



برنامه درسی

رشته: علوم زمین

گرایش: زمین‌شناسی اقتصادی

دوره: دکتری



دانشکده: علوم

مصوب جلسه مورخ ۱۴۰۳/۱۰/۰۴ شورای برنامه‌ریزی درسی و آموزشی دانشگاه

این برنامه براساس آیین‌نامه شماره ۲۱/۲۳۸۰۶ وزارت علوم تحقیقات و فناوری در خصوص تفویض اختیارات برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌های دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده علوم تدوین شده و در جلسه مورخ ۱۴۰۳/۱۰/۰۴ شورای برنامه‌ریزی درسی و آموزشی دانشگاه به تصویب رسیده است.

مصوبه شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه فردوسی مشهد

رشته: علوم زمین گرایش زمین شناسی اقتصادی

دوره: دکتری

برنامه درسی دوره دکتری که توسط اعضای هیات علمی گروه آموزشی زمین شناسی تدوین شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.

- هر نوع تغییر در برنامه درسی مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی درسی و آموزشی دانشگاه برسد.

ایمان قلندریان

مدیر برنامه ریزی و توسعه آموزش دانشگاه

فهیمة شریعتی

رئیس گروه برنامه ریزی آموزشی و درسی

دانشگاه

محمود امین خندقی

معاون آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۱۴۰۲/۱۰/۰۴ شورای برنامه ریزی درسی و آموزشی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی علوم زمین گرایش زمین شناسی اقتصادی در مقطع دکتری صحیح است. به واحد ذی ربط ابلاغ شود.



عبدالرضا جوان جعفری بجنوردی

سرپرست دانشگاه فردوسی مشهد



معاونت آموزشی

شورای برنامه ریزی درسی

برنامه درسی

دوره: دکتری

رشته: علوم زمین

گرایش: زمین شناسی اقتصادی



دکتر آزاده ملک‌زاده شفاوردی	عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر بهنام رحیمی	عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر سید مسعود همام	عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر حسین صادقی	عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱	زمین‌شناسی اقتصادی پیشرفته	ژئودینامیک و متالورژی کانسارهای ماگمایی و دگرگونی
۲	ژئوشیمی سیالات گرمابی (نظری + عملی)	ژئوشیمی محلول‌های گرمابی کانسارهای ماگمایی، دگرگونی و رسوبی (نظری + عملی)
۳	زمین‌شناسی ساختمانی و کانی‌سازی (نظری + عملی)	زمین‌شناسی ساختمانی کاربردی در اکتشاف ذخایر معدنی (نظری + عملی)
۴	پردازش داده‌های ماهواره‌ای و تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی معدنی (نظری + عملی)	اکتشافات زمین‌شناسی، ژئوشیمی و ژئوفیزیک (نظری + عملی)
۵	کانی‌سازی و اکتشاف فلزات خاص	زمین‌شناسی و اکتشاف فلزات گران‌بها
۶	اکتشاف معدنکاری و بررسی راه‌های کنترل زیست‌محیطی	کانی‌سازی و اکتشاف عناصر راهبردی
۷		علم انتخاب اهداف اکتشافی مواد معدنی، تلفیق لایه‌های انتخابی (نظری + عملی)
۸		ژئودینامیک کانسارهای فلزی ایران
۹		روش‌های فراوری مواد معدنی فلزی و استحصال طلا
۱۰		ارزیابی اقتصادی ذخایر معدنی
۱۱		زمین‌شناسی زیست‌محیطی اکتشافات معدنی



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



زمین شناسی اقتصادی (Economic Geology) شاخه‌ای از علم زمین شناسی است که پیرامون شرایط تشکیل مواد معدنی فلزی و غیرفلزی، زمین شیمی، ویژگی‌های بافتی و ساختی کانسنگ‌ها، عوامل کنترل کننده پراکندگی مواد معدنی، توجیه فنی و اقتصادی آن‌ها و رده‌بندی زایشی مواد معدنی بحث می‌کند (Glossary of Geology, 2005). در رسیدن به اهداف بالا، انواع روش‌های تجزیه مواد معدنی، اکتشافات زمین فیزیکی، زمین شیمیایی و روش‌های فرآوری مواد انجام می‌گیرد. منابع معدنی، زیربنای اقتصاد، صنعت و کشاورزی هر جامعه را تشکیل می‌دهند. بشر از آغاز آفرینش خود و در طول تاریخ، برحسب نیازمندی‌ها و شناخت، از منابع معدنی استفاده کرده است. اکنون نیز انسان، از مواد معدنی به روش‌های مختلف بهره‌برداری می‌نماید. به عبارت دیگر، مواد معدنی پایه و اساس تمدن بشر را تشکیل می‌دهد.

ساخت اشیای دست‌ساز بشر به عصر پارینه‌سنگی (Paleolithic age) در ۷۵۰ هزار سال پیش از میلاد باز می‌گردد. بر اساس مطالعات باستان‌شناسی، طلا نخستین فلزی بود که بشر به صورت خالص از رودخانه‌ها جمع‌آوری کرده است و مس نیز نخستین فلزی است که انسان توانست آن را از ذوب سنگ‌ها به دست آورد. بر طبق نوشته‌های هرودت، یونانیان در سال‌های ۴۲۰ تا ۳۸۴ پیش از میلاد از رگه‌های کوارتز برای ردیابی و کشف ذخایر طلا استفاده می‌کردند. ابوعلی سینا، فیلسوف و دانشمند ایرانی (۹۸۰-۱۰۳۷ میلادی) اولین پژوهشگری بود که رده‌بندی سامانمند مواد معدنی شامل سنگ‌ها، فلزها، سولفیدها و نمک‌ها را ارائه کرده است. اولین نظریه در مورد خاستگاه مواد معدنی و ذخایر فلزی توسط جورج اگریکولا دانشمند آلمانی در سال ۱۵۵۶ میلادی ارائه شد. در قرن هجدهم میلادی نیز پژوهش‌هایی در زمینه چگونگی تشکیل و خاستگاه مواد معدنی به‌ویژه در آلمان و اسکاتلند انجام شد. در نظریه معروف نپتونیت‌ها (ورنر؛ ۱۷۷۵ میلادی) و پلوتونیت‌ها (هاتن؛ ۱۷۷۸ میلادی) محصول این سده میلادی است. در اواخر قرن نوزدهم میلادی، دانشمندان آمریکایی و اروپایی در مورد نحوه تشکیل مواد معدنی نظریه‌های مختلفی ارائه کردند. مطالعه و پژوهش‌هایی که تاکنون در زمینه منشأ و چگونگی تشکیل کانی‌ها توسط دانشمندان انجام شده به ارائه نظریه‌های جدیدی منجر شد که اکتشاف مواد معدنی را کم‌هزینه‌تر و آسان‌تر کرد.

در بسیاری از کتاب‌های تاریخی ساکنان اولیه ایران را نخستین ذوب کنندگان و استفاده کنندگان از فلزات و به‌ویژه مس معرفی کرده‌اند و تاریخ آن را حدود ۹ هزار سال پیش از میلاد می‌دانند. باین حال، به نظر بسیاری از باستان‌شناسان، نخستین استخراج و ذوب مس توسط ایرانیان در محلی به نام تل ابلیس صورت گرفته است. بر اساس شواهد باستان‌شناسی و معدنکاری شدادی، مرکز، شرق و شمال ایران دارای کهن‌ترین پیشینه فلزگری می‌باشد. وجود کوره‌های قدیمی ذوب فلزات و سرباره مواد معدنی در دامنه رشته‌کوه‌های زاگرس و البرز تا کویر یزد، کرمان، قم، کاشان، خراسان و هم‌چنین در دامنه رشته‌کوه‌های بلوچستان مانند سرباره‌های معدنی مس چهل کوره و معادن متروکه سرب و روی خارستان و بیدستر تفتان حکایت از مهارت ایرانیان در امر فرآوری فلزات از مواد معدنی دارد.

دانش‌آموخته دوره دکتری تخصصی گرایش زمین‌شناسی اقتصادی باید قادر باشد با گذراندن دروس به‌روز شده مطابق با استانداردهای جهانی و آشنایی با تکنولوژی جدید گام‌های مثبتی در جهت اکتشاف مواد معدنی بردارد و بتواند با نظریه‌های جدید و نوآوری، چرخه معدنی کشور و دنیا را کامل‌تر کند.

مشخصات کلی، تعریف و اهداف

این برنامه‌ای آموزشی و پژوهشی شامل دروس نظری، عملی و کار پژوهشی است که حدود ۳۰ درصد پایه آن گرایش‌های پترولوژی (به‌ویژه پترولوژی گرانیتوئیدها) و زمین‌شناسی ساختمانی است. کشور ما با در اختیار داشتن منابع معدنی بسیار غنی از انواع مواد انرژی‌زا، ذخایر فلزی و غیرفلزی گران‌بها و قرار گرفتن بر روی پهنه‌ای پویا از دیدگاه زمین‌شناختی و توجه دولت برای ایجاد و توسعه زیرساخت‌های کشور، نیاز مبرم به پژوهش‌گران و متخصصان زمین‌شناسی اقتصادی دارد که در این زمینه به مطالعه و کاوش بپردازند. از این‌رو برنامه‌ای که در زیر می‌آید برای تحقق بخشیدن به خودکفایی کشور با در نظر گرفتن تمام جنبه‌های آموزشی و پژوهشی رشته زمین‌شناسی اقتصادی و مسیر آینده آن در جهت رفع نیازهای جامعه است.

هدف این دوره، ایجاد رشد علمی و بهره‌وری از آن در زمینه‌های اکتشاف منابع معدنی، خاستگاه و استفاده راهبردی از آن‌ها است. دانش‌آموختگان این رشته قادر خواهند بود مهارت‌های علمی و عملی لازم را به گونه‌ای کسب نمایند که علاوه بر آمادگی برای تدریس در دانشگاه‌های کشور، بتوانند با استفاده از تجارب و مطالعات کافی در طول دوره تحصیل به پژوهش‌های بنیادی و کاربردی در زمینه‌های مختلف شامل اکتشاف و پی‌جویی ذخایر معدنی به روش‌های مختلف و طرح‌های وابسته به مهندسی معدن بپردازند.



ضرورت و اهمیت

همان‌طور که در قسمت‌های قبلی ذکر شد متخصصان گرایش زمین‌شناسی اقتصادی درواقع متولی اصلی اکتشاف مواد معدنی در کشور هستند. مهم‌ترین مشکل ایران کمبود نزولات جوی است که بر روی اقتصاد و اشتغال مردم تأثیر گذار است. معادن مهم‌ترین و پایدارترین اقتصاد هستند و می‌توانند باعث ایجاد مراکز جمعیتی و در پی آن امنیت کشور بشوند. کشور ایران دارای پتانسیل معدنی فراوان است که بسیاری از آن‌ها به علت کویری بودن بخش بزرگی از کشور هنوز ناشناخته مانده است.

