



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

(بازنگری شده)

دوره: دکتری

رشته: علوم زمین

گرایش: زمین شناسی اقتصادی



گروه: علوم پایه

مصوبه جلسه شماره ۷۹ مورخ ۱۳۹۵/۰۷/۱۱

کمیسیون برنامه ریزی آموزشی

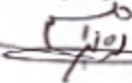
بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

عنوان برنامه: علوم زمین گرایش زمین شناسی اقتصادی

- ۱- برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری رشته علوم زمین گرایش زمین شناسی اقتصادی در جلسه شماره ۷۹ مورخ ۱۳۹۵/۰۷/۱۱ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی تصویب شد.
- ۲- برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری رشته علوم زمین گرایش زمین شناسی اقتصادی از تاریخ ۱۳۹۵/۰۷/۱۱ جایگزین برنامه درسی دوره دکتری رشته زمین شناسی - زمین شناسی اقتصادی 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 دکتری تخصصی رشته علوم زمین گرایش زمین‌شناسی اقتصادی

مقدمه

زمین‌شناسی اقتصادی شاخه‌ای از علم زمین‌شناسی است که پیرامون شرایط تشکیل مواد معدنی فلزی و غیرفلزی، زمین‌شیمی، ویژگی‌های بافتی و ساختی کانسنگها، عوامل کنترل‌کننده 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 زمین‌فیزیکی، زمین‌شیمیایی 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، بر حسب 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 پارینه سنگی (Paleolithic age) در ۷۵۰ هزار سال پیش از میلاد باز می‌گردد. بر اساس مطالعات باستان‌شناختی، 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 ذوب کند. 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 (۱۰۳۷-۹۸۰ میلادی) اولین پژوهشگری بود که رده‌بندی سامانمند مواد معدنی شامل سنگها، فلزها، گوگردها 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 هیجدهم میلادی نیز پژوهشهایی در زمینه چگونگی تشکیل و خاستگاه مواد معدنی به ویژه در آلمان و اسکاتلند انجام شد. دو نظریه معروف نپتونیست‌ها (ورنر؛ ۱۷۷۵ میلادی) و پلوتونیست‌ها (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 تا کنون در زمینه منشا 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 ذوب‌کنندگان و استفاده‌کنندگان از فلزات و به ویژه مس معرفی کرده‌اند و تاریخ آن را حدود ۹ هزار سال پیش از میلاد می‌دانند. با این حال، به نظر بسیاری از باستان‌شناسان، نخستین استخراج و ذوب مس توسط ایرانیان در محلی به نام تل ابلیس صورت گرفته است. براساس شواهد باستان‌شناختی و معدن‌کاری شدادی، مرکز، شرق و شمال ایران دارای کهن‌ترین پیشینه فلزگری می‌باشد. وجود کوره‌های قدیمی ذوب فلزات و سرباره مواد معدنی در دامنه رشته کوه های زاگرس و البرز تا کویر یزد، کرمان، قم، کاشان، خراسان و همچنین در دامنه رشته کوه‌های بلوچستان مانند سرباره‌های معدنی مس چهل‌کوره و معادن متروکه سرب و روی خارستان و بیدستر تفتان حکایت از مهارت ایرانیان در امر فرآوری فلزات از مواد معدنی دارد.



دوره دکتری تخصصی رشته علوم زمین گرایش زمین‌شناسی اقتصادی برنامه‌ای آموزشی و پژوهشی شامل دروس نظری، عملی و کار پژوهشی است، که از گرایشهای پترولوژی، زمین‌شیمی، سنجش اژدور و زمین‌شناسی زیست‌محیطی بهره می‌برد. کشور ما نیز 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 مشروع جامعه است.

دانشجویان پس از ورود به دوره دکتری تخصصی رشته علوم زمین گرایش زمین‌شناسی اقتصادی، ملزم به گذراندن دروس الزامی، اختیاری و پایان‌نامه براساس آئین‌نامه دکتری و تشخیص کمیته تخصصی مربوطه هستند. طول دوره دکتری تخصصی زمین‌شناسی اقتصادی حداکثر ۴ سال تحصیلی است. شکل نظام، نیمسال است و هر سال تحصیلی شامل دو نیمسال و هر نیمسال ۱۶ هفته است.

