما و فرایندهای ماگمایی	
۶۴	۱	۲	پتروژنز سنگ‌های آذرین	
۶۴	۱	۲	پترولوژی سنگ‌های دگرگونی	
۴۸	-	۳	زمین‌شیمی آذرین و دگرگونی	





### ب) جدول دروس تخصصی اختیاری

ساعات	تعداد واحد		نام درس	کد درس
	نظری	عملی		
۳۲	۲	-	ماگماتیسم و دگرگونی ایران	
۳۲	۲	-	پترولوژی تجربی	
۳۲	۲	-	کاربرد ایزوتوپ‌ها در پترولوژی	
۳۲	۲	-	پلورشناسی	
۳۲	۲	-	فابریک مغناطیسی سنگ‌های آذرین و دگرگونی	
۶۴	-	۲	ریزساختارهای آذرین و دگرگونی	
۳۲	۲	-	آتشفشان‌شناسی پیشرفته	
۳۲	۲	-	ماگماتیسم و زمین‌ساخت صفحه‌ای	
۴۸	۱	۱	گوهرشناسی	
۴۸	۱	۱	جدایش کانی‌ها	
۳۲	۲	-	ترمودینامیک زمین‌شیمیایی	
۶۴	-	۲	پترولوژی صحرایی	
۳۲	۲	-	آمار و احتمال در پترولوژی	
۳۲	۲	-	سمینار	

- دانشجوی می‌تواند کلیه واحدهای الزامی و اختیاری دوره‌های تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌های زمین‌شناسی را با موافقت استاد راهنما (یا مدیر گروه/بخش) به عنوان واحد اختیاری انتخاب نماید.
- سر فصلهای دروس اختیاری، یا دروس الزامی سایر رشته‌ها که به عنوان اختیاری انتخاب می‌شوند، باید بر اساس برنامه‌ای باشد که در رشته اصلی درس تنظیم شده است.



# فصل سوم



## الف) درس‌های تخصصی الزامی

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

### اهداف کلی درس:

آشنایی با اصول و مفاهیم کلی پترولوژی، ساخت، بافت و طبقه‌بندی سنگ‌های ماگمایی، منشأ ماگماها و انواع فرایندهای ماگمایی.

### سرفصل مطالب:

- کلیات، مفاهیم و اهداف
- ترکیب انواع ماگماها و رده‌بندی سنگ‌های ماگمایی و بررسی تغییرات شیمیایی آن‌ها
- برونزدهای صحرایی، ساخت و بافت سنگ‌های ماگمایی
- خواص فیزیکوشیمیایی ماگماها (گرانروی، درجه ذوب بخشی، بسپاری شدن، گرما، چگالی و انحلال‌پذیری)، منشأ انواع ماگماها (آشنایی با ساختار درونی زمین و ویژگی‌های کانی‌شناختی، ترکیب شیمیایی و چگالی بخش‌های مختلف زمین)، شرایط ذوب سنگ‌ها (تغییر دما، فشار، ترکیب و مواد فرار)، سنگ منشأ گوشته‌ای و تولید انواع ماگماهای بازالتی، ویژگی‌های زمین‌شیمیایی ماگماهای اولیه، سنگ منشأ پوسته‌ای و تشکیل ماگماهای گرانیتی.
- فرایندهای ماگمایی مشتمل بر تفریق (سامانه‌های باز و بسته)، هضم، آلیش (با سنگ درونگیر، با بیگانه‌سنگ)، ویژگی‌های پتروگرافی و شیمیایی سنگهای آلیش یافته، آمیختگی و همرفت در مخازن ماگمایی (فرایندهای AFC و RTF)



- سازوکارهای انتقال، جایگزینی و فوران ماگما.
- نقش هوازدگی فیزیکی و شیمیایی در تشکیل ذخایر رسوبی
- زمین شیمی معدنی و آلی؛ رسوبگذاری و دیانز در تشکیل ذخایر رسوبی
- زمین ساخت جهانی و توزیع زمانی ذخایر آذرین، دگرگونی و رسوبی

#### بخش عملی:

- آشنایی با کانی‌ها و سنگ‌های آذرین در آزمایشگاه
- رده‌بندی و نام‌گذاری سنگ‌های آذرین بر اساس مشخصات پتروگرافی
- آشنایی با نرم افزارهای پترولوژیکی
- بازدید صحرایی و آشنایی با انواع سنگ‌ها و ساخت‌های آذرین (حداقل ۳ روز)

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	√	آزمون های نوشتاری √	√
		عملکردی √	

#### منابع:

- Blatt H., Tracy R.J., Owens B.E. 2005. Petrology: Igneous, sedimentary and metamorphic Freeman, 530 pp.
- Gill R. 2010. Igneous Rocks and Processes: A Practical Guide, John Wiley, 428pp.
- Philpotts A. R. 2009. Principles of igneous and metamorphic petrology, Cambridge University press.
- Winter J. D. 2014. Principles of igneous and metamorphic petrology, 2<sup>nd</sup> ed. Pearson new international edition, 745pp.



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرائی	نوع واحد: نظری-عملی تخصصی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: پتروژنز سنگ‌های آذرین
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری*	الزامی			
	عملی*				
	نظری	اختیاری			
	عملی				
	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد				
سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>					

اهداف کلی درس:

آشنایی با پتروگرافی، پتروژنز، توزیع، گسترش و جایگاه زمین‌ساختی گروه‌های اصلی سنگ‌های آذرین.

سرفصل مطالب:

- پتروژنز سنگ‌های فرامافیک

- رده‌بندی سنگ‌های فرامافیک (معرفی انواع سنگ‌ها و کانی‌های رایج آن‌ها)
- انباشتی‌های (کومولاهای) اولترامافیک در افیولیت‌ها
- بیگانه‌سنگ‌های گوشته‌ای موجود در بازالت‌ها و کیمبرلیت‌ها
- کومائیت‌ها و پیکریت‌ها و انواع سنگ‌های با Mg بالا
- فرایندهای ذوب بخشی در گوشته بالایی زمین
- ترکیب کانی‌شناختی و شیمیایی گوشته بالایی
- فرایندهای ذوب بخشی در گوشته بالایی
- انواع ماگماهای بازالتی تولیدشده از فرایندهای ذوب بخشی
- سنگ منشأ گوشته‌ای و نقش آن در تولید ماگماهای فرامافیک



- پتروژنز ماگماهای فرامافیک

- پتروژنز سنگ‌های مافیک

- نام‌گذاری و کانی‌شناسی سنگ‌های مافیک، رده‌بندی گابرو و دولریت
- منشأهای اولیه و ثانویه ماگماهای بازالتی

- چگونگی تبلور ماگماهای مافیک، تبلور دولریت و گابرو  
- موقعیت زمین‌ساختی تشکیل سنگ‌های مافیک (پشته‌های میان اقیانوسی، جزایر اقیانوسی، ایالت‌های  
بازالتی آذرین: فلات‌های اقیانوسی و بازالت‌های طغیانی، کافت‌های درون قاره‌ای و انواع مرتبط با  
فرورانش)