تعداد و نوع واحدهای درسی

دانشجویان برای دریافت مدرک دوره دکتری تخصصی زمین‌شناسی اقتصادی جمعاً ۳۶ واحد می‌گذرانند که شامل ۸ واحد دروس تخصصی و ۱۰ واحد از دروس اختیاری و ۱۸ واحد رساله دکتری می‌باشد.

جدول (۱) - توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس تخصصی	۸
دروس اختیاری	۱۰
رساله	۱۸
جمع	۳۶

مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
توانایی لازم برای تهیه انواع نقشه‌های زمین‌شناسی، آلتراسیون، کانی‌سازی هدفمند و ژئوشیمی هوشمند و کار با تصاویر ماهواره‌ای	کلیه دروس تخصصی و اختیاری
انتخاب مناطق مهم برای اکتشاف مواد معدنی، مدل‌سازی و ارزیابی ذخیره	کلیه دروس تخصصی و اختیاری
اکتشاف عناصر و کانسارهای مهم راهبردی و فلزات گران‌بها برای کشور	کلیه دروس تخصصی و اختیاری
فعالیت‌های معدنی در کارهای صحرایی و آزمایشگاهی	کلیه دروس تخصصی و اختیاری

شرایط و ضوابط ورود به دوره

کلیه فارغ‌التحصیلان مقطع کارشناسی ارشد زمین‌شناسی (گرایش‌های مختلف) که بر اساس ضوابط سازمان سنجش آموزش کشور مجاز به ثبت‌نام در مقطع دکتری تخصصی زمین‌شناسی اقتصادی می‌شوند، می‌توانند شرکت کنند. دانشجویان ورودی دوره دکتری از رشته‌های غیر زمین‌شناسی اقتصادی نیز بنا به تشخیص گروه آموزشی، لازم است تا سقف ۱۴ واحد از دروس تخصصی مقطع کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی (جدول ۲) را به‌عنوان دروس جبرانی بگذرانند.



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول ۱- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی دکتری گرایش زمین شناسی اقتصادی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۳-۱) واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	کانسارهای آذرین و دگرگونی و گرمایی	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-
۲	اصول اکتشافات زمین شیمیایی	۲	۲	-	-	۳۲	-	کانسارهای آذرین و دگرگونی و گرمایی	-
۳	ایزوتوپ‌های رادیوژنیک- پایدار، منشأ و محیط تکتونیکی گرانیتوئیدها	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-
جمع واحد		۶	-	-	-	۹۶	-	-	-

جدول ۲- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی دکتری گرایش زمین شناسی اقتصادی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۳-۱) واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	ژئودینامیک و متالورژی کانسارهای ماگمایی و دگرگونی	۳	۳	-	-	۴۸	-	-	-
۲	ژئوشیمی محلول‌های گرمایی کانسارهای ماگمایی، دگرگونی و رسوبی	۱+۱	۱	۱	۲	۱۶	۳۲	-	-
۳	زمین شناسی ساختمانی کاربردی در اکتشاف ذخایر معدنی	۱+۲	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	-	-
جمع واحد		۶	۲	۵	-	۹۶	۶۴	-	-



جدول ۳- عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری دکتری گرایش زمین‌شناسی اقتصادی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۳-۱) واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	اکتشافات زمین‌شناسی، ژئوشیمی و ژئوفیزیک	۱+۱	۱	۱	۲	۱۶	۳۲	ژئودینامیک و متالوژنی کانسارهای ماگمایی و دگرگونی	
۲	زمین‌شناسی و اکتشاف فلزات گران‌بها	۲	۲	۰	۰	۳۲	۰		
۳	کانی‌سازی و اکتشاف عناصر راهبردی	۲	۲	۰	۰	۳۲	۰		
۴	علم انتخاب اهداف اکتشافی مواد معدنی، تلفیق لایه‌های انتخابی	۱+۱	۱	۱	۲	۱۶	۳۲	ژئودینامیک و متالوژنی کانسارهای ماگمایی و دگرگونی	
۵	ژئودینامیک کانسارهای فلزی ایران	۲	۲	۰	۰	۳۲	۰	ژئودینامیک و متالوژنی کانسارهای ماگمایی و دگرگونی	
۶	روش‌های فراوری مواد معدنی فلزی و استحصال طلا	۲	۲	۰	۰	۳۲	۰		
۷	ارزیابی اقتصادی ذخایر معدنی	۲	۲	۰	۰	۳۲	۰		
۸	زمین‌شناسی زیست‌محیطی اکتشافات معدنی	۲	۲	۰	۰	۳۲	۰		
	جمع واحد		۱۴	۲	۴	۲۲۴	۶۴		



فصل سوم
ویژگی‌های دروس



عنوان درس به فارسی			ژئودینامیک و متالوژنی کانسارهای ماگمایی و دگرگونی	
عنوان درس به انگلیسی			Geodynamic and Metallogeny of Magmatic and Metamorphic Deposits	
نوع درس			تخصصی الزامی	
نوع واحد			نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت
دروس پیش نیاز			-	دروس هم نیاز
			-	۳ واحد - ۴۸ ساعت

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

اهداف درس

- تحلیل و ارزیابی ژئودینامیک، موقعیت تکتونیکی و نقش پارامترهای تأثیرگذار در تشکیل و میزان عیار و ذخیره کانسارهای مهم ماگمایی
- تحلیل و ارزیابی ژئودینامیک، موقعیت تکتونیکی و نقش پارامترهای تأثیرگذار در تشکیل و میزان عیار و ذخیره کانسارهای مهم دگرگونی

توانایی و شایستگی که درس پرورش می دهد

- ارزیابی کمرندها و مکان های مناسب برای تشکیل انواع کانسارهای مهم ماگمایی و دگرگونی.
- تحلیل پارامترهای تأثیرگذار در تشکیل و میزان عیار و ذخیره کانسارهای مهم ماگمایی جهت کمک به امر اکتشاف
- تحلیل پارامترهای تأثیرگذار در تشکیل و میزان عیار و ذخیره کانسارهای مهم دگرگونی جهت کمک به امر اکتشاف

سرفصل درس

- بررسی ژئودینامیک، موقعیت تکتونیکی، نقش پارامترهای تأثیرگذار در نحوه تشکیل، میزان عیار و ذخیره کانسارهای مس پورفیری
- بررسی ژئودینامیک، موقعیت تکتونیکی، نقش پارامترهای تأثیرگذار در نحوه تشکیل، میزان عیار و ذخیره کانسارهای قلع پورفیری و تحلیل نوع گرانتیوئیدهای بارور
- بررسی ژئودینامیک، موقعیت تکتونیکی، نقش پارامترهای تأثیرگذار در نحوه تشکیل، میزان عیار و ذخیره کانسارهای طلا پورفیری
- بررسی ژئودینامیک، موقعیت تکتونیکی، نقش پارامترهای تأثیرگذار در نحوه تشکیل، میزان عیار و ذخیره انواع کانسارهای IOCG و مقایسه آنها با کانسارهای پورفیری
- بررسی ژئودینامیک، موقعیت تکتونیکی، نقش پارامترهای تأثیرگذار در نحوه تشکیل، میزان عیار و ذخیره کانسارهای آهن ماگمایی
- بررسی ژئودینامیک، موقعیت تکتونیکی، نقش پارامترهای تأثیرگذار در نحوه تشکیل، میزان عیار و ذخیره کانسارهای طلای کوهزایی
- بررسی ژئودینامیک، موقعیت تکتونیکی، نقش پارامترهای تأثیرگذار در نحوه تشکیل، میزان عیار و ذخیره کانسارهای طلا مرتبط با توده نفوذی احیایی
- بررسی ژئودینامیک، موقعیت تکتونیکی، نقش پارامترهای تأثیرگذار در نحوه تشکیل، میزان عیار و ذخیره انواع کانسارهای اسکارن آهن، مس، تنگستن، قلع، مولیبدن و غیره

راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی (توضیحی)، نمایشی همراه با سمینار دانشجویی

راهبردهای ارزشیابی

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

فهرست منابع

Andrew, R.L. (2005). *Supper porphyry copper and gold deposits.a global perspective*. V. 1, PGC publishing, Adelaide.

Barton, M.D. (2014). Iron oxide (Cu-Au-Ree-P-Ag-U-Co) systems. *Treatise on geochemistry*. 2nd Edition, Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-095975-7.01123-2>

Blundell, D. J., Neubauer, F. & Von Quadt, A. (2002). *The Timing and Location of Major Ore Deposits in an Evolving Orogen*. Geological Society, London, Special Publications.

- Colpron, M., Bissig, T., Rusk, B.G. & Thompson, J.H.F. (2020). *Tectonics, metallogeny, and discovery: the north American Cordillera and similar accretionary setting*. Society of Economic Geologists, Special Publication, N. 17. 412 pp.
- Hedenquist, J.W., Harris, M. & Camus, F. (2012). *Geology and Genesis of Major Copper Deposits and Districts of the World: A Tribute to Richard H. Sillitoe*. Society of Economic Geologists, Special Publication.
- Karimpour, M.H. & Sadeghi, M. (2018). Dehydration of hot oceanic slab at depth 30–50 km: KEY to formation of Irankuh-Emarat Pb-Zn MVT belt, *Central Iran. Journal of Geochemical Exploration* 194, pp. 88–103.
- Karimpour, M.H., Rezaei, M., Zarasvandi, Al. & Malekzadeh Shafaroudi, A. (2021), Saveh-Nain-Jiroft Magmatic Belt replaces Urumieh-Dokhtar Magmatic Belt: Investigation of genetic relationship between porphyry copper deposits and adakitic and non-adakitic granitoids. *Journal of Econ. Geol.* V-12, No-3, 465-506.
- Karimpour, M.H. & Sadeghi M. (2019). A new hypothesis on parameters controlling the formation and size of porphyry copper deposits: Implications on thermal gradient of subducted oceanic slab, depth of dehydration and partial melting along the Kerman copper belt in Iran. *Ore Geology Reviews*, 104, p. 522-539.
- Laznika, P. (2006). *Giant metallic deposits, future sources of industrial metal*. Springer.
- Proter, T.M. (2011). *Hydrothermal iron-oxide copper-gold and related deposits: a global perspective*. V. 1, PGC publishing, Adelaide.
- Seifert, T. (2008). *Metallogeny and Petrogenesis of Lamprophyres in the Mid-European Variscides*. IOS press BV.
- Sial, A.N., Bettencourt, J.S., Campos, C.P.D., Ferreira, V.P. (2011). *Giant related ore deposits*. The Geological Society of London. No.350.