اهداف دوره

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 به‌گونه‌ای 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.

توانایی‌ها، مهارت‌ها و احراز مشاغل دانش‌آموختگان

دانش‌آموختگان دوره دکتری تخصصی رشته علوم زمین گرایش زمین‌شناسی اقتصادی قادرند پس از اتمام دوره به عنوان اعضای هیات علمی در دانشگاه‌های کشور مشغول به کار شوند. با توجه به تخصصی که در طول دوره دکتری بدست آورده‌اند آنها از توانایی لازم برای تهیه انواع نقشه‌های زمین‌شناختی، اکتشافی، زمین‌شیمیایی و کار با تصاویر ماهواره‌ای برخوردار خواهند بود. همچنین دانش‌آموختگان این دوره می‌توانند با گروه‌های اکتشاف معدن، مهندسی مشاور، نقشه‌برداری و مهندسی هوا-فضا و متخصصین پردازش داده‌های ماهواره‌ای، همکاری داشته و یا در کارهای صحرایی و آزمایشگاهی مهندسی حفاری معادن و عملیات چاه‌پیمایی فعالیت داشته باشند. دانش‌آموختگان دوره دکتری رشته علوم زمین گرایش زمین‌شناسی اقتصادی می‌توانند در انجام پروژه‌های زیست‌محیطی و تشخیص آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های معدنی نیز با زمین‌شناسان زیست‌محیطی همکاری کنند. تحصیل در این رشته شرایط جسمانی مناسب را می‌طلبد چراکه زمین‌شناس اقتصادی باید قادر باشد عملیات صحرایی را که بیشتر در مناطق کوهستانی و بیابانی انجام می‌شود را با موفقیت انجام دهد. با توجه به توانایی‌هایی که دانش‌آموختگان مقطع دکتری تخصصی رشته علوم زمین گرایش



زمین‌شناسی اقتصادی در طول تحصیل به دست می‌آورند می‌توانند علاوه بر تدریس در دانشگاه‌های کشور به عنوان اعضای هیات علمی در وزارتخانه‌های صنعت، معدن و تجارت، نفت، نیرو، راه و شهرسازی، جهاد کشاورزی، علوم، آموزش و پرورش، مسکن و شهرسازی 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، سازمان حفاظت محیط زیست کشور و شرکتهای مهندسیین اکتشاف و مشاور زمین‌شناسی مشغول به کار شوند.

شرایط لازم برای اجرا

اجرای این رشته در دانشگاه‌هایی امکان‌پذیر است که حداقل دارای چهار نیروی متخصص با درجه دکتری زمین‌شناسی اقتصادی بوده (حداقل دو دانشیار یا استاد) و به دستگاه‌های تجزیه نمونه‌های شیمیایی و آزمایشگاه‌های کانه‌نگاری، کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی مجهز باشند.

دروس دوره دکتری تخصصی رشته علوم زمین گرایش زمین‌شناسی اقتصادی

تعداد کل واحدهای درسی این دوره ۳۶ واحد به شرح زیر است:

| | |
|------------------------|---------|
| الف) دروس تخصصی الزامی | ۸ واحد |
| ب) دروس تخصصی اختیاری | ۸ واحد |
| ج) پایان‌نامه | ۲۰ واحد |



فصل دوم



الف) جدول دروس تخصصی الزامی

| کد | نام درس | تعداد واحد | ساعات | | |
|----|--|---------------|-------|------|-----|
| | | | نظری | عملی | جمع |
| | زمین شناسی ذخایر معدنی | ۲ | ۳۲ | - | ۳۲ |
| | زمین شیمی ایزوتوپی ذخایر معدنی | ۲ | ۳۲ | - | ۳۲ |
| | زمین شناسی اقتصادی عناصر کمیاب خاکی و فلزات خاص | ۲ | ۳۲ | - | ۳۲ |
| | سامانه های گرمایی | ۲ | ۳۲ | - | ۳۲ |