- پتروژنز بازالت‌ها

#### - پتروژنز سنگ‌های حدواسط

- رده‌بندی و نام‌گذاری سنگ‌های حدواسط  
- ویژگی‌های کانی‌شناختی و پتروگرافی  
- منابع اولیه و ثانویه (منابع ماگمایی در مقابل فرایندهای آلودگی، تفریق یا آمیختگی ماگمایی)  
- ویژگی‌های زمین‌شیمیایی (عناصر اصلی، کمیاب و ترکیب ایزوتوپی)  
- موقعیت زمین‌ساختی تشکیل سنگ‌های حدواسط (جزایر اقیانوسی، حوضه‌های کششی پشت‌کمان،  
ایالت‌های بازالت آذرین: فلات‌های اقیانوسی و بازالت‌های طغیانی، کافت‌های درون قاره‌ای و کمان‌های  
قاره‌ای، پشته‌های میان اقیانوسی)

- پتروژنز آندزیت‌ها

#### - پتروژنز سنگ‌های اسیدی

- رده‌بندی و نام‌گذاری سنگ‌های اسیدی  
- رده‌بندی سنگ‌های اسیدی بر اساس پارامترهایی نظیر کانی‌شناسی، ترکیب شیمیایی، محیط زمین-  
ساختی، ویژگی‌های شیمیایی و رده‌بندی‌های جدید  
- منشأهای مختلف سنگ‌های اسیدی (منابع گوشته‌ای و پوسته قاره‌ای)  
- تبلور سنگ‌های اسیدی با استفاده از شواهد بافتی  
- موقعیت زمین‌ساختی تشکیل گرانیت‌ها (کمان آتشفشانی، حاشیه فعال قاره‌ای، زون‌های تصادم  
قاره‌ای و لوکوگرانیت‌ها، سنگ‌های گرانیتی درون صفحه‌ای، پلاژیوگرانیت‌های مراکز گسترش اقیانوسی)

- گرانیت‌ها و ریولیت‌های پراکالان

- پتروژنز سنگ‌های اسیدی

- پگماتیت‌ها و آپلیت‌ها





### بخش عملی:

- آشنایی با مشخصات میکروسکوپی انواع سنگ‌های آذرین مورد بحث در سرفصل‌های نظری
- رده‌بندی و نام‌گذاری انواع سنگ‌های آذرین بر اساس مشخصات بافتی و کانی‌شناختی (پetroگرافی).
- بازدید صحرایی و آشنایی با انواع سنگ‌ها و ساخت‌های آذرین (حداقل ۳ روز).

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	√	آزمون های نوشتاری √	√
		عملکردی √	

### منابع:

- درویش زاده ع., آسیابان ها ع. ۱۳۷۷. ماگماها و سنگ‌های ماگمایی، میانی پترولوژی آذرین (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران، ۵۲۷ ص.

-Cawthorn R.G. 1996. Layered Intrusions. Elsevier, 531pp.

-Clarke D. B. 1992. Granitoid Rocks. Chapman & Hall publisher, London, 283pp.

-Gill R. 2010. Igneous Rocks and Processes: A Practical Guide, John Wiley, 428pp.

-Wilson M. 2007. Igneous petrogenesis. Springer, 466pp.

-Winter J. D. 2014. Principles of igneous and metamorphic petrology, 2<sup>nd</sup> ed. Pearson New International Edition. 745p.



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: نظری-عملی تخصصی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: پترولوژی سنگ‌های دگرگونی		
	عملی						
	نظری	پایه				تعداد ساعت: ۶۴	عنوان درس به انگلیسی: Petrology of metamorphic rocks
	عملی						
	نظری*	الزامی					
	عملی*						
	نظری	اختیاری					
	عملی						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد							
سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>							

### اهداف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم پترولوژی دگرگونی، اصول کلی مطالعه ساخت، بافت و رده‌بندی سنگ‌های دگرگونی، انواع فرایندهای دگرریختی و تشکیل سنگ‌های دگرگونی و رابطه بین زمین‌ساخت با تشکیل انواع سنگ‌های دگرگونی (ژئودینامیک مجموعه‌های دگرگونی).

### سرفصل مطالب:

- مروری بر مفاهیم کلی دگرگونی، انواع دگرگونی، مفاهیم مورد استفاده برای بیان شدت و درجه رخسارهای دگرگونی
- اصول رده‌بندی و نام‌گذاری سنگ‌های دگرگونی
- فایزیک سنگ‌های دگرگونی
- مفهوم تعادل و اصول ترمودینامیک شیمیایی واکنشهای دگرگونی، نمایش ترسیمی مجموعه‌های دگرگونی
- واکنش‌های دگرگونی
- روشهای مطالعه سنگ‌های دگرگونی
- دگرگونی گروه‌های ترکیبی مهم سنگ‌های دگرگونی (سنگهای پلیتی، سنگهای مافیک، سنگهای فرامافیک، سنگهای آهکی و کالک-سیلیکاتی، سنگهای کوارتز و فلدسپاتی)
- دگرگونی دینامیکی
- زمین‌ساخت و مجموعه‌های دگرگونی





### بخش عملی:

- آشنایی با نحوه برش و تهیه مقاطع میکروسکوپی دگرگونی، انجام مطالعات پتروگرافی بر روی نمونه‌های دستی و مقاطع نازک انواع اصلی سنگ‌های دگرگونی.
- بازدید صحرایی به مدت حداقل ۳ روز از نواحی دگرگونی (ناحیه‌ای و موضعی) و آشنایی با روش‌های مطالعه، برداشت و نمونه برداری از سنگ‌های دگرگونی.
- هر دانشجو موظف است با نظر استاد درس، در ارتباط با یکی از مباحث درسی، گزارش مکتوبی تهیه و آن را به صورت سمینار در کلاس ارائه دهد.

### روش ارزیابی:

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

### منابع:

- قاسمی، ح. (۱۳۹۴) پتروگرافی و پتروژنز سنگ‌های دگرگونی، جلد اول: مبانی پتروگرافی و روشهای مطالعه، انتشارات دانشگاه شاهرود، ۵۶۶ ص.
- Best, M. G. 2003. Igneous and metamorphic petrology. Blackwell Publs. 730pp.
- Bucher k., Grapes R. 2011. Petrogenesis of metamorphic rocks 8th ed., Springer, 428pp .
- Passchier C. W. & Trouw R.A.J. 2010. Microtectonics, Springer, 366 pp.
- Winter J. D. 2014. Principles of igneous and metamorphic petrology, 2nd ed., Pearson New International Edition. 745pp.



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: نظری- تخصصی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: زمین شیمی آذرین و دگرگونی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری*	الزامی			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	عملی				
	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>					
تعداد ساعت: ۴۸					

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با ایزوتوپ‌ها و عناصر کمیاب و اصول کلی روش‌های تجزیه شیمیایی سنگ‌های آذرین و دگرگونی، جمع‌آوری، پردازش و تحلیل داده‌های زمین‌شیمیایی و استفاده از آنها در مطالعات سنگ‌شناختی.