فهرست مطالعاتی

[HTTP://ECONG.UM.AC.IR/](http://ECONG.UM.AC.IR/) مجله زمین شناسی اقتصادی

[HTTP://WWW.GS-JOURNAL.IR](http://WWW.GS-JOURNAL.IR) مجله علوم زمین

[HTTP://UIJS.UI.AC.IR/IJP/](http://UIJS.UI.AC.IR/IJP/) مجله پتروژئولوژی

[HTTP://AAG.SCU.AC.IR/](http://AAG.SCU.AC.IR/) مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته

[/HTTPS://IJCM.IR](https://IJCM.IR) مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران

Economic Geology

<https://pubs.geoscienceworld.org/economicgeology>

Ore Geology Reviews

<https://www.sciencedirect.com/journal/ore-geology-reviews>

Mineralium Deposita

<https://link.springer.com/journal/126>

Journal of Geochemical Exploration

<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-geochemical-exploration>

Journal of Asian Earth Sciences

<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-asian-earth-sciences>

Earth and Planetary Science Letters

<https://www.sciencedirect.com/journal/earth-and-planetary-science-letters>

International Geology Reviews

<https://www.tandfonline.com/journals/tigr20>

Earth Science Reviews

<https://www.sciencedirect.com/journal/earth-science-reviews>

Lithos

<https://www.sciencedirect.com/journal/lithos>



عنوان درس به فارسی			ژئوشیمی محلول‌های گرمابی کانسارهای ماگمایی، دگرگونی و رسوبی
عنوان درس به انگلیسی			Geochemistry of Hydrothermal Magmatic, Metamorphic and Sedimentary Ore Deposits
نوع درس			تخصصی الزامی
نوع واحد			نظری □ عملی □ نظری-عملی ■ تعداد واحد و تعداد ساعت ۲ واحد-۱ واحد نظری-۱ واحد عملی-۴۸ ساعت
دروس پیش‌نیاز			- دروس هم‌نیاز -

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

اهداف درس

- تحلیل و ارزیابی شرایط فیزیکوشیمیایی و نحوه تشکیل آلتراسیون‌های مختلف، پاراژنرها و شیمی محلول گرمابی و ماگمایی در کانسارهای آذرین و دگرگونی
- تحلیل و ارزیابی نقش Eh و pH در تشکیل کانسارهای رسوبی و شرایط فیزیکوشیمیایی تشکیل این ذخایر

توانایی که درس پرورش می‌دهد

- تحلیل منطق تشکیل انواع آلتراسیون‌ها و زون بندی‌های ژئوشیمیایی
- تحلیل شرایط فیزیکوشیمیایی محلول کانه‌دار با توجه به پاراژنز کانایی کانسار

سرفصل درس

نظری

- کانی‌های شاخص، شرایط تشکیل و شیمی محلول در آلتراسیون‌های مختلف:
- الف- زون پتاسیک، ب- زون سرسیتیک، پ- زون آرژلیک متوسط و پیشرفته، ت- زون پروپلیتیک، ث- زون سیلیسی، ج- زون ژاسپروئید، چ- زون کوارتز حفره‌دار، ح- زون کلریتی، خ- زون آلونیتی، د- زون گرایزن، ذ- زون فنیستیک و
- چگونگی حمل مواد در محلول‌های ماگمایی- گرمابی و دگرگونی و نحوه ناپایدار شدن آن‌ها
- نقش کمپلکس‌های بی سولفید- سولفید، کلرید، هیدروکسید، کربنات، فسفات، فلورید و مواد آلی و سایر در حمل مواد معدنی در محلول گرمابی - ماگمایی و دگرگونی
- بررسی تاثیر عوامل T, pH, Log fo2, Log fS2 در حمل و ناپایداری کمپلکس‌ها
- مطالعه پاراژنز چند نوع کانی‌سازی و محاسبه و ترسیم نمودارهای پایداری آن‌ها
- مطالعه و تحلیل نمودارهای پایداری کانی‌ها (T, pH, Log fo2, Log fS2)
- مطالعه آرایش و زون بندی ژئوشیمیایی کانسارهای مختلف
- نقش Eh, pH در شرایط تشکیل کانسارهای رسوبی
- مطالعه سیالات در گیر، کاربرد و روش اندازه‌گیری

عملی

- مطالعه آلتراسیون‌های مختلف در نمونه دستی و مقطع نازک
- ترسیم نمودارهای مناسب فیزیکوشیمیایی برای هر نمونه آلتراسیونی و تحلیل آن‌ها
- مطالعه پاراژنز کانایی در مقاطع صیقلی مختلف از کانسارهای متفاوت (طلای نوع IOCG، طلا مرتبط با توده‌های احیایی، مس مانتو و غیره)
- ترسیم پاراژنرها در نمودارهای فیزیکوشیمیایی مختلف و تفسیر و تحلیل آن‌ها
- تهیه مقطع دوبرصیقل برای مطالعه سیالات در گیر و مطالعه پتروگرافی آن‌ها
- اندازه‌گیری دما و شوری بر روی سیالات در گیر با دستگاه
- معادلات ترمودینامیک و نحوه محاسبه آن‌ها



- ترسیم نمودارهای Eh, pH برای چندین عنصر مهم

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی (توضیحی)، نمایشی همراه با سمینار دانشجویی، انجام تمرین و پروژه توسط دانشجو

راهنماهای ارزشیابی

نظری	ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
	٪۲۰	٪۳۰	٪۵۰	
عملی	٪۲۰	–	٪۲۰	٪۶۰

فهرست منابع

- Barnes, H. L. (1999). *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*, 3rd Edition, Wiley.
- Brookins, DG. (1988). *Eh-pH Diagrams for geochemistry*, Springer-Verlag.
- Cooke, D.R., Hollings, P., Wilkinson, J.J. & Tosdal, R.M. (2014). *Geochemistry of porphyry deposits. Treatise on geochemistry*. 2nd Edition, Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-095975-7.01116-5>
- Karimpour, M.H. (2020). *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*. 10.13140/RG.2.2.22438.96327.
- Ladislav Cemi. (2005). *Thermodynamics in Mineral Sciences*. Springer-Verlag Berlin. Heidelberg.
- Lim, D., Kim, J., Kim, W., Kim, J., Kim, D., Zhang, L., Kwack, K. & Xu, Z. (2022). Characterization of geochemistry in hydrothermal sediments from the Newly discovered Onnuri vent field in the middle region of the central India ridge. *Frontiers in Marine Science* 9: 810949. 10.3389/fmars.2022.810949.
- Linnen, RL., Samson, I.M., Williams-Jones, A.E. & Chakhmouradian, A.R. (2014). *Geochemistry of Magmatic ore deposits. Treatise on geochemistry*. 2nd Edition, Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-095975-7.01108-6>
- Pirajno, F. (2009). *Hydrothermal processes and mineral systems*. Springer .
- Ryan, P. (2014). *Environmental and low temperature geochemistry*. Wiley.
- Zhu, Y., An, F. & Tan, J. (2011). Geochemistry of hydrothermal gold deposits: a review. *Ore Geology Reviews* 2 (3), 367-374.

فهرست منابع مطالعاتی

[HTTP://ECONG.UM.AC.IR/](http://ECONG.UM.AC.IR/) مجله زمین شناسی اقتصادی

[HTTP://UIJS.UI.AC.IR/IJP/](http://UIJS.UI.AC.IR/IJP/) مجله پتروژئولوژی

[HTTP://AAG.SCU.AC.IR/](http://AAG.SCU.AC.IR/) مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته

[HTTPS://IJCM.IR/](https://IJCM.IR/) مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران

- Economic Geology
<https://pubs.geoscienceworld.org/economicgeology>
- Ore Geology Reviews
<https://www.sciencedirect.com/journal/ore-geology-reviews>
- Mineralium Deposita
<https://link.springer.com/journal/126>
- Journal of Geochemical Exploration
<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-geochemical-exploration>
- Geochemistry
<https://www.sciencedirect.com/journal/geochemistry>
- Journal of Asian Earth Sciences
<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-asian-earth-sciences>
- Earth and Planetary Science Letters
<https://www.sciencedirect.com/journal/earth-and-planetary-science-letters>
- International Geology Reviews
<https://www.tandfonline.com/journals/tigr20>
- Earth Science Reviews
<https://www.sciencedirect.com/journal/earth-science-reviews>
- Lithos
<https://www.sciencedirect.com/journal/lithos>

عنوان درس به فارسی			زمین‌شناسی ساختمانی کاربردی در اکتشاف ذخایر معدنی	
عنوان درس به انگلیسی			Applied Structural Geology in Mineral Exploration	
نوع درس			تخصصی الزامی	
نوع واحد			نظری □ عملی □ نظری-عملی ■	تعداد واحد و تعداد ساعت
دروس پیش‌نیاز			-	دروس هم‌نیاز
			-	۳ واحد - ۲ واحد نظری ۱ واحد عملی - ۶۴ ساعت

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

اهداف درس

- تجزیه و تحلیل ساختارهای مهم زمین‌شناسی مانند گسل‌ها، چین‌ها، درزه‌ها و غیره
- تحلیل و ارزیابی نقش گسل‌ها و چین‌ها در تشکیل انواع کانسارهای مختلف
- تحلیل و ارزیابی نقشه‌های ساختاری، تهیه آن‌ها و رسم و تحلیل مقاطع ساختاری و نحوه نمایشی ساختارها در آن‌ها
- تحلیل و ارزیابی روش‌های مختلف هندسی برای مطالعه مغزه‌ها

توانایی که درس پرورش می‌دهد

- تحلیل پارامترهای ساختاری مهم مانند گسل‌ها، چین‌ها، درز و شکستگی‌ها و غیره
- تصویرسازی هندسی و سه‌بعدی، ارتباط هندسی ساختارها و درک هندسی فضاهای مناسب برای تشکیل کانسارها
- ارزیابی نقش ساختمان‌های مناسب به‌ویژه گسل‌ها برای تشکیل انواع کانسارهای مختلف