ب) جدول دروس تخصصی اختیاری

| کد | نام درس | تعداد واحد | ساعات | | |
|----|--|------------|-------|------|-----|
| | | | نظری | عملی | جمع |
| | زمین‌شیمی میانبارهای سیال | ۲ | ۳۲ | - | ۳۲ |
| | زمین‌ساخت صفحه‌ای و تکامل زمانی-مکانی سامانه‌های معدنی | ۲ | ۳۲ | - | ۳۲ |
| | زمین‌شیمی دریایی | ۲ | ۳۲ | - | ۳۲ |
| | ذخایر چینه‌سان و چینه‌کران | ۲ | ۳۲ | - | ۳۲ |
| | کانه‌زایی در سنگهای آذرین پتاسیم‌دار | ۲ | ۳۲ | - | ۳۲ |
| | زمین‌شناسی اقتصادی کانی‌های رُسی | ۲ | ۳۲ | - | ۳۲ |
| | دگرگونی و ذخایر کوهزاد ناماگمایی | ۲ | ۳۲ | - | ۳۲ |
| | دورستجی و سامانه اطلاعات جغرافیایی در اکتشاف ذخایر معدنی | ۲ | ۳۲ | - | ۳۲ |

دانشجو باید ۸ واحد دروس تخصصی اختیاری از جدول فوق را اخذ کند.



فصل سوم



الف) درس‌های تخصصی الزامی

| | | | | | |
|--|-------|---------|---------------------------|---------------|--|
| درس پیشنهادی: | نظری | جبرانی | نوع واحد: نظری - تخصصی | تعداد واحد: ۲ | عنوان درس به فارسی: زمین‌شناسی ذخایر معدنی عنوان درس به انگلیسی: Geology of ore deposits |
| | عملی | | | | |
| | نظری | پایه | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری* | الزامی | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | اختیاری | | | |
| | عملی | | | | |
| آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> سفر عملی | | | | | |

اهداف کلی درس:

دانشجویان در این درس با ویژگی‌های زمین‌شناختی، عوامل زمین‌دینامیکی و تمرکز مواد معدنی، ارتباط کنترل‌کننده‌های ساختاری و کانه‌زایی و توزیع زمانی و مکانی ذخایر آذرین، دگرگونی و رسوبی آشنا خواهند شد.

سرفصل مطالب:

- ماگماتیسم و فرایندهای کانسنگ‌ساز آذرین
- کاربرد روابط فازی در ماگماها، یوتکتیک و محلول جامد، تاثیر فشار بر تفریق ماگمایی و ارتباط ترمودینامیک شیمیایی و نهشت کانسنگهای ماگمایی (اکسیدی-سولفیدی)
- ذوب بخشی، جز به جز شدگی بلوری و نامیژاکی سیال در تشکیل کانسنگ‌های آذرین و شناخت پاراژنز در انواع ذخایر آذرین
- فرایندهای کانه‌زایی در ماگماهای الترامافیک-مافیک، حدواسط و فلسیک و شناخت مدل‌های نوین فرایندهای کانه‌زایی آذرین
- شناخت ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی سیالات کانسنگ‌ساز ماگمایی-گرمایی
- شناخت متغیرهای کلیدی برای درک شرایط تشکیل و نهشت کانسنگها (برآورد pH, fO_2 , fS_2 ، دما و فشار کانسنگها)
- مدل‌های دگرسانی، ردیابهای زمین‌شیمیایی و ایزوتوپی در شناخت منشا کانسنگ‌ها
- روابط تعادلی در رخساره‌های دگرگونی و ارتباط آن با ذخایر دگرگونزاد
- فرادگرگونی و کانه‌زایی‌های مرتبط با آن



- نقش هوازدگی فیزیکی و شیمیایی در تشکیل ذخایر رسوبی
- زمین‌شیمی معدنی و آلی؛ رسوبگذاری و دیاژنز در تشکیل ذخایر رسوبی
- زمین‌ساخت جهانی و توزیع زمانی ذخایر آذرین، دگرگونی و رسوبی

منابع:

- 1- Pirajno, F. 2009. Hydrothermal Processes and Mineral Systems. Springer.
- 2- Pohl, W. L. 2011. Economic Geology Principles and Practice. Wiley-Blackwell.
- 3- Robb, L. 2005. Introduction to ore forming processes. (Part 4: Global Tectonics and metallogeny). Blackwell publishing.
- 4- Krauskopf, K. B; Bird, D. K., 1994. Introduction to geochemistry - 3rd Edition. McGraw-Hill Science/Engineering/Math.
- 5- Ridley, J. 2013, Ore deposit geology. 1st Edition. Cambridge University Press.
- 6- Naldrett, A., 2004. Magmatic Sulfide Deposits: Geology, Geochemistry and Exploration. Springer.