#### سرفصل مطالب:

- انواع داده‌های زمین‌شیمیایی و روش‌های به‌دست آوردن آنها
- انواع داده‌های زمین‌شیمیایی (عناصر اصلی، نادر، نادر خاکی، ایزوتوپ‌ها)
- انواع فرایندهای زمین‌شناختی و ردپای زمین‌شیمیایی آنها
- فرایندهای کنترل کننده ترکیب شیمیایی سنگ‌های آذرین و دگرگونی
- روش نمونه‌برداری از واحدهای سنگی
- انواع روش‌های تجزیه‌ای مرسوم در زمین‌شیمی و انتخاب روش تجزیه‌ای مناسب
- منابع بروز خطا در تجزیه‌های زمین‌شیمیایی و روش‌های تشخیص خطا در داده‌های زمین‌شیمیایی
- تحلیل آماری داده‌های زمین‌شیمیایی
- مقدمه‌ای بر زمین آمار
- میانگین‌ها، انحراف معیار، ضریب همبستگی، ماتریس همبستگی، انواع رگرسیون، همبستگی نسبی و کاربرد آن در زمین شیمی



- مسأله مجموع ثابت، همبستگی داده‌های ترکیبی، نسبت‌های لگاریتمی و تفسیر آن‌ها، تفسیر روندها در نمودارهای مثلثی
- تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تحلیل تمایزی
- کاربرد داده‌های عناصر اصلی در زمین‌شیمی
  - مقدمه‌ای بر داده‌های عناصر اصلی و راه‌های به دست آوردن آن‌ها
  - طیف مقادیر داده‌های عناصر اصلی در انواع مختلف سنگ‌ها
  - کاربردهای داده‌های عناصر اصلی در رده‌بندی سنگ‌ها
  - نمودارهای تغییرات و تشخیص فرایندهای زمین‌شیمیایی (تبلور بخشی، ذوب، هضم، آمیختگی و آلیش، دگرسانی و هوازدگی)
  - روندهای ساختگی داده‌ها، انتخاب نوع نمودارهای تغییرات (دوتایی، سه تایی)
  - تفسیر روندها بر روی نمودارهای تغییرات
  - مدل سازی فرایندهای آذرین با استفاده از روند تغییرات عناصر اصلی، مقایسه نمودارهای عناصر اصلی با نمودارهای تجربی
- کاربرد داده‌های عناصر جزئی در زمین‌شیمی
  - مقدمه‌ای بر داده‌های عناصر جزئی و راه‌های به دست آوردن آن‌ها
  - مقادیر داده‌های عناصر جزئی در انواع مختلف سنگ‌ها
  - انواع رده‌بندی‌های عناصر جزئی
  - عوامل کنترل کننده توزیع عناصر جزئی، ضریب توزیع، عوامل زمین شناختی کنترل کننده توزیع عناصر جزئی در سنگ‌های آذرین (ذوب بخشی، تفریق، هضم و آلیش) و دگرگونی
  - عناصر کمیاب خاکی، شیمی عناصر کمیاب خاکی، روش‌های نمایش و ارائه داده‌های عناصر کمیاب خاکی
  - انواع بهنجارسازی‌ها، تفسیر الگوهای عناصر کمیاب خاکی، عناصر گروه پلاتین، نمایش داده‌ها و بهنجارسازی‌ها
  - تفسیر الگوهای عناصر گروه پلاتین، نمودارهای فلزات انتقالی، انواع نمودارهای عناصر جزئی، مدل سازی فرایندهای آذرین با استفاده از داده‌های عناصر جزئی



- تعیین محیط‌های زمین‌ساختی دیرین با استفاده از داده‌های زمین‌شیمیایی
- مقدمه‌ای بر انواع محیط‌های زمین‌ساختی و روش پیرس و کان برای استفاده از داده‌های زمین‌شیمیایی برای تفکیک این محیط‌ها
- نقش تحرک عناصر در کاربرد نمودارهای تمایزی
- چگونگی رسم نمودارهای تمایزی، انواع نمودارهای تمایزی عناصر اصلی و جزئی برای سنگ‌های مختلف آذرین و دگرگونی، حدود کاربرد و میزان اعتماد به نمودارهای تمایزی
- کاربرد داده‌های ایزوتوپی در زمین‌شیمی
- مقدمه‌ای بر انواع داده‌های ایزوتوپی و روش‌های به دست آوردن آن‌ها
- کاربرد داده‌های ایزوتوپ‌های پرتوزاد (ژئوکرونولوژیکی، پتروژنتیکی)
- کاربرد داده‌های ایزوتوپ‌های پایدار، تفکیک ایزوتوپی، عوامل فیزیکی-شیمیایی کنترل‌کننده تفکیک ایزوتوپ‌های پایدار، کاربرد داده‌های ایزوتوپ‌های پایدار اکسیژن، گوگرد، کربن، هیدروژن در تعیین فرایندهای زمین‌ساختی
- زمین‌شیمی بازالت‌ها
- زمین‌شیمی گرانیت‌ها و پوسته زمین
- زمین‌شیمی پریدوتیت‌ها و گوشته زمین

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
√	√	آزمون‌های نوشتاری √	-
		عملکردی √	

#### منابع:

- Faure, G. 2005. Isotopes: Principles and Applications. 3<sup>rd</sup> ed., John Wiley, 896pp.
- Albarede, F. 2011. Geochemistry. 2<sup>nd</sup> ed., Cambridge University Press, 355pp.
- Walther, J., 2008, Essential of geochemistry. Jones and Bartlett Publishes, 798pp.
- White W.M. 2013. Geochemistry. John Wiley, 668pp.



ب) درس‌های تخصصی اختیاری

درس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: نظری- تخصصی	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: ماگماتیسم و دگرگونی ایران
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input checked="" type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد					
سفر عملی <input checked="" type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>					

اهداف کلی درس:

آشنایی با مبانی ماگماتیسم و دگرگونی در ایران، نحوه تحول پوسته ایران زمین و رخدادهای مختلف زمین-ساختی-ماگمایی-دگرگونی آن

سرفصل مطالب:

- مقدمه

- موقعیت سرزمین ایران- معرفی زون‌های ساختاری، ماگمایی و دگرگونی ایران، ضخامت پوسته، جایگاه ژئودینامیکی ایران در کمربند کوهزایی آلپ-هیمالیا-واحد‌های زمین‌شناختی و ساختاری ایران از دیدگاه پژوهشگران مختلف- فازهای کوهزایی مرتبط با دگرگونی و ماگماتیسم دوران‌های مختلف زمین‌شناختی ایران (فازهای کوهزایی کارلین- حجازین، بایکالین- کاتانگایی، کالدونین، هرسی نین، سیمبرین پیشین و پسین، لارامید، پیرنئن، ساوین، پاسادنین).