سرفصل درس

سرفصل نظری

- نیرو و تنش شامل: مبانی اساسی تنش (انواع، مؤلفه‌های تنش، تانسور تنش، بیضوی تنش، تحلیل تنش در سنگ‌ها، تنش لیتواستاتیک، تنش انحرافی)، تنش در پوسته و حالات مختلف آن، تنش در پوسته بالایی، تنش در پوسته پایینی و گوشه
- تغییر ساختاری و کرنش شامل: تغییر ساختاری و انواع آن، میدان‌های جابجایی در انواع مختلف تغییر ساختاری، کرنش همگن و ناهمگن، تحلیل کمی کرنش در سنگ‌ها و پارامترهای آن، بیضوی کرنش و رده‌بندی آن
- روابط میان تنش و کرنش شامل: بررسی رفتار سنگ‌ها در قبال تنش و عوامل مؤثر بر آن
- مکانیک شکست در سنگ‌ها شامل: پوش گسیختگی و پارامترهای مکانیکی سنگ، معیارهای گسیختگی، نقش سیالات در گسیختگی، بررسی نتایج حاصل از مطالعات آزمایشگاهی گسیختگی در سنگ‌ها
- گسل‌ها شامل: توصیف عناصر ساختاری و رده‌بندی گسل‌ها، ویژگی‌های زون‌های گسلی و بررسی تغییرات ساختاری شکنده در آن‌ها، سنگ‌های گسلی، توصیف و رده‌بندی آن‌ها، تحلیل لغزش در گسل‌ها، تحلیل تنش قدیمه، تحلیل ساختاری الگوی گسل‌ها، تحلیل آماری و فراکتالی الگوی گسل‌ها، تحلیل ساختاری الگوی شکستگی‌ها و رگه‌ها در زون‌های گسلی، جریان سیالات در زون‌های گسلی، الگوی گسل‌ها و فضاهای مناسب برای نهشت کانسارها
- درزه‌ها شامل: توصیف ویژگی‌ها و رده‌بندی زایشی، سیستم درزه‌ها و پارامترهای هندسی دسته‌جات درزه‌ها، تعیین سن نسبی درزه‌ها در یک سیستم درزه، مکانیک تشکیل درزه‌ها، تمرکز تنش، تشکیل و توسعه درزه‌ها، نقش ترک‌های میکروسکوپی در توسعه درزه‌ها، جریان سیالات در درزه‌ها، روش‌های مطالعه درزه‌ها، الگوی درزه‌ها و فضاهای مناسب برای نهشت کانسارها
- رگه‌ها شامل: توصیف و رده‌بندی، مکانیزم تشکیل و توسعه رگه‌ها، تعیین سن رگه‌ها در یک سیستم رگه، بررسی سیر زمانی تشکیل و توسعه رگه‌ها، تحلیل کرنش پیش‌رونده
- چین‌ها شامل: توصیف عناصر ساختاری و رده‌بندی هندسی چین‌ها، روش‌های آماری مطالعه چین‌ها،
- چین‌خوردگی و فضاهای مناسب برای نهشت کانسارها
- بررسی روش‌های جدید مطالعه شبکه شکستگی‌ها، پراکندگی فضایی ذخایر و انطباق آن‌ها با روندهای ساختاری



- بررسی نقش ساختارهای شکننده در ذخایر خاصی مانند طلای کوهزایی، کانسارهای IOCG، سرب و روی نوع MVT و غیره

سرفصل عملی

- تحلیل روش‌های هندسی تعیین ابعاد (عمق، ضخامت، طول، مساحت سطوح شیب‌دار)
- تحلیل روش‌های تعیین موقعیت سطوح در گمانه‌ها
- تحلیل روش‌های تصویربرداری استریوگرافیک در مطالعه ساختمان‌ها
- تحلیل و ارزیابی نقشه‌های زمین‌شناسی و ساختاری، ترسیم مقاطع ساختمانی و دیاگرام‌های سه‌بعدی
- طراحی و روش ترسیم مقاطع ساختاری متوازن
- طراحی و روش ترسیم نقشه‌های کنتور ساختاری
- تحلیل و ارزیابی روش‌های مطالعه ساختاری مغزه‌ها

راهنمای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

- سخنرانی (توضیحی)، نمایشی همراه با سمینار دانشجویی
- انجام تمرین و پروژه توسط دانشجو
- بازدید علمی از معادن دارای رابطه نزدیک با ساختارهای زمین‌شناسی

راهنمای ارزشیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر	
-	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪	نظری
۵۰٪	۳۰٪	-	۲۰٪	عملی

تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه

وسیله حمل‌ونقل و تجهیزات صحرایی برای برگزاری فیلد

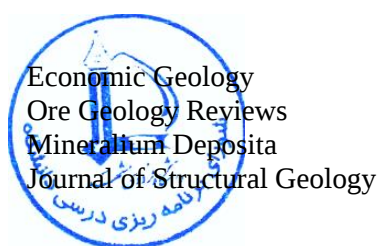
فهرست منابع

- Chauvet, A. (2019). *Structural control on mineral deposits*. Minerals.
- Kolb, J. & Hagemann, S. (2009). Structural control low-sulfidation epithermal gold mineralization in the Rosario-Bunawan district, east Mindanao ridge, Phillippines. *Mineralium Deposits* 44, 795-815.
- Mackenzie, D.J. & Mortensen, D.C.J. (2008). Structural controls on orogenic gold mineralization in the Klondike goldfield, Canada. *Mineralium Deposits* 43, 435-448.
- McCaffrey, K., Lonergan, L. & Wilkinson, J. (2001). Fractures, fluid flow and mineralization. *Special publication* 51. 330 pp.
- Mumin, A.H., Scott, S.D., Somarin, A.K. & Oran, K.S. (2007). Structural controls on massive sulfide deposition and hydrothermal alteration in the south Sturgeon Lake caldera, northwestern Ontario, *Exploration and Mining Geology* 16. 83-107.
- Petrov, N. & Nedkova, K. (2007). Tectonics and structural controls on intrusion-related deposits in the northern part of Serdna Gora zone, *Bulgaria*. <https://www.researchgate.net/publication/305682037>
- Richards, J, P. & Tosdal, R.M. (2020). Structural controls on ore genesis. *Reviews in Economic Geology. Society of Economic Geologists*. V. 14. 186 pp.
- Rowland, J.V. & Rhys, D.A. (2020). Applied structural geology of ore-forming hydrothermal systems. *Reviews in Economic Geology. Society of Economic Geologists*. <https://doi.org/10.5382/rev.21>

منابع مطالعاتی

[HTTP://ECONG.UM.AC.IR/](http://ECONG.UM.AC.IR/) مجله زمین‌شناسی اقتصادی

[HTTP://WWW.GS-JOURNAL.IR](http://WWW.GS-JOURNAL.IR) مجله علوم زمین



اکتشافات زمین‌شناسی، ژئوشیمی، ژئوفیزیک			عنوان درس به فارسی
Geological, Geochemical and Geophysical Explorations			عنوان درس به انگلیسی
تخصصی اختیاری			نوع درس
نظری □ عملی □ نظری-عملی ■	تعداد واحد و تعداد ساعت	۲ واحد-۱ واحد نظری-۱ واحد عملی-۴۸ ساعت	نوع واحد
ژئودینامیک و متالورژی کانسارهای ماگمایی و دگرگونی	دروس هم نیاز	-	دروس پیش نیاز

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

اهداف درس

- توانایی طراحی اکتشافات زمین‌شناسی، ژئوشیمی و ژئوفیزیک هدفمند و هوشمند در کانسارهای مختلف
- تحلیل و ارزیابی درست اطلاعات و ارزیابی ذخیره معدنی

توانایی که درس پرورش می‌دهد

- توانایی طراحی اکتشافات زمین‌شناسی، آلتراسیون و کانی‌سازی و تهیه اطلاعات مفید در صحرا در سیستم‌های مختلف کانی‌سازی
- توانایی تحلیل و ارزیابی روش‌های برداشت نمونه ژئوشیمیایی هوشمند، روش‌های آنالیز و تفسیر داده‌ها در کانسارهای مختلف
- انجام یک پروژه اکتشافی در صحرا و آزمایشگاه و ارزیابی ذخیره معدنی در کانسارهای مختلف

سرفصل درس

نظری

- طراحی اطلاعات زمین‌شناسی هدفمند در کانسارهای
- الف- کانسارهای مس پورفیری، ب- کانسارهای طلای سولفیدبالا، پ- کانسارهای طلای سولفید کم، ت- کانسارهای طلای نوع IOCG، ث- کانسارهای طلای مرتبط با توده‌های نفوذی احیایی، ج- کانسارهای طلای نوع کوهزایی، چ- کانسارهای ماسیو سولفید، ح- کانسارهای مس مانتو، خ- کانسارهای سرب و روی نوع می سی سی پی، د- کانسارهای اسکارنی
- طراحی اطلاعات آلتراسیون هدفمند در کانسارهای
- الف- کانسارهای مس پورفیری، ب- کانسارهای طلای سولفیدبالا، پ- کانسارهای طلای سولفید کم، ت- کانسارهای طلای نوع IOCG، ث- کانسارهای طلای مرتبط با توده‌های نفوذی احیایی، ج- کانسارهای طلای نوع کوهزایی، چ- کانسارهای ماسیو سولفید، ح- کانسارهای مس مانتو، خ- کانسارهای سرب و روی نوع می سی سی پی، د- کانسارهای اسکارنی
- طراحی اطلاعات کانی‌سازی هدفمند در کانسارهای
- الف- کانسارهای مس پورفیری، ب- کانسارهای طلای سولفیدبالا، پ- کانسارهای طلای سولفید کم، ت- کانسارهای طلای نوع IOCG، ث- کانسارهای طلای مرتبط با توده‌های نفوذی احیایی، ج- کانسارهای طلای نوع کوهزایی، چ- کانسارهای ماسیو سولفید، ح- کانسارهای مس مانتو، خ- کانسارهای سرب و روی نوع می سی سی پی، د- کانسارهای اسکارنی
- تحلیل و ارزیابی روش‌های نمونه‌برداری هوشمند برای اکتشافات ژئوشیمیایی در کانسارهای
- الف- کانسارهای مس پورفیری، ب- کانسارهای طلای سولفیدبالا، پ- کانسارهای طلای سولفید کم، ت- کانسارهای طلای نوع IOCG، ث- کانسارهای طلای مرتبط با توده‌های نفوذی احیایی، ج- کانسارهای طلای نوع کوهزایی، چ- کانسارهای ماسیو سولفید، ح- کانسارهای مس مانتو، خ- کانسارهای سرب و روی نوع می سی سی پی، د- کانسارهای اسکارنی
- تحلیل و ارزیابی روش‌های آنالیز مختلف در کانسارهای
- الف- کانسارهای مس پورفیری، ب- کانسارهای طلای سولفیدبالا، پ- کانسارهای طلای سولفید کم، ت- کانسارهای طلای نوع IOCG، ث- کانسارهای طلای مرتبط با توده‌های نفوذی احیایی، ج- کانسارهای طلای نوع کوهزایی، چ- کانسارهای ماسیو سولفید، ح- کانسارهای مس مانتو، خ- کانسارهای سرب و روی نوع می سی سی پی، د- کانسارهای اسکارنی
- تحلیل و ارزیابی روش‌های ژئوفیزیک مختلف در کانسارهای