| | | | | | |
|--|-------|---------|---------------------------|---------------|--|
| دروس پیشنهادی: | نظری | جبرانی | نوع واحد: نظری - تخصصی | تعداد واحد: ۲ | عنوان درس به فارسی: زمین شیمی ایزوتوپی ذخایر معدنی |
| | 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"/> | | | | | عنوان درس به انگلیسی: Isotope geochemistry of ore deposits |
| تعداد ساعت: ۳۲ | | | | | |
| سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | | | |

اهداف کلی درس:

دانشجویان در این درس با کاربرد زمین شیمی ایزوتوپیهای پایدار و ناپایدار در سن سنجی و تعیین منشا عناصر در ذخایر معدنی مختلف آشنا می شوند.

سرفصل مطالب:

- زمین شیمی ایزوتوپیهای پایدار و ناپایدار
- سازوکار واپاشی و پرتوزایی عناصر ناپایدار
- سازوکار تغییرات ایزوتوپی در مخازن زمین شناختی مختلف (هسته، گوشته، پوسته، هواکره، آب کره و زیست کره)
- تفکیک ایزوتوپیهای پایدار در سیالات کانستگ ساز و کانی های سولفیدی
- معرفی روشهای سن سنجی نوین و کاربرد ایزوتوپهای پرتوزا و پرتوزاد در محیطهای زمین شناختی مختلف
- کاربرد ایزوتوپهای پرتوزا در سن سنجی و پرتوزاد در سنگ زایی
- ایزوتوپهای پرتوزاد و شناسایی سامانه های زمین شناختی مختلف
- هسته های پرتوزا و کاربرد آن در زمین شیمی کیهان
- ردشکافت و اثرات زمین شناختی آن
- زمین شیمی و زمین دماسنجی ایزوتوپیهای پایدار
- زمین دماسنجی ایزوتوپهای پایدار در سامانه های گرمایی و گرمایی
- ایزوتوپهای پایدار و کاربرد آنها در منشایابی سیالات گرمایی و زمین گرمایی
- زمین شیمی ایزوتوپی عناصر پرتوزا و پرتوزاد در سامانه های آذرین
- زمین شیمی ایزوتوپی سنگهای رسوبی و سامانه های دریایی



- زمین‌شیمی ایزوتوپی در محیط‌های دگرگونی
- زمین‌شیمی و بی‌هنجاری‌های ایزوتوپی شخانه‌ها

منابع:

- 1- Sharp, Z., 2006, Principal of stable isotope geochemistry, Prentice Hall.
- 2- Kendall, C., Caldwell, E. A., 1998, Fundamentals of isotope geochemistry.
- 3- Hoefs, J., 2009, Stable isotope geochemistry. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- 4- Rasskazov, S.V., Brandt, S.B., Brandt, I.S, 2010, Radiogenic isotopes in geologic processes. Springer.
- 5- Dickin, A.P., 2005, Radiogenic isotope geology. Cambridge University Press.



| | | | | | |
|--|-------|---------|---------------------------|---------------|--|
| دروس پیشنهادی: | نظری | جبرانی | نوع واحد: نظری - تخصصی | تعداد واحد: ۲ | عنوان درس به فارسی: زمین‌شناسی اقتصادی عناصر کمیاب خاکی و فلزات خاص عنوان درس به انگلیسی: Economic geology of rare earth elements and special metals |
| | 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"/> | | | | | |

اهداف کلی درس:

دانشجویان در این درس با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی عناصر فرعی (کمیاب خاکی (REEs) و فلزات خاص) تشکیل‌دهنده سنگها، نحوه پراکنش، ذخایر اقتصادی و رفتار آنها در سامانه‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی آشنا خواهند شد.