- ماگماتیسم و دگرگونی پرکامبرین

- ماگماتیسم پرکامبرین در زونهای زاگرس، سندج-سیرجان (تیریز، اصفهان و گلپایگان)، ایران مرکزی (کمپلکس‌های پشت بادام، بنه شور و تاشک، سازند ریز، سنگهای ماگمایی مناطق ساغند-یزد، بیارجمند و برونورد)، زون البرز- آذربایجان (سنگهای خروجی منطقه طالقان، بندر انزلی، سنگهای نفوذی مناطق نالش و ماکو)، شرق ایران (سنگهای نفوذی و بیرونی قلن و تربت جام)،





- زمینهای دگرگون شده پرکامبرین ایران مرکزی و سایر زونهای ساختاری ایران - اهمیت، گسترش و تقسیمات آن - میگمانیت ها و ماگماتیسیم پرکامبرین ایران مرکزی - ذخایر مرتبط با دگرگونی و ماگماتیسیم پرکامبرین ایران مرکزی؛ ذخایر مهم مرتبط با فرایندهای ماگمایی و دگرگونی
- **ماگماتیسیم و دگرگونی پالئوزوئیک (پیدایش، توسعه و بسته شدن پالئوتیس)**
  - ماگماتیسیم پالئوزوئیک در زونهای ساختاری زاگرس، سنندج سیرجان (اقلید، حاجی آباد، توده‌های نفوذی جنوب باختری سیرجان)، ایران مرکزی، البرز و آذربایجان (بازالت‌های سلطان میدان، بازالت‌های سازند جیرود، بازالت‌های پرمین، نفوذیهای تالش، اولترامافیک‌های باختر تبریز، سینیت‌های مرند-جلفا)، در شرق و مناطق شمال خاوری ایران (سنگ‌های نفوذی و خروجی مشهد، اولترابازیک‌های مشهد)،
  - دگرگونی پالئوزوئیک در نواحی مشهد، گرگان - رشت (شیست‌های گرگان)، جنوب لاهیجان - مجموعه دگرگونی مغرب رشت (اسالم - شاندرمن - گشت)، تالش و ماکو
- **ماگماتیسیم و دگرگونی مزوزوئیک (پیدایش، توسعه و بسته شدن نئوتیس)**
  - ماگماتیسیم و دگرگونی تریاس در زون سنندج-سیرجان (اقلید)، زون ایران مرکزی، البرز و آذربایجان و شرق ایران
  - ماگماتیسیم و دگرگونی ژوراسیک در البرز، ایران مرکزی، بلوک لوت، زون سنندج-سیرجان؛ در جنوب سنندج-سیرجان ایران مرکزی و بلوک لوت
  - ماگماتیسیم و دگرگونی کرتاسه شامل سنگ‌های آتشفشانی کرتاسه (کرتاسه زیرین و بالایی)، سنگ‌های نفوذی کرتاسه، توده‌های نفوذی کرتاسه در البرز باختری؛ دگرگونی کرتاسه
- **اقبولیت‌ها و آمیزه‌های رنگی در ایران**
  - ویژگی‌های کلی، دگرگونی، پراکندگی، سن (تشکیل، جایگزینی)، منشأ، کانارها.
- **ماگماتیسیم و دگرگونی سنوزوئیک**
  - ماگماتیسیم ترشیری (آتشفشانی پالئوزن شامل توفیت‌های البرز و گسترش آنها، آتشفشانی نئوزن)، پلوتونیسیم ترشیری (توده‌های نفوذی انوسن - الیگوسن در زون البرز، زون آذربایجان، زون سنندج - سیرجان، زون شرق ایران، زون ایران مرکزی؛ توده‌های نفوذی الیگوسن - میوسن؛ توده‌های نفوذی پلیوسن)؛ فلیش شرق ایران (تقسیم بندی فلیش‌ها از نظر درجه دگرگونی - توده‌های نفوذی در زون فلیش - مرز زون فلیش با بلوک لوت)، آتشفشانی در شرق ایران، ذخایر زون فلیش و بلوک لوت؛ ساختار زمین شناختی مکران، بازشدگی و گسترش بستر اقیانوس هند، ماگماتیسیم آداکیتی در ایران و اهمیت زمین ساختی آن



### - آتشفشانی کواترنر

- کلیات، آتشفشان دماوند، سنگهای آتشفشانی بازیک کواترنر در منطقه آذربایجان، آتشفشان سهند، آتشفشان سبلان، آتشفشانهای کواترنر در منطقه تکاب-قروه، فعالیت‌های آتشفشانی شرق و جنوب شرق ایران، آتشفشان تفتان، آتشفشان بزمان

### بازدید صحرائی:

- انجام بازدید صحرائی به مدت ۲-۵ روز از مناطق آذرین و دگرگونی ایران و آشنایی با پدیده‌های پترولوژیکی این مناطق.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستر	میان ترم	آزمون های نهایی	بروز
✓	✓	آزمون های نوشتاری ✓	-
		عملکردی ✓	

### منابع:

-امامی، م.ه. (۱۳۷۹) ماگماتیسم در ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران، ۶۰۸ ص.  
-درویش زاده، ع. (۱۳۷۰) زمین شناسی ایران، انتشارات امیر کبیر ۹۰۱ ص.  
-قربانی، م. (۱۳۹۳) زمین شناسی ایران ۳ (ماگماتیسم و متامورفیسم ایران)، جلد سوم، آرین زمین، ۳۲۵ ص.  
-سعین وزیری، ج. (۱۳۷۶) دیباچه ای بر ماگماتیسم در ایران، انتشارات دانشگاه تربیت معلم، ۴۴۰ ص.

-Emami, M.H., Mir Mohammad Sadeghi, M., Omrani, .S.J., 1993. Magmatic map of Iran (Geol. Surv. Iran.

-Berberian, M., 1983. Continental deformation in the Iranian plateau. Geological Society of Iran, Report 52. 712pp.



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: نظری- تخصصی	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: <b>پترولوژی تجربی</b>		
	عملی						
	نظری	پایه				تعداد ساعت: ۳۳	عنوان درس به انگلیسی: <b>Experimental petrology</b>
	عملی						
	نظری	الزامی					
	عملی						
	نظری*	اختیاری					
	عملی						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار							

#### اهداف کلی درس:

آشنائی با اصول تجارب آزمایشگاهی، آزمایش‌های ذوب و تبلور بر روی سنگ‌های آذرین و ماگماها و نحوه تعمیم دادن نتایج به نمونه‌های طبیعی.