الف- کانسارهای مس پورفیری، ب- کانسارهای طلا سولفید بالا، پ- کانسارهای طلا سولفید کم، ت- کانسارهای طلا نوع IOCG، ث- کانسارهای طلا مرتبط با توده‌های نفوذی احیایی، ج- کانسارهای طلا نوع کوهزایی، چ- کانسارهای ماسیو سولفید، ح- کانسارهای مس مانتو، خ- کانسارهای سرب و روی نوع می سی سی پی، د- کانسارهای اسکارنی

- تعبیر و تفسیر اطلاعات زمین‌شناسی، آلتراسیون، کانی‌سازی، ژئوشیمی و ژئوفیزیک در یک پروژه اکتشافی
- ارزیابی یک پروژه اکتشافی

عملی

- تهیه اطلاعات زمین‌شناسی هدفمند در یک کانسار مس پورفیری در صحرا
- تهیه اطلاعات زمین‌شناسی هدفمند در یک کانسار طلا در صحرا
- تهیه اطلاعات آلتراسیون هدفمند در یک کانسار مس پورفیری در صحرا
- تهیه اطلاعات آلتراسیون هدفمند در یک کانسار طلا در صحرا
- تهیه اطلاعات کانی‌سازی هدفمند در یک کانسار مس پورفیری در صحرا
- تهیه اطلاعات کانی‌سازی هدفمند در یک کانسار طلا در صحرا
- برداشت نمونه هوشمند برای اکتشافات ژئوشیمیایی در کانسارهای مس پورفیری و یک نوع کانسار طلا
- تحلیل داده‌های ژئوشیمیایی در کانسارهای مس پورفیری و یک نوع کانسار طلا
- تحلیل داده‌های ژئوفیزیکی در کانسارهای مس پورفیری و یک نوع کانسار طلا
- آشنایی با روش مطالعه مغزه‌ها در دو سیستم کانی‌سازی مختلف و تهیه لاگ گمانه‌ها
- تعبیر و تفسیر اطلاعات زمین‌شناسی، آلتراسیون، کانی‌سازی، ژئوشیمی و ژئوفیزیک در حداقل دو پروژه اکتشافی
- ارزیابی حداقل دو پروژه اکتشافی

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

بخش نظری: سخنرانی و روش نمایشی و ارائه سمینار دانشجویی

بخش عملی: تدریس در صحرا و انجام پروژه توسط دانشجو

راهنماهای ارزشیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر	
-	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪	نظری
۷۵٪	-	-	۲۵٪	عملی

تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه

- وسیله حمل و نقل و تجهیزات صحرایی برای برگزاری فیلد

فهرست منابع

- Cooke, D.R., Hollings, P., Wilkinson, J.J. & Tosdal, R.M. (2014). *Geochemistry of porphyry deposits*. Treatise on geochemistry. 2nd Edition, Elsevier.
- Dentith, M. & Mudge, S.T. (2014). *Geophysics for the mineral exploration geoscientist* Cambridge University Press.
- Gadallah, M.R. & Fisher, R. (2009). *Exploration geophysics*. Springer.
- Halder, S.K. (2018). *Mineral exploration: principles and applications*. 2nd Edition. Elsevier.
- Linnen, R.L. Samson, I.M., Williams-Jones, A.E. & Chakhmouradian, A.R. (2014). *Geochemistry of Magmatic ore deposits*. Treatise on geochemistry. 2nd Edition, Elsevier.
- Macdonald, E.H. (2007). *Handbook of gold exploration and evaluation*. P- 667. CRC Press Boca Raton Boston New York Washington, DC.
- Macheyeki, A.S., Li, X., Kafumu, D.P. & Yuan, F. (2020). *Applied geochemistry, advances in mineral exploration techniques*. Elsevier.
- Marjoribanks, R. (2010). *Geological Methods in Mineral Exploration*. Elsevier.
- Rossi, M.E. & Deutsch, C.V. (2014). *Mineral resource estimation*. Springer Dordrecht

- Stone, J.G. (1996). *Ore reserve estimates in the real world*. 2nd Edition. Economic Geology Pub Co.
- Talapatra, A.K. (2020). *Geochemical exploration and modelling of concealed mineral deposits*. Springer.
- Wilkinson, J.J. (2014). *Sedimente-hosted lead-zinc mineralization: processes and perspectives*. Treatise on geochemistry. 2nd Edition, Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-095975-7.01109-8>

فهرست منابع مطالعاتی

[HTTP://ECONG.UM.AC.IR/](http://ECONG.UM.AC.IR/) مجله زمین شناسی اقتصادی

[HTTP://WWW.GS-JOURNAL.IR](http://WWW.GS-JOURNAL.IR) مجله علوم زمین

[HTTP://UIJS.UI.AC.IR/IJP/](http://UIJS.UI.AC.IR/IJP/) مجله پترولوژی

[HTTP://AAG.SCU.AC.IR/](http://AAG.SCU.AC.IR/) مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته

[/HTTPS://IJCM.IR](https://IJCM.IR) مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران

Economic Geology

<https://pubs.geoscienceworld.org/economicgeology>

Ore Geology Reviews

<https://www.sciencedirect.com/journal/ore-geology-reviews>

Mineralium Deposita

<https://link.springer.com/journal/126>

Journal of Geochemical Exploration

<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-geochemical-exploration>

Geochemistry

<https://www.sciencedirect.com/journal/geochemistry>

Journal of Asian Earth Sciences

<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-asian-earth-sciences>

Earth and Planetary Science Letters

<https://www.sciencedirect.com/journal/earth-and-planetary-science-letters>

International Geology Reviews

<https://www.tandfonline.com/journals/tigr20>

Earth Science Reviews

<https://www.sciencedirect.com/journal/earth-science-reviews>

Lithos

<https://www.sciencedirect.com/journal/lithos>



عنوان درس به فارسی			زمین‌شناسی و اکتشاف فلزات گران‌بها	
عنوان درس به انگلیسی			Geology and Exploration of Precious Metals	
نوع درس			تخصصی اختیاری	
نوع واحد			نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت
دروس پیش‌نیاز			-	دروس هم‌نیاز
			-	۲ واحد - ۳۲ ساعت

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

اهداف درس

- توانایی تحلیل و ارزیابی انواع کانی‌سازی، تولیدات، کاربردها، روش‌های آنالیز، عیار و میزان ذخیره فلزات گران‌بها
- توانایی طراحی و تحلیل و ارزیابی اکتشاف فلزات گران‌بها

توانایی که درس پرورش می‌دهد

- ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و کاربرد فلزات گران‌بها
- توانایی تحلیل و ارزیابی کانسارهای مختلف، نحوه تشکیل، کانی‌های مهم، عیار و میزان ذخیره
- شناخت کشورهای مهم تولیدکننده و پارامترهای ژئودینامیکی فلزات گران‌بها

سرفصل درس

- عناصر گروه پلاتین، خواص فیزیکوشیمیایی، کاربردهای مهم صنعتی آن‌ها
- معرفی ژئودینامیک و ماگماتیسم مرتبط با عناصر گروه پلاتین، نحوه حمل و ته نشست آن‌ها
- تحلیل و ارزیابی انواع کانسارهای حاوی عناصر گروه پلاتین، کانی‌های مهم و اکتشاف آن‌ها
- معرفی کشورهای تولیدکننده و حاوی ذخایر عناصر گروه پلاتین
- آشنایی با فزات طلا و نقره، خواص فیزیکوشیمیایی، کاربردهای مهم صنعتی آن‌ها
- معرفی ژئودینامیک و ماگماتیسم مرتبط با طلا و نقره، نحوه حمل و ته نشست آن‌ها
- تحلیل و ارزیابی کانسارهای طلای سولفیدبالا، سولفید متوسط و سولفید کم و اکتشاف آن‌ها
- تحلیل و ارزیابی کانسارهای طلای تیپ کارلین و اکتشاف آن‌ها
- تحلیل و ارزیابی کانسارهای طلای پورفیری و اکتشاف آن‌ها
- تحلیل و ارزیابی کانسارهای طلا نوع IOCG و اکتشاف آن‌ها
- تحلیل و ارزیابی کانسارهای طلا نوع مرتبط با توده‌های نفوذی احیایی و اکتشاف آن‌ها
- معرفی کشورهای تولیدکننده و حاوی ذخایر عناصر طلا و نقره

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

روش سخنرانی و نمایشی - سمینار دانشجویی

راهنماهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	۵۰٪	۵۰٪	-

فهرست منابع

- Boyle, R.W. (1987). *History and genesis of deposits*. Springer New York, NY. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1969-6>.
- Junge, M., Wirth, R., Oberthür, T., Melcher, F. & Schreiber, A. (2015). *Mineralogical siting of platinum-group elements in pentlandite from the Bushveld Complex, South Africa*. Mineralium Deposita 50, 41-54.
- Khomich, V.G., Boriskina, N.G. & Santosh, M. (2015). *Geodynamics of late Mesozoic PGE, Au, and U mineralization in the Aldan shield, North Asian Craton*. Ore Geology Reviews 68, 30-42.