سرفصل مطالب:

- رده‌بندی عناصر کمیاب خاکی (REEs) و فلزات خاص
- سازگاری و ناسازگاری عناصر کمیاب خاکی و فلزات خاص در سامانه‌های زمین‌شناختی مختلف
- شباهت‌های زمین‌شیمیایی عناصر اصلی و جزئی با عناصر کمیاب خاکی و فلزات خاص
- کانی‌شناسی عناصر کمیاب خاکی و فلزات خاص
- زمین‌شیمی و ذخایر عناصر کمیاب قلیایی (لیتیم، سزیم و روبیدیم)
- زمین‌شیمی و ذخایر عناصر کمیاب سبک (برلیم)
- زمین‌شیمی و ذخایر عناصر کمیاب با نقطه ذوب بالا (نیوبیم، تانتالیوم، زیرکونیم و هافنیم)
- زمین‌شیمی و ذخایر عناصر کمیاب خاکی (REEs) یا گروه لانتانیدها و عناصر شبیه به آنها (ایتریم و اسکاندیم)
- زمین‌شیمی و ذخایر عناصر گوگرد دوست (ژرمانیم، گالیم، رنیم، تالیوم، کادمیم، ایندیم و تلوریم)
- انواع ذخایر اقتصادی عناصر کمیاب خاکی (ذخایر ماگمایی، متاسوماتیت‌های فلدسپاری، اسکارن‌ها و کربناتیت‌ها)



- ذخایر گرمایی پلوتونوژنیک کمیاب خاکی (ذخایر باریت-کربنات-باستنازیت، ذخایر فلوریت-باستنازیت-کانه‌های آهن و ذخایر عناصر کمیاب خاکی همراه با فلزات پایه)
- یگماتیت‌زایی و تمرکز فلزات خاص و کمیاب خاکی
- ذخایر رسوبی عناصر کمیاب خاکی و نهشته‌های پلاسری
- پی‌جویی و شاخص‌های اکتشافی ذخایر کمیاب خاکی و فلزات خاص (روشهای گرانی‌سنجی، زمین-شیمی کانی‌های سنگین، شناسایی هاله‌های زمین‌شیمیایی اولیه و ثانویه)
- معرفی کمربندهای فلززایی عناصر کمیاب خاکی و فلزات خاص در ایران و جهان

منابع:

- 1- Dill, H. G., 2010. The "chessboard" classification scheme of mineral deposits: Mineralogy and geology from aluminum to zirconium, Earth-Science Reviews, Elsevier Publishing.
- 2- Long, K. R., Van Gosen, B. S., Foley, N. K., Cordier, D., 2010. The Principal Rare Earth Elements Deposits- A Summary of Domestic Deposits and a Global Perspective. Scientific Investigations Report, USGS.
- 3- Orris, G.J., Grauch, R.I., 2002. Rare earth element mines, deposits, and occurrences. USGS Open-File Report.
- 4- Voncken, J.H.L., 2016. The Rare Earth Elements: An Introduction. Springer.
- 5- Henderson, P., 1983. Rare Earth Element Geochemistry (Developments in Geochemistry). Elsevier Science.
- 6- Ghorbani, M., 2002. The history of economic geology of Iran. Chapter 6: status of rare earth elements in Iran. GSI Publishing.



| | | | | | |
|---|-------|---------|---------------------------|---------------|---|
| دروس پیشنهادی: | نظری | جبرانی | نوع واحد: نظری - تخصصی | تعداد واحد: ۲ | عنوان درس به فارسی: سامانه‌های گرمابی عنوان درس به انگلیسی: Hydrothermal systems |
| | 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"/> | | | | | |

اهداف کلی درس:

دانشجویان در این درس با زمین‌شیمی سیالات گرمابی، منشا و حرکت آنها، سازوکار نهشت کانسنگ‌ها و عوامل موثر در انحلال‌پذیری فلزات آشنا خواهند شد.

سرفصل مطالب:

- ساختار و ویژگی آب و سیالات گرمابی
- منشا سیالات گرمابی
- ترمودینامیک شیمیایی سیالات گرمابی
- پتانسیل اکسایش-کاهش در سامانه‌های گرمابی
- انحلال‌پذیری عناصر در محلول‌های آبگین و یون-کمپلکس‌ها در سیالات گرمابی
- جذب و واجذب در انحلال‌پذیری