#### سرفصل مطالب:

##### - مقدمه و تعاریف اولیه

- پترولوژی تجربی- اصول و محدودیت‌ها- تاریخچه تحولات علمی پترولوژی تجربی- انواع تجربه‌های پترولوژیکی- معرفی تعدادی از آزمایشگاه‌های پترولوژی تجربی در جهان

##### - مروری بر مفاهیم ترمودینامیک

- قوانین صفر، اول، دوم و سوم ترمودینامیک- پتانسیل شیمیایی، انرژی آزاد، آنتالپی، آنتروپی و سایر توابع ترمودینامیک- قانون کلی فازها و نحوه محاسبه درجه آزادی برای نمودارهای فازي دو بعدی و سه بعدی و ارائه مثال‌های کاربردی- اصول سینتیک واکنش‌ها- معرفی انواع سامانه‌ها

##### - انواع مواد اولیه آزمایش‌های پترولوژی تجربی

- انواع مواد اولیه برای انجام آزمایش‌های پترولوژی تجربی با توجه به نوع دستگاه

- دستگاه‌های مورد استفاده در پترولوژی تجربی

- دستگاه‌های مربوط به شرایط سطحی (فشار یک اتمسفر)

- دستگاه‌های مربوط به شرایط گرمایی نزدیک به سطح





- دستگاه‌های مربوط به فشارهای متوسط (پوسته و گوشته بالایی)
- دستگاه‌های مربوط به فشارهای بالا - دستگاه‌های اندازه‌گیری های ترمودینامیکی
- بکارگیری نتایج آزمایش های پترولوژی تجربی در رسم نمودارها و تفسیر آن ها
- بکارگیری نتایج آزمایش های ذوب و تبلور پترولوژی تجربی در رسم نمودارها و تفسیر آن ها
- بررسی نمودارهای مهم دوتایی از قبیل سامانه‌هایی با محلول جامد کامل (Olivine یا Plagioclase)، سامانه‌های یوتکتیک (Eutectic Systems)، سامانه‌های پریکتیک (Peritectic Systems)، انواع ذوب هم-نهشت و ناهم‌نهشت
- بررسی نمودارهای ذوب و تبلور سه‌تایی و چهارتایی مربوط به سنگ‌های آذرین و دگرگونی از قبیل سامانه‌های Di-An-Ab-Fo، (یا نقطه پریکتیک)، An-Fo-SiO<sub>2</sub>، Di-An-Fo
- تاثیر سیال‌ها بر روی منحنی‌ها یا دمای ذوب سنگ ها

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
√	√	آزمون های نوشتاری √	-
		عملکردی √	

#### منابع:

- درویش زاده، ع. (۱۳۷۶) پترولوژی تجربی. انتشارات دانشگاه تهران. ۵۳۷ ص.
- Cox K.G., Bell J.D., Pankhurst R.J. 1979. The Interpretation of Igneous Rocks. Unwin Hyman, 450pp.
- Gasparik T. 2014. Phase Diagrams for Geoscientists: An Atlas of the Earth's Interior. Springer, 467pp.
- Holloway J.R., Wood B.J. 1988. Simulating the Earth: experimental geochemistry, 203pp.



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: نظری - تخصصی	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: کاربرد ایزوتوپ ها در پتروژئولوژی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار					

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با ایزوتوپها و کاربرد آنها در مطالعات پتروژئولوژیکی بویژه تعیین منشأ و سن سنگهای آذرین و دگرگونی.

#### سرفصل مطالب:

##### - کلیات

- کلیاتی در باره تاریخچه رشد و تحول "زمین‌شناسی ایزوتوپی" و مباحثی پیرامون سن زمین.

##### - ساختمان داخلی اتمها

- نظم هسته‌ای - ساختار اتمها - وزن اتمی - عدد اتمی - نحوه تشکیل عناصر و قوانین مربوط به پایداری و فراوانی هسته‌ای.

##### - سازوکارهای واپاشی اتمهای پرتوزا

- انواع سازوکارهای واپاشی شامل واپاشی‌های بتا، (نگانرون)، پوزیترون، جذب الکترون، پایداری و فراوانی هسته‌ای، الفا و شکافت هسته‌ای.

##### - واپاشی پرتوزا و رشد

- واپاشی یک والد پرتوزا به یک نوزاد پایدار - سرپهای واپاشی - واحدهای پرتوزایی و اندازه‌گیری آنها - فعال‌سازی نوترونی.

##### - تعیین سن به روش $K-Ar$

- اصول و روش‌شناسی، ایزوکرونها  $K-Ar$  - تعیین سن انواع سنگها - آرگن حاصل از گواشته - مقیاس زمانی وازگونی قطبی میدان مغناطیسی زمین - نقاب دگرگونی - مقیاس زمانی پرکامبرین.



### - تعیین سن به روش ( $^{40}Ar/^{39}Ar$ )

- اصول کلی روش - روش گرم کردن فزاینده - نمودار همبستگی ایزوتوپ آرگن - هدر رفتن  $^{39}Ar$  از طریق بازیابی - آشکارسازی  $^{40}Ar$  اضافی - کاربرد لیزر - تعیین سن سولفیدها - سرگذشت گرمایی انتشار آرگن.

### - تعیین سن به روش Rb-Sr

- زمین‌شیمی روییدیم و استرانسیم - تعیین سن کانیهای روییدیم‌دار در سنگهای آذرین - تعیین سن انواع مختلف سنگها - جفت و جور کردن ایزوکرون‌ها - زمین‌شناسی ایزوتوپی استرانسیم در شخانه‌ها و سنگ‌های آذرین زمینی - نسبت‌های  $^{87}Sr/^{86}Sr$  آغازین - نسبت‌های  $^{87}Sr/^{86}Sr$  در شخانه‌های جوان - ناهنجاریهای ایزوتوپی - سرگذشت ماه - تحول ایزوتوپی استرانسیم در کره زمین - مقادیر نسبت‌های ایزوتوپی استرانسیم در سنگهای آتشفشانی ایران و جهان - منشاء سنگهای گرانیتی براساس نسبت‌های ایزوتوپی استرانسیم (زرفسنگهای کالیفرنیا و دیگر توده‌های آندی، گرانیت‌های ایران).

### - تعیین سن به روش ساماریم - نئودیمیم

- زمین‌شیمی ایزوتوپی ساماریم و نئودیمیم - اندازه‌گیریهای سنی انجام شده در سنگ‌های مختلف - تحول ایزوتوپی نئودیمیم در کندریتها - آکندریتها و شرگوتیتها - تصحیحات تفریق ایزوتوپی - زمین‌شناسی ایزوتوپی نئودیمیم و استرانسیم در سنگهای آذرین - آرایش گوشته‌ای و پترولژ MORBs و OIBs - بازالت‌های قاره‌ای - بخش‌های چهارگانه نمودار تطابق Sr-Nd، ایالت ایتالیا - بازالت‌های رودخانه کلمبیا - توده نفوذی کالکا در بخش مرکزی استرالیا - جزایر قوسی و حاشیه‌های قاره‌ای - جزایر گرانا‌دا و ساندویچ جنوبی - اندونزی، امریکای جنوبی - آمیختگی دو جزئی - پوسته قاره‌ای - باتولیت‌های سیرا نوادا و کالیفرنیا جنوبی - باتولیت‌های جنوب شرقی استرالیا.