- Li, C. & Ripley, E.M. (2020). Magmatic Ni-Cu and PGE deposits: geology, geochemistry and genesis. *Reviews in Economic Geology*. N. 17, Society of Economic Geologists.
- Mondal, S.K. (2011). Platinum Group Element (PGE) Geochemistry to understand the Chemical Evolution of the Earth's Mantle. *Journal Geological Society of India* 77. 295-302.
- Phillips, N. (2022). *Formation of gold deposits*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-3081-1>.
- Queffurus, M. & Barnes, S.J. (2015). A review of sulfur to selenium ratios in magmatic nickel-copper and platinum-group element deposits, *Ore Geology Reviews* 69. 301-324.
- Reith, F., Campbell, S.G., Ball, A.S., Pring, A. & Southam, G. (2014). Platinum in Earth Surface Environments. *Earth Sciences Reviews*, 10.1016/j.earscirev.2014.01.003
- Sillitoe, R., Goldfarb, R.J., Robert, F. & Simmons, S.F. (2020). Geology of the worlds major gold deposits and provinces. *Society of Economic Geologists*. <https://doi.org/10.5382/SP.23>

فهرست منابع مطالعاتی

[HTTP://ECONG.UM.AC.IR/](http://ECONG.UM.AC.IR/) مجله زمین شناسی اقتصادی

[HTTP://WWW.GS-JOURNAL.IR](http://WWW.GS-JOURNAL.IR) مجله علوم زمین

[HTTP://UIJS.UI.AC.IR/IJP/](http://UIJS.UI.AC.IR/IJP/) مجله پترولوژی

[HTTP://AAG.SCU.AC.IR/](http://AAG.SCU.AC.IR/) مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته

[/HTTPS://IJCM.IR](https://IJCM.IR) مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران

Economic Geology

<https://pubs.geoscienceworld.org/economicgeology>

Ore Geology Reviews

<https://www.sciencedirect.com/journal/ore-geology-reviews>

Mineralium Deposita

<https://link.springer.com/journal/126>

Journal of Geochemical Exploration

<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-geochemical-exploration>

Geochemistry

<https://www.sciencedirect.com/journal/geochemistry>

Journal of Asian Earth Sciences

<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-asian-earth-sciences>

Earth and Planetary Science Letters

<https://www.sciencedirect.com/journal/earth-and-planetary-science-letters>

International Geology Reviews

<https://www.tandfonline.com/journals/tigr20>

Earth Science Reviews

<https://www.sciencedirect.com/journal/earth-science-reviews>

Lithos

<https://www.sciencedirect.com/journal/lithos>



عنوان درس به فارسی			کانی سازی و اکتشاف عناصر راهبردی	
عنوان درس به انگلیسی			Mineralization and Exploration of Strategic Metals	
نوع درس			تخصصی اختیاری	
نوع واحد			نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت
دروس پیش نیاز			-	دروس هم نیاز
			-	۲ واحد - ۳۲ ساعت

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

اهداف درس

- توانایی تحلیل و ارزیابی انواع کانی سازی، تولیدات، کاربردها، روش های آنالیز، عیار و میزان ذخیره عناصر راهبردی
- طراحی اکتشاف عناصر راهبردی

توانایی که درس پرورش می دهد

- ارزیابی عناصر و مواد معدنی مهم راهبردی نش آفرین در در تکنولوژی و صنعت
- تحلیل انواع کانسارها، نحوه تشکیل، کانی های مهم، عیار و میزان ذخیره، کشورهای مهم تولیدکننده و پارامترهای ژئودینامیکی عناصر راهبردی
- برنامه ریزی برای اکتشاف عناصر راهبردی در کشور

سرفصل درس

- تحلیل و ارزیابی عنصر راهبردی لیتیم
 - معرفی عنصر، کاربردهای مهم صنعتی
 - روش های آنالیز
 - کانی های مهم در هر نوع کانی سازی
 - انواع کانسارهای لیتیم و اکتشاف
 - کشورهای تولیدکننده و حاوی ذخایر لیتیم
- تحلیل و ارزیابی عناصر راهبردی نادر خاکی
 - معرفی عنصر
 - کاربردهای مهم صنعتی
 - روش های آنالیز
 - کانی های مهم در هر نوع کانی سازی، پارامترهای مهم ژئودینامیکی و ماگماتیسم مرتبط
 - انواع کانسارهای حاوی عناصر نادر خاکی و اکتشاف
 - کشورهای تولیدکننده و حاوی ذخایر عناصر نادر خاکی
- تحلیل و ارزیابی عنصر راهبردی کبالت
 - معرفی عنصر
 - کاربردهای مهم صنعتی
 - روش های آنالیز
 - کانی های مهم در هر نوع کانی سازی
 - انواع کانسارهای کبالت دار و اکتشاف
 - کشورهای تولیدکننده و حاوی ذخایر کبالت
- تحلیل و ارزیابی عنصر راهبردی نیکل



- معرفی عنصر، کاربردهای مهم صنعتی
- روش های آنالیز
- کانی های مهم در هر نوع کانی سازی
- انواع کانسارهای نیکل و اکتشاف
- کشورهای تولیدکننده و حاوی ذخایر نیکل
- تحلیل و ارزیابی گرافیت به عنوان ماده معدنی راهبردی
 - معرفی گرافیت، کاربردهای مهم صنعتی
 - اکتشاف گرافیت
 - کشورهای تولیدکننده و حاوی ذخایر گرافیت

- تحلیل و ارزیابی دیگر عناصر راهبردی که طی زمان اجرای این برنامه در صنعت جهانی و کشور حائز اهمیت هستند

راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

روش سخنرانی و نمایشی - سمینار دانشجویی

راهبردهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	٪۵۰	٪۵۰	-

فهرست منابع

- Ai, J., Lu., X., Li, Z. & Wu, Y. (2020). Genesis of the graphite orbicules in the Huangyangshan graphite deposit, Xinjiang, China: evidence from geochemical, isotopic and fluid inclusion data. *Ore Geology Reviews* 122. 103505.
- Berger, V.I., Singer, D.A. & Orris, G.J. (2009). Carbonatites of the world, explored deposits of Nb and REE-database and grade and tonnage model. U.S. Geological Survey *Open-File Report* 2009-1139, 17 p. and database [<http://pubs.usgs.gov/of/2009/1139/>].
- Burger, M. H., Schmeda, G., Long, K.R., Reyes, T. A. & Karl, N.A. (2020). *Cobalt Deposits in the United States*. U.S. Geological Survey. [10.5066/P9V74HIU](https://pubs.usgs.gov/of/2020/105066/P9V74HIU)
- Burron, I. (2023). Magmatic nickel deposits: the needle in the Haystack, 1th Edition.
- Clifford, V. (2023). *The lithium Rush: the history and impact of the world largest lithium mining industry chlie*. Independently published.
- Dickson, J.S. (2015). Rare earth elements: Global market overview. In: Simandl, G.J. and Neetz, M. (Eds.), Symposium on Strategic and Critical Materials Proceedings, November 13-14, 2015, Victoria, British Columbia. British Columbia Ministry of Energy and Mines, *British Columbia Geological Survey Paper* 2015-3, pp. 5-11.
- Garrett, D.E. (2004). *Handbook of lithium and Natural calcium chloride, their deposits, processing, uses and properties*. Academic Press
- Hitzman, M.W., Bookstrom, A.A., Slack, J.F. & Zientek, M.L. (2017), Cobalt—Styles of deposits and the search for primary deposits: U.S. Geological Survey *Open-File Report* 2017–1155, 47 p. <https://doi.org/10.3133/ofr20171155>.
- Li, C. & Ripley, E.M. (2020). Magmatic Ni-Cu and PGE deposits: geology, geochemistry and genesis. *Reviews in Economic Geology*. N. 17, Society of Economic Geologists.
- Linnen, R.L., Samson, I.M., Williams-Jones, A.E. & Chakhmouradian, A.R. (2014). *Geochemistry of the rare-earth elements, Nb, Ta, Hf and Zr deposits*. Treatise on geochemistry. 2nd Edition, Elsevier.
- Marsh, E.E., Anderson, E.D. & Gray, F. (2010). *Nickle-cobalt laterites: a deposit model*. U.S. Geological Survey. [10.3133/sir20105070H](https://pubs.usgs.gov/of/2010/103133/sir20105070H)
- Simandl, G.J., Paradis, S. & Akam, C. (2015). Graphite deposit types, their origin, and economic significance. In: Simandl, G.J. and Neetz, M. (Eds.), Symposium on Strategic and Critical Materials Proceedings, 2015, Victoria, British Columbia, British Columbia Ministry of Energy and Mines, *British Columbia Geological Survey Paper* 2015-3, pp. 163-171.

عنوان درس به فارسی			علم انتخاب اهداف اکتشافی مواد معدنی، تلفیق لایه‌های انتخابی	
عنوان درس به انگلیسی			Science of Mineral Exploration Targeting, Combination of Selective Layers	
نوع درس			تخصصی اختیاری	
نوع واحد			نظری □ عملی □ نظری-عملی ■	تعداد واحد و تعداد ساعت
دروس پیش نیاز			ژئودینامیک و متالورژی کانسارهای ماگمایی و دگرگونی	۲ واحد-۱ واحد نظری-۱ واحد عملی-۴۸ ساعت
				-

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

اهداف درس

- توانایی تحلیل و ارزیابی لایه‌های مختلف اطلاعاتی مانند تکنیک صفحه‌ای، سنگ‌شناسی، آلتراسیون، ژئوشیمی، ژئوفیزیک و غیره برای اکتشاف هر کانسار
- انتخاب مناطق مناسب اکتشافی برای اکتشاف کانسارهای مختلف با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی و تحلیل آن‌ها

توانایی که درس پرورش می‌دهد

- تحلیل و ارزیابی لایه‌های اطلاعاتی مانند تکنیک صفحه‌ای، سنگ‌شناسی، آلتراسیون، پردازش داده‌های ماهواره‌ای، ژئوشیمی، ژئوفیزیک و غیره برای اکتشاف هر کانسار
- تحلیل نحوه ساختن بانک اطلاعاتی برای اکتشاف هر کانسار در GIS

سرفصل درس

نظری

- تحلیل و بررسی موارد لازم برای ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای مس پورفیری، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب
- تحلیل و بررسی موارد لازم برای ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای قلع پورفیری، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب
- تحلیل و بررسی موارد لازم برای ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای نوع IOCG، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب
- تحلیل و بررسی موارد لازم برای ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای طلای نوع کوهزایی، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب
- تحلیل و بررسی موارد لازم برای ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای طلای سولفید بالا، سولفید متوسط و سولفید کم، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب
- تحلیل و بررسی موارد لازم برای ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای طلا پورفیری، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب
- تحلیل و بررسی موارد لازم برای ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای ماسیو سولفید، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب
- تحلیل و بررسی موارد لازم برای ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای سرب و روی نوع MVT، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب
- تحلیل و بررسی موارد لازم برای ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای آهن ماگمایی، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب
- تحلیل و بررسی موارد لازم برای ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای اسکارن، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب

عملی

- ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای مس پورفیری، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب
- ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای قلع پورفیری، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب
- ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای نوع IOCG، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب
- ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای طلای نوع کوهزایی، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب
- ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای طلای سولفید بالا، سولفید متوسط و سولفید کم، مدل‌سازی و انتخاب مکان‌های مناسب



- ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای ماسیوسولفید، مدل سازی و انتخاب مکان های مناسب
- ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای سرب و روی نوع MVT، مدل سازی و انتخاب مکان های مناسب
- ایجاد بانک اطلاعاتی برای اکتشاف کانسارهای آهن ماگمایی، مدل سازی و انتخاب مکان های مناسب

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی و روش نمایشی و ارائه سمینار و پروژه دانشجویی

راهنماهای ارزشیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر	
-	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪	نظری
۶۰٪	-	-	۴۰٪	عملی

تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه

- وسیله حمل و نقل و تجهیزات صحرایی برای برگزاری فیلد

فهرست منابع

- Dentith, M. & Mudge, S.T. (2014). *Geophysics for the mineral exploration geoscientist* Cambridge University Press.
- Foster, R.P. (1993). *Gold metallogeny and exploration*. Springer.
- Gadallah, M.R. & Fisher, R. (2009). *Exploration geophysics*. Springer.
- Giordano, T.H., Kettler, R.M. & Wood, S.A. (2010). Ore genesis and exploration: the roles of organic matter. *Reviews in Economic Geology*. N. 9, Society of Economic Geologists.
- Halder, S.K. (2018). *Mineral exploration: principles and applications*. 2nd Edition. Elsevier.
- Marjoribanks, R. (2010). *Geological Methods in Mineral Exploration*. Elsevier.
- Partington, G.A., Peters, K.J., Czertowicz, T.A., Greville, P.A., Blevin, P.L. & Bahiru, E.A. (2024). Ranking mineral exploration targets in support of commercial decision making: a key component for inclusion in an exploration information system. *Applied Geochemistry* 168. 106010.
- Wilson, B., Carranza, E.J.M. & Boisvert, J.B. (2021). *Encyclopedia of Mathematical geosciences*. Springer.