### - تعیین سن به روش Lu-Hf

- زمین‌شیمی تعیین سن به روش Lu-Hf - تحول ایزوتوپی هافنیم - بازالت‌های زمینی و ماه حول هافنیم در پوسته زمین - زمین‌شیمی، تعیین سن به روش Re-Os - تحول ایزوتوپی اسمیم - روش متعارف تعیین سن Os - ناپهنجاری ایریدیم در مرز کرتاسه - ترشیری

### - تعیین سن به روش Re-Os

- زمین‌شیمی رنیم و اسمیم - تعیین سن به روش رنیم - اسمیم - تحول ایزوتوپی رنیم - اسمیم در زمین (پوسته و گوشته) - روش متعارف تعیین سن به روش رنیم - اسمیم - تفسیرهای مربوط به ناپهنجاری ایریدیم در مرز کرتاسه - ترشیری

### - تعیین سن به روشهای U-Th-Pb

- روشهای متقدم، زمین‌شیمی اورانیم و توریم - سریهای واپاشی اورانیم و توریم - روشهای تعیین سن ایزوتوپی  $U, Th-Pb$  - نمودار سازگاری  $U-Pb$  - منحنی سازگاری - سایر مدل‌های ممکن (انتشار مستمر، مدل اتساع، هوازدگی شیمیایی) - سازگاری‌های  $U-Th-Pb$  - ایزوکرون  $U-Pb, Th-Pb$  و  $Pb-Pb$  - روشهای تحلیلی برای تعیین سن زیرکن - تعیین سن تک پلورهای زیرکن - روش تعیین سن سرب معمولی - مدل‌های یک مرحله‌ای



(مدل هولمز - هوترمنز، سن شخانه‌ها و زمین)، زمان سنجی سرب معمولی توسط مدل‌های یک مرحله‌ای - نسبت  $Th/U$  - سرب‌های غادی و نابهنجار - مدل دو مرحله‌ای تحول سرب - تعیین سن پتاسیم فلدسپار به کمک روش سرب معمولی - سرب‌های چند مرحله‌ای در سنگ‌های آذرین - سرب در سنگ‌های بازالتی جوان - آلودگی سرب محیط.

#### - کربن ۱۴ و دیگر هسته‌های پرتوزا با منشاء کیهانی

- کشف کربن ۱۴ - اصول زمانسنجی  $^{14}C$  - تغییرات مقدار کربن پرتوزاین موجود در اتمسفر - تفریق ایزوتوپی، روش شناسی - تعیین سن نمونه های کربناتی - تولید  $^{10}Be$  و  $^{26}Al$  در اتمسفر - زمانهای ماند  $^{10}Be$  و  $^{26}Al$  در اقیانوسها - تعیین سن سنگها با هسته‌های پرتوزای دارای منشاء کیهانی - تعیین سن سیلیس زیست‌زاد با روش  $^{32}Si$  ،  $^{10}Be$  در سنگ‌های آتشفشانی

#### - مبنای شناسایی ایزوتوپ‌های پایدار

- معرفی ایزوتوپ‌های پایدار اصلی، پارامتر دلتا و تفکیک ایزوتوپی. قوانین حاکم بر تفکیک ایزوتوپ‌های پایدار - توزیع ایزوتوپ‌های پایدار در اتمسفر، آب‌کره و سنگ‌کره

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	بروزه
-	-	آزمون های نوشتاری ✓	-
		عملکردی ✓	

### منابع:

- Allegre C.J. 2008. Isotope Geology. Cambridge University Press, 512pp.
- Dickin A.P. 2005. Radiogenic Isotope Geology. Cambridge University Press, 512pp.
- Faure, G. 2004. Isotopes: Principles and Applications, 3<sup>rd</sup> ed., John Wiley, 928pp.
- Hoefs, J. 2009. Stable Isotope Geochemistry. Springer, 286pp.





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

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با اصول و مبانی بلورشناسی و روش های مورد استفاده در بلورشناسی و کانی شناسی.

#### سرفصل مطالب:

- تعریف بلور و کانی و تاریخچه بلورشناسی، بلور و شبکه فضایی، داده های بلور شناختی
- پیوندهای مولکولی و ارتباط آن با نحوه تشکیل بلور و انواع مختلف گروه های کانی
- قوانین بلورشناسی، رده بندی بلورها و فرم های بلورشناختی
- رده های تقارن در سامانه های بلورشناسی
- روش های نمایش بلورها: تصویر فضایی در شبکه ولف، تصویر فضایی رده های تقارن و اجتماع بلورها (ساکل)
- رشد و انحلال بلورها: رشد طبیعی و آشنایی با تنوع روش های رشد مصنوعی بلورها، انحلال و خوردگی در بلورها خواص فیزیکی و شیمیایی بلورها: زخ، سختی، شکست، چندرنگی، پیرو و پیزوالکتریسته
- کاربردهای صنعتی بلورهای طبیعی و مصنوعی
- روش های مطالعه بلورها: کانی شناسی نوری و اشعه ایکس
- نقص ساختمان، رشد بلور و میانبارها در ساختار بلورها
- بلورشناسی عملی: تشخیص عناصر تقارن، سامانه های تیلور و تعیین اندیس های میلر سطوح بلوری



روش ارزیابی:

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

منابع:

- عرفانی، ح (۱۳۵۱) بلورشناسی. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۱ ص.
- ونوفی عابدینی، م (۱۳۸۲) مبانی تئوری و عملی کانی شناسی نوری. انتشارات آرین زمین. ۲۹۰ ص.
- اعتمادی، ب (۱۳۸۶) بلورشناسی. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه شیراز. ۴۰۴ ص.

- Benedict J. B. 2012. Recent Advances in Crystallography. Intech publisher, 312pp.
- Borchardt-Ott, W. 2012. Crystallography: An Introduction. Springer, 349pp.
- Ford, W.E. 2006. Dana's Textbook of Mineralogy (with extended treatise crystallography & physical mineralogy). CBS Publishers 156pp.
- Hammond, C. 2015. The Basics of Crystallography and Diffraction. Oxford University Press 528pp.



دروس پیشنهادی:	نظری	جبرانی	نوع واحد: نظری- تخصصی	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: فابریک مغناطیسی سنگ‌های آذرین و دگرگونی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری*	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Magnetic fabrics of igneous and metamorphic rocks
سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>					

### اهداف کلی درس:

آشنایی با اصول رفتار مغناطیسی سنگها و کانی‌ها و استفاده از فابریک‌های مغناطیسی موجود در آنها برای حل مسائل پترولوژی بویژه جایگزینی توده‌های آذرین نفوذی.

### سرفصل مطالب:

#### - کلیات

- مفاهیم و تعاریف- اندازه‌گیری سنتی پارامترهای ساختاری- تاریخچه مطالعات AMS در سطح جهان و ایران- کلیاتی راجع به ناهمسانگردی پذیرفتاری مغناطیسی (AMS) و مانده مغناطیس طبیعی (NRM)- تفاوت‌ها و شباهت‌ها- رفتار و ویژگی‌های مغناطیسی کانی‌های مورد استفاده در مطالعات AMS و NRM (کانی‌های فرومغناطیس، پارامغناطیس، و دیامغناطیس)

#### - اصول روش فابریک مغناطیسی

- تعریف فابریک مغناطیسی- منشا فابریک مغناطیسی- روش نمونه برداری فابریک مغناطیسی (روشهای مختلف نمونه برداری صحرائی در گرایشهای مختلف زمین‌شناسی، برداشت عناصر ساختاری در توده‌های سنگی آذرین و سنگهای میزبان به‌ویژه سنگهای دگرگونی، خطاهای نمونه برداری، آماده‌سازی نمونه‌های برداشت شده)- آشنایی با اصول و روش کار با دستگاه کاپابریج و اندازه‌گیری پذیرفتاری مغناطیسی (بایدها و نبایدها، نحوه جلوگیری از خرابی دستگاه و رفع اشتباهات احتمالی، شرایط و محیط نگهداری دستگاه، شرایط محیطی در هنگام اندازه‌گیری پارامترهای مغناطیسی)- پارامترهای مورد استفاده در مطالعات فابریک مغناطیسی (قابلیت پذیرفتاری مغناطیسی میانگین یا Km- پارامتر P یا درجه ناهمسانگردی- پارامتر T یا فاکتور شکل- نقشه‌های خطوطارگی و برگوارگی مغناطیسی- تعبیر و تفسیر داده‌های بیضوی خودپذیری مغناطیسی (الگوی فابریک)-



کانی‌شناسی مغناطیسی با استفاده از منحنی‌های ترومومغناطیسی (بررسی تغییرات قابلیت پذیرفتاری مغناطیسی کانیها با دما، برآورد سازهای پارامغناطیس و فرومغناطیس قابلیت پذیرفتاری مغناطیسی).

- تقسیم‌بندی گرانیت‌ها از دیدگاه فابریک مغناطیسی

- منشاء و اهمیت هندسی فابریکها (فابریک‌های مغناطیسی در گرانیت‌های پارامغناطیس- فابریک‌های مغناطیسی در گرانیت‌های فرومغناطیس)- مقایسه فابریک‌های پارامغناطیس و فرومغناطیس- بررسی رابطه بین زمین‌شیمی سنگ کل و رفتار مغناطیسی آنها

- ریز ساختها و اهمیت آنها در مطالعات AMS

- فابریکها یا ساختهای ماگمایی- فابریکها یا ساختهای ساب ماگمایی- فابریکها یا ساختهای میکروسکوپی ساب سولیدوس حالت جامد (فابریکها یا ساختهای میکروسکوپی ساب‌سولیدوس حالت جامد دمای بالا، فابریکها یا ساختهای میکروسکوپی ساب‌سولیدوس حالت جامد دمای پایین)

- ارتباط بین فابریک‌های ماگمایی و مدل‌های جایگیری

- معرفی انواع روشهای جایگزینی توده‌های نفوذی- بررسی تاثیر انواع دگرسانی و دگرگونی بر روی الگوهای فابریک مغناطیسی- مطالعه موردی و آشنایی با سازوکار جایگیری برخی از توده‌های نفوذی در ایران و جهان

- اصول نمونه برداری و مطالعات صحرائی

- آشنایی با روش نمونه‌برداری در صحرا و آماده‌سازی نمونه‌ها در آزمایشگاه- آشنایی با دستگاه اندازه‌گیری پذیرفتاری مغناطیسی و نحوه کار کردن با آن- روشهای مطالعات ماکروسکوپی و میکروسکوپی و آشنایی با انواع فابریکها و ریز ساختها- آشنایی با برخی نرم‌افزارهای مرتبط جهت تسریع در تعبیر و تفسیر پارامترهای مغناطیسی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	√	آزمون های نوشتاری √	-
		عملکردی √	

منابع:

- Bouchez, J. L., Hutton, D. H. W. & Stephens, W. E. 1997. Granite: From Segregation of Melt to Emplacement Fabrics (Kluwer, Dordrecht). 334pp.
- Martin-Hernandez, C. Luncburg, C. Aubourg and M. Jackson, 2004. Magnetic Fabric: Methods and Applications, The Geological Society of London Special Publication No. 238, 360pp.





دروس پیشنهادی:	نظری	جبرائی	نوع واحد: نظری- تخصصی	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: ریزساختارهای آذرین و دگرگونی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	عملی*				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input checked="" type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/> سفر عملی					
تعداد ساعت: ۶۴ عنوان درس به انگلیسی: Microstructures of igneous and metamorphic rocks					

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با اصول دگرشکلی سنگ‌ها و سازوکارهای حاکم بر دگرشکلی، تحلیل سینماتیک و دینامیک ساختارهای دگرشکل شده سنگ‌های آذرین و دگرگونی، نحوه نمونه‌برداری، تهیه مقاطع، مطالعه و تفسیر انواع ساختارها و بافت‌های دگرریختی.

#### سرفصل مطالب:

##### - کلیات

- تعاریف، فازهای دگرشکلی و حوادث دگرگونی، گسترش و تفسیر فازهای دگرشکلی

##### - جریان و دگرشکلی

- تنش و دگرشکلی، اصول رئولوژی

##### - مکانیسم دگرشکلی

- تعاریف- جریان کاناکلاستی، انحلال فشاری، دگرشکلی درون بلوری دوقلوسازی- تبلور دوباره- لغزش- دگرشکلی برخی از کانیه‌های سازنده سنگ- دگرشکلی سنگهای چند بلوری- قوانین جریان و سازکار دگرشکلی

##### - برگوارگیها، خطوارگیها و جهت یافتگی‌های تدریجی شبکه بلوری

تعاریف، انواع برگوارگی (اولیه، دیپانزی و ثانویه)- چگونگی گسترش برگوارگی بر حسب نوع سنگ و شرایط دگرگونی- خطوارگی و گسترش آن- جهت یافتگی ترجیحی شبکه بلوری



### - پهنه‌های برشی

- تعاریف- سنگهای گسله شکنا- مشخصات فابریک میلوئیتها- رده بندی میلوئیتها- سنگهای گسلی پیچیده- نوع برش- تعیین کننده های میکروسکوپی نوع برش در میلوئیتها- تعیین کننده های نوع برش در سامانه‌های شکنا

- حاشیه های تغییر شکل، رگه های فیبری، سایه های کرنش، حاشیه های کرنش و بودینها

### - پورفیروبلاستها و حاشیه های واکنشی

- تعاریف- تشکیل و رشد پورفیروبلاستها- رابطه بین پورفیروبلاستها و خمیره (انواع پورفیروبلاستهای قبل از تکتونیک، بین تکتونیک و پس از تکتونیک)- چرخش پورفیروبلاستها- درونبارها- حاشیه های واکنشی و انواع آن

### - ساختارهای اولیه در سنگهای آذرین و میگماتیتها

- جریان ماگمایی و شبه ماگمایی و شواهد آن- شواهد دگرشکلی در شرایط جامد

### بازدید صحرایی:

بازدید صحرایی به مدت حداقل ۲ روز به منظور آشنایی با روش اندازه گیری انواع فابریک میکروسکوپی در سنگها- اندازه گیری و برداشت ساختهای جهت دار ورقه‌ای و خطی در نمونه های دستی و صحرایی- جهت یابی نمونه‌های دستی، برش و تهیه مقاطع میکروسکوپی نمونه های جهت دار- مشاهدات ماکروسکوپی و میکروسکوپی و آشنایی با انواع فابریکها و ریز ساختها در آزمایشگاه.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
√	-	آزمون های نوشتاری √	-
		عملکردی -	

### منابع:

- Ghosh, S.K., 1995. Structural geology fundamentals of modern developments. Pergamon press, 393pp.
- Paesons L., 1986. Origins of igneous layering, D. Reidel publ. Co., 666pp.
- Passchier C. W. Trouw R.A.J., 2010. Microtectonics. Springer, 366pp.
- Vernon R.H. 2004. A practical guide to rock microstructure, Cambridge Uni. Press, 594pp.