فهرست منابع مطالعاتی

[HTTP://ECONG.UM.AC.IR/](http://ECONG.UM.AC.IR/) مجله زمین شناسی اقتصادی

[HTTP://WWW.GS-JOURNAL.IR](http://WWW.GS-JOURNAL.IR) مجله علوم زمین

[HTTP://UIJS.UI.AC.IR/IJP/](http://UIJS.UI.AC.IR/IJP/) مجله پترولوژی

[HTTP://AAG.SCU.AC.IR/](http://AAG.SCU.AC.IR/) مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته

[/HTTPS://IJCM.IR](https://IJCM.IR) مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران

Economic Geology

<https://pubs.geoscienceworld.org/economicgeology>

Ore Geology Reviews

<https://www.sciencedirect.com/journal/ore-geology-reviews>

Mineralium Deposita

<https://link.springer.com/journal/126>

Journal of Geochemical Exploration

<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-geochemical-exploration>

Geochemistry

<https://www.sciencedirect.com/journal/geochemistry>

Journal of Asian Earth Sciences

<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-asian-earth-sciences>

Earth and Planetary Science Letters

<https://www.sciencedirect.com/journal/earth-and-planetary-science-letters>

International Geology Reviews

<https://www.tandfonline.com/journals/tigr20>

Earth Science Reviews

<https://www.sciencedirect.com/journal/earth-science-reviews>

Lithos

<https://www.sciencedirect.com/journal/lithos>



عنوان درس به فارسی			ژئودینامیک کانسارهای فلزی ایران	
عنوان درس به انگلیسی			Geodynamics of Metallic Deposits of Iran	
نوع درس			تخصصی اختیاری	
نوع واحد			نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت
دروس پیش نیاز			ژئودینامیک و متالورژی کانسارهای ماگمایی و دگرگونی	دروس هم نیاز
				۲ واحد- ۳۲ ساعت
				-

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

اهداف درس

- توانایی تحلیل و ارزیابی ژئودینامیک و شرایط مختلف تکتونیکی و ماگماتیسم ایران
- توانایی تحلیل و ارزیابی ژئودینامیک و متالورژی کانسارهای فلزی مانند مس پورفیری، انواع کانسارهای طلا، سرب و روی، آهن، کرومیت، نیکل و منگنز ایران

توانایی که درس پرورش می‌دهد

- تحلیل منطق ارتباط کانسارهای مس پورفیری ایران را با ماگماتیسم‌های مختلف در کمرندهای ژئودینامیکی متفاوت و اقدام برای اکتشاف مس پورفیری
- تحلیل ژئودینامیک و ماگماتیسم کانسارهای متفاوت طلای ایران و اقدام برای اکتشاف کانسارهای مشابه در کمرندهای مشابه
- تحلیل ژئودینامیک و ماگماتیسم کانسارهای متفاوت آهن ایران
- تحلیل ژئودینامیک و ماگماتیسم کانسارهای متفاوت سرب و روی ایران
- تحلیل ژئودینامیک و ماگماتیسم کانسارهای کرومیت، تنگستن، نیکل و منگنز ایران

سرفصل درس

- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسارهای مس پورفیری کمرند ساوه- ناین- جیرفت
- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسارهای مس پورفیری بلوک لوت
- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسارهای مس پورفیری ارسباران
- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسار طلای نوع IOCG کوه زر تربت حیدریه
- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسار طلای نوع IOCG قلعه زری بیرجند
- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسار طلای نوع کوهزایی طرهبه
- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسار طلای نوع کم سولفید ارغش
- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسار طلای نوع کارلین زرشوران- آق دره
- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسار طلای نوع مرتبط با توده نفوذی احیایی هیرد
- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسارهای سرب و روی نوع MVT (کمرندهای اصفهان- ملایر، طبس، چاه سرب و ...) و نوع سدکس (کوشک یزد) و نوع مرتبط با مس پورفیری ایران
- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسارهای آهن ایران مرکزی، گل گهر و سنگان
- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسارهای کرومیت ایران
- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسارهای تنگستن ایران
- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسارهای نیکل ایران
- بررسی و تحلیل ژئودینامیک کانسارهای منگنز ایران

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی و نمایشی، سمینار دانشجویی و بازدید عملی از معادن ایران



ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۳۰٪	۳۰٪	۴۰٪	-

تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه

وسیله حمل و نقل و تجهیزات صحرایی برای بازدید از معادن مهم

فهرست منابع

- کریم پور م.ح؛ ملک زاده شفارودی الف؛ فارمرل؛ استرن چ، (۱۳۹۱). پتروژنز گرانیتوئیدها، سن سنجی زیرکن به روش U-Pb، ژئوشیمی ایزوتوپ های Sr-Nd و رخداد مهم کانی سازی ترشیری در بلوک لوت، شرق ایران، *مجله زمین شناسی اقتصادی*، جلد ۴، شماره ۱، ۲۷-۱
- Golmohammadi, A., Karimpour M.H., Malekzadeh Shafaroudi A. & Mazaheri S.A. (2015). Alteration-mineralization, and radiometric ages of the source pluton at the Sangan iron skarn deposit, northeastern Iran. *Ore Geology Reviews* 65: 545-563. doi: 10.1016/j.oregeorev.2014.07.005
- Karimpour, M.H., Zaw, K. & Huston, D.L. (2005). S-C-O isotopes, fluid inclusion microthermometry, and the genesis of ore bearing fluids at Qaleh-Zari Fe-oxide Cu-Au-Ag mine, Iran. *Iranian Journal of Sciences* 16: 153-169.
- Karimpour, M.H., Malekzadeh Shafaroudi, A., Mohammadi, F., Askari, A., Sadeghi, M., Francisco Santos, J., R. & Stern. C.R. (2021). Comparison of petrological and geochemical characteristics of three different types of Eocene copper-gold mineralization in eastern Iran. *Ore Geology Reviews*, 138, 104335.
- Karimpour, M.H., Rezaei, M., Zarasvandi, A. & Malekzadeh Shafaroudi, A. (2021). Saveh-Nain-Jiroft Magmatic Belt replaces Urumieh-Dokhtar Magmatic Belt: Investigation of genetic relationship between porphyry copper deposits and adakitic and non-adakitic granitoids. *Journal of Econ. Geol.* V-12, No-3, 465-506.
- Karimpour, M.H. & Sadeghi M. (2019). A new hypothesis on parameters controlling the formation and size of porphyry copper deposits: Implications on thermal gradient of subducted oceanic slab, depth of dehydration and partial melting along the Kerman copper belt in Iran. *Ore Geology Reviews*, 104, p. 522-539.
- Karimpour, M.H. & Sadeghi, M. (2018). Dehydration of hot oceanic slab at depth 30-50 km: KEY to formation of Irankuh-Emarat Pb-Zn MVT belt, Central Iran. *Journal of Geochemical Exploration* 194, pp. 88-103.
- Karimpour, M.H., Malekzadeh Shafaroudi, A., Mazloumi Bajestani, A., Keith Schader, R., Stern, C. Farmer, R. L. & Sadeghi, M. (2017). Geochemistry, geochronology, isotope and fluid inclusion studies of the Kuh-e-Zar deposit, Khaf-Kashmar-Bardaskan magmatic belt, NE Iran: Evidence of gold-rich iron oxide-copper-gold deposit. *Journal of Geochemical Exploration* 183, 58-78.
- Mokhtari, M.A.A., Hosseinzadeh, G. & Emami, M.H. (2013). Genesis of iron-apatite ores in Posht-e-Badam Block (Central Iran) using REE geochemistry. *Journal of Earth System and Sciences* 122(3): 795-807.
- Rajabi, A., Rastad, E., Alfonso, P. & Canet, C. (2011). Geology, ore facies, and sulphur isotopes of the Koushk vent-proximal sedimentary-exhalative deposit, Posht-e-Badam Block, Central Iran. *International Geology Review*: 1-14. <http://dx.doi.org/10.1080/00206814.2012.659106>
- Shahabpour, J. (1999). The role of deep structures in the distribution of some major ore deposits in Iran, NE of the Zagros thrust zone. *Journal of Geodynamics* 28: 237-250.
- Shahabpour, J. (2000). Some sulfide-silicate assemblages from the SarCheshmeh porphyry copper deposit, Kerman. *Iranian Journal of Earth Sciences* 11: 39-48.
- Shafiei, B., Haschke, M. & Shahabpour, J. (2009). Recycling of orogenic arc crust triggers porphyry Cu mineralization in Kerman Cenozoic arc rocks, southeastern Iran. *Mineralium Deposita* 44: 265-283.
- Torab, F.M. & Lehmann, B. (2007). Magnetite-apatite deposits of the Bafq district, Central Iran: apatite geochemistry and monazite geochronology. *Mineral Magazine*, 71, 347-363.