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

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با منشأ آتشفشان‌ها، نحوه فعالیت، انواع فوران‌ها و فراورده‌های آتشفشانی، خطرات آتشفشانی و راه‌های پیشگیری از آن، ارتباط زمین‌ساخت صفحه‌ای با آتشفشان، تطابق نوارهای زلزله و آتشفشان با زمین‌ساخت و فعالیت آتشفشانی پلیوکواترن در ایران.

#### سرفصل مطالب:

##### - کلیات

- تعاریف- تاریخچه و اهمیت مطالعه آتشفشانها- کمربندهای آتشفشانی دنیا- منابع گرمایی تولید مذاب

##### - کنترل آتشفشان‌های فعال

- تعاریف- روشهای مختلف مراقبت و کنترل آتشفشانهای فعال (بررسیهای تغییرات میدان الکتریکی- پی- هنجاری‌های مغناطیسی و گرانشی در مناطق آتشفشانی- تغییرات جریان گرمایی- بررسی دمای دودخاتها و چشمه های آب داغ- دگرشکلپهای سطح زمین، تغییرات شیمی گازها- سنجش از دور)- تهیه بانک اطلاعاتی از فعالیت آتشفشانی

##### - خطرهای آتشفشانی و راه‌های پیشگیری

- انواع خطرهای آتشفشانی (جریان‌های آذرآواری- روانه‌های گلی و لاهار- بهمن‌های سوزان- ابرهای سوزان- گازهای سمی- زمین لرزه- سونامی- تغییر آب و هوای زمین)- تهیه نقشه‌های خطر و پیشگویی وقایع آتشفشانی



## - فوران‌های آتشفشانی و محصول‌های آن‌ها

- طبقه‌بندی فوران‌های آتشفشانی (رده‌بندی لاکروا- نمودارهای ریتمن- رده‌بندی واکر- شاخص انفجاری آتشفشانها)- رخساره‌های جامد آتشفشانی و تقسیم‌بندی آنها- انواع قطعات آذرآواری ناپیوسته- نهشته‌های آذرآواری بهم پیوسته

## - رده‌بندی انواع فوران‌ها

- فوران‌های هوایی (هاوایی، استرومبولی، ولکانو، پلیتی یا وزووبین، اولتراپلینی و پله)- فوران‌های آب‌آتشفشانی (سورتسی یا جزیره ساز، فراتوپلینی)- فورانهای زیردریایی (آبهای گرم عمیق، عمیق و اعماق اقیانوس)- فورانهای یخساری و محصولات آنها

## - سربهای ماگمایی

- نامگذاری سربهای ماگمایی- سربهای قلیایی، قلیایی-کلسیمی و توله‌ایتی و علل ایجاد و محل پیدایش هر یک- تشخیص سربها- رده‌بندی‌های شیمیایی

## - آتشفشانی و زمین‌ساخت

- آتشفشانهای پشته میان اقیانوسی- آتشفشانهای حوضه پشت کمان- آتشفشانهای جزایر قوسی- آتشفشانهای حاشیه فعال قاره‌ها- آتشفشانهای درون صفحات اقیانوسی و قاره‌ای

## - آتشفشانی در ایران

- دیرینه‌آتشفشانی در ایران (ترکیب، سن، نحوه پراکندگی، بحث)- آتشفشانی ترشیر از نظر ترکیب، سن پراکندگی و علل پیدایش در البرز، شرق و ایران مرکزی- آتشفشانی عهد حاضر (دماوند، سهند، سبلان، قروه، بیجار، تفتان، بزمان، جنوب بزد)- چشمه‌های آب معدنی در ایران، ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و ترکیبات همراه (گاز، ماده معدنی)- دمای تقریبی (در آذربایجان-کردستان-دماوند)- انرژی زمین‌گرمایی (نحوه استفاده، مزایا و معایب، اهمیت آن در ایران).

## روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
√	√	آزمون‌های نوشتاری √	-
		عملکردی -	

## منابع:

- درویش زاده ع. (۱۳۸۳)، آتشفشانها و رخساره‌های آتشفشانی، انتشارات دانشگاه تهران، ۷۵۸ص.  
-Cas R.A.F. &Wright J.V. 1988. Volcanic successions, modern and ancient, approach to processes, products and successions.Chapman & Hall, 528pp.  
-Hull E. 2010. Volcanoes: Past and Present, 127pp.  
-Sigurdsson H. 1999. Encyclopedia of Volcanoes, Academic Press, 1417pp.  
-Wood J.L., Hazlett, R.W. 2010. Volcanoes: Global perspective. Willey-Blackwell, 539pp.







گروه برنامه ریزی .....  
گروه برنامه ریزی

صور تجلسه بررسی عنوان  برنامه آموزشی  جدید

منابع و مآخذ	محتوای دروس		دروس		کل برنامه	درصد
	تجزیه اصلی	اصلی	تجزیه اصلی	اصلی		

بازنگری

- 1- نام دانشگاه یا موسسه آموزش عالی متقاضی:
- 2- نام برنامه آموزشی ( رشته / گرایش / این رشته ای): *تیرولری*
- 3- مقطع: *مستثنای رشته*
- 4- شماره نامه:

*فهرست اسامی*  
*تیرولری*  
*مقطع*  
*شماره نامه*

ضعیف	متوسط	خوب	خیلی خوب	
				مقدمه شامل: کلیات، دلایل منطقی، تاریخچه و زمینه های موجود برای ایجاد رشته
				مشخصات کلی شامل: عنوان ( رشته، گرایش، دوره، بین رشته ای) و میزان هم پوشانی با سایر رشته های مشابه
				تعریف و هدف
				ضرورت ایجاد رشته از نظر پاسخگویی به نیازهای ملی و منطقه ای و همگام با تحولات علمی روز
				تواناییهای و مهارتهای دانش آموختگان
				شرایط لازم برای اجرا شامل: امکانات، تجهیزات مورد نیاز و نیروی انسانی
				سایر موارد:

نام	نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	محل خدمت	امضاء
<i>غلامحسین</i>	<i>میرزایی</i>	<i>استاد</i>	<i>دانشگاه تهران</i>	<i>[Signature]</i>
<i>عبیررضا</i>	<i>زراندوز</i>	<i>استاد</i>	<i>دانشگاه تهران</i>	<i>[Signature]</i>
<i>آرمن</i>	<i>لنگرشم</i>	<i>استاد</i>	<i>دانشگاه تهران</i>	<i>[Signature]</i>
<i>محمدعلی</i>	<i>ابوبی</i>	<i>استاد</i>	<i>دانشگاه تهران</i>	<i>[Signature]</i>

برنامه آموزشی یاد شده مورد تایید است  مورد تایید نیست  یا انجام اصلاحات مجدداً بررسی شود

امضاء سرپرست کمیته تخصصی

تصمیم گروه برنامه ریزی .....

.....  
امضاء رئیس گروه برنامه ریزی .....