روش‌های فرآوری مواد معدنی فلزی و استحصال طلا			عنوان درس به فارسی
Methods of Processing Metal Minerals and Extracting Gold			عنوان درس به انگلیسی
تخصصی اختیاری			نوع درس
نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۲ واحد- ۳۲ ساعت	نوع واحد
-	دروس هم نیاز	-	دروس پیش نیاز

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

اهداف درس

- تحلیل و ارزیابی روش‌های مختلف فرآوری مواد معدنی فلزی
- تحلیل و ارزیابی روش‌های مختلف استحصال طلا

توانایی که درس پرورش می‌دهد

- تحلیل انواع مطالعات مربوط به قبل از فرآوری مانند مطالعات بافتی، روابط کانی‌ها و درجه آزادی و ...
- تحلیل انواع روش‌های استحصال طلا در سه نوع کانسار مختلف طلا

سرفصل درس

- تعریف کانه‌آرایی مواد معدنی
- تهیه نمونه معرف و شناسایی خواص کانسنگ در آزمایشگاه
- مطالعات مینرالوگرافی قبل از کانه‌آرایی شامل مطالعات بافتی، تشخیص کانی‌های اقتصادی و غیراقتصادی، مزاحم و باطله، اندازه کانی، درجه آزادی و غیره و انتخاب مناسب‌ترین روش کانه‌آرایی بر اساس ویژگی‌های آزمایشگاهی
- اصول کف آلایی (Froth Flotation) همراه با مثال‌هایی از کانسارهای مختلف
- آشنایی با دستگاه‌های سرنده و دانه‌بندی کانی‌ها
- معرفی روش‌های پریارسازی جدایش فیزیکی (سنگ جوئی دستی و خودکار)
- روش‌های پریارسازی جدایش گرانی، مغناطیسی و برق ایستایی (Electrostatic)
- اصول جدایش پریارسازی کانی‌ها با استفاده از مایعات سنگین (H.L.S. Heavy Liquid Separation)
- جدایش مواد معدنی با استفاده از مواد واسطه سنگین (H.M.S. Heavy Media Separation)
- کاربرد دستگاه‌های چرخنده (Cyclone) و آب چرخنده (Hydro-cyclone) در کانه‌آرایی
- تحلیل روش‌های مختلف فرآوری بر روی کانسارهای مختلف آهن، سرب و روی، مس و غیره با ذکر مثال
- روش‌های استحصال طلا در سه نوع کانسار مختلف طلای کارلین، IOCG و طلا مرتبط با توده‌های نفوذی احیایی با مثال‌هایی از ایران

راهنمای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

- سخنرانی و نمایشی، سمینار دانشجویی

راهنمای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	۵۰٪	۵۰٪	-

فهرست منابع

- Drzymata, J. (2007). *Mineral processing (foundations of theory and practice mineralurgy)*. 1st Edition. Wroclaw University of Technology.
- Fuerstenau, M.C. & Han, K.N. (2003). *Principles of mineral processing*. Society for Mining, Metallurgy and Exploration Publisher.
- Metso Corporation, (2011). *Basic in mineral processing*. 8th Edition
- Telsmith, INC. (2011). *Mineral processing handbook*. 13th Edition. USA.
- Wills, B.A. (2006). *Wills mineral processing technology: an introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery*. Butterworth-Heinemann.
- Yan, D. & Gupta, A. (2006). *Mineral processing design and operation: an introduction*. Elsevier Science Publisher.

عنوان درس به فارسی			ارزیابی اقتصادی ذخایر معدنی	
عنوان درس به انگلیسی			Economic Evaluation of Ore Deposits	
نوع درس			تخصصی اختیاری	
نوع واحد			نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت
دروس پیش نیاز			-	۲ واحد - ۳۲ ساعت
دروس هم نیاز			-	-

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

اهداف درس

- توانایی محاسبه عیار حد و تحلیل و ارزیابی آن
- طراحی، تحلیل و ارزیابی روش های مختلف تعیین ذخیره
- توانایی تحلیل محاسبات ارزیابی اقتصادی ذخیره معدنی

توانایی که درس پرورش می دهد

- تحلیل و ارزیابی محاسبات تعیین عیار حد در کانسارهای مختلف
- طراحی و تحلیل انواع روش های مختلف تعیین ذخیره در کانسارهای مختلف
- انجام و تفسیر محاسبات ارزیابی اقتصادی یک ذخیره معدنی

سرفصل درس

- محاسبه عیار حد در کانسارهای مختلف با در نظر گرفتن روش و هزینه های استخراج، هزینه های کانه آرای، هزینه های حمل و نقل و قیمت ماده معدنی در بازار روز
- محاسبات و روش های مختلف تعیین ذخیره در کانسارهای مختلف و یادگیری نرم افزار دیتامین یا کامفار
- دلایل و ضرورت محاسبه چند ذخیره در یک کانسار همراه با مثال
- فرایند ارزیابی، تحلیل روش های مختلف تخفیفی و غیر تخفیفی، برآورد ریسک در پروژه، محاسبات اقتصادی
- نوسانات قیمت ماده معدنی در گذشته و آینده و تحلیل آن
- انواع ماشین آلات مورد استفاده در یک ذخیره معدنی
- روش های مختلف آماری برای ارزیابی اقتصادی
- توابع اقتصادی و شبیه سازی زمین آماری برای کنترل های عیاری
- روش های استاندارد تعیین ذخیره جهانی و قوانین جورک
- نحوه گزارش محاسبات اقتصادی منابع و ذخایر معدنی شرکت های معدنی بزرگ دنیا
- نرم افزارهای لازم برای محاسبات اقتصادی و بررسی ارزیابی اقتصادی چند ذخیره معدنی به عنوان مثال موردی

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

- سخنرانی و نمایشی، پروژه دانشجویی

راهنماهای ارزشیابی

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

فهرست منابع

- Edwards, A.C. (2001). *Mineral resource and ore reserve estimation- the AusIMM guide to good practice*.
- Konstantions, M., Georgios, V. & Daphne, S. (2023). *Geostatistics and ore reserves estimation*. Kallipos.
- Rendu, J.M. (2014). *An introduction of cut off grade estimation*. 2nd Edition.
- Reyuelta, M.B. (2018). *Mineral resources from exploration to sustainability assessment*. Springer.
- Rossi, M.E. & Deutsch, C.V. (2014). *Mineral resource estimation*. Springer.
- Torries, T.F. (1998). *Evaluating mineral projects: applications and misconceptions*.
- Wellmer, F.W., Dalheimer, M. & Wagner, M. (2008). *Economic Evaluations in Exploration* 2nd Edition. Elsevier

عنوان درس به فارسی			زمین شناسی زیست محیطی اکتشافات معدنی	
عنوان درس به انگلیسی			Mineral Exploration Environmental Geology	
نوع درس			تخصصی اختیاری	
نوع واحد			نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت
دروس پیش نیاز			-	۲ واحد- ۳۲ ساعت
دروس هم نیاز			-	-

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

اهداف درس

- تحلیل و ارزیابی انواع خطرات زیست محیطی، اصول ایمنی و بهداشت در حین اکتشافات معدنی
- تحلیل و ارزیابی راه‌های پیشگیری از خطرات زیست محیطی در حین عملیات اکتشافی مواد معدنی مختلف

توانایی که درس پرورش می‌دهد

- شناسایی و ارزیابی انواع خطرات زیست محیطی حین نمونه برداری و پیمایش اکتشافی
- تحلیل و ارزیابی خطرات زیست محیطی، اصول ایمنی و بهداشت در کانسارها و سنگ‌های مختلف

سرفصل درس

- میزان فراوانی عناصر در آب و خاک و اثرات زیست محیطی آنها
- اکتشاف و اثرات زیست محیطی
- انواع خطرات زیست محیطی، اصول ایمنی و بهداشت در حین نمونه برداری از سنگ، آب و خاک
- انواع خطرات زیست محیطی، اصول ایمنی و بهداشت در حین پیمایش منطقه اکتشافی
- انواع خطرات زیست محیطی، اصول ایمنی و بهداشت در حین عملیات اکتشاف انواع کانسارهای طلا و انواع کانسارهای مس
- انواع خطرات زیست محیطی، اصول ایمنی و بهداشت در حین عملیات اکتشاف انواع کانسارهای سرب و روی
- انواع خطرات زیست محیطی، اصول ایمنی و بهداشت در حین عملیات اکتشاف انواع کانسارهای آهن
- انواع خطرات زیست محیطی، اصول ایمنی و بهداشت در حین عملیات اکتشاف دیگر کانسارهای فلزی
- انواع خطرات زیست محیطی، اصول ایمنی و بهداشت در حین عملیات اکتشاف انواع کانسارهای غیرفلزی
- راه‌های پیشگیری از خطرات زیست محیطی در حین عملیات اکتشافی کانسارهای مختلف

راهنمای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

- سخنرانی و نمایشی، سمینار دانشجویی

راهنمای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	۵۰٪	۵۰٪

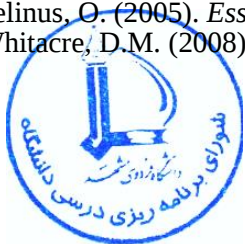
فهرست منابع

Bell, F.G.(1998). *Environmental Geology: principles and practice*. Wiley.
 Knodel, K., Lange, G. & Voigt, H-J. (2007). *Environmental Geology (handbook of field methods and case studies)*. Springer-Verlag Berlin
 Komatina, M.M. (2004). *Medical geology (effects of geological environments on human health)*. Elsevier.
 Merritts, D., Menking, K. & Dewet, A. (2014). *Environmental geology*, 2th Edition, W. H. Freeman.
 Newton, D.E. (2007). *Chemistry of the environment*, Facts on File.
 Selinus, O. (2005). *Essentials of medical geology*. Elsevier
 Whitacre, D.M. (2008). *Reviews of Environmental contamination and toxicology*. Springer.

فهرست مطالعاتی

مجله علوم زمین [HTTP://WWW.GS-JOURNAL.IR](http://www.gs-journal.ir)

مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته [HTTP://AAG.SCU.AC.IR/](http://AAG.SCU.AC.IR/)



فصل چهارم

ترم بندی دروس



نیمسال اول تحصیلی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	نظری	عملی
۱	ژئودینامیک و متالورژی کانسارهای ماگمایی و دگرگونی	۳	۳	۰
۲	ژئوشیمی محلول‌های گرمابی کانسارهای ماگمایی، دگرگونی و رسوبی	۱+۱	۱	۱
۳	کانی‌سازی و اکتشاف عناصر راهبردی	۲	۲	
جمع واحد			۷	

نیمسال دوم تحصیلی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	نظری	عملی
۱	زمین‌شناسی ساختمانی کاربردی در اکتشاف ذخایر معدنی	۲+۱	۲	۱
۲	دروس اختیاری- (۴ واحد)			
جمع واحد			۷	

نیمسال سوم تحصیلی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	نظری	عملی
۱	دروس اختیاری- (۴ واحد)			
جمع واحد			۴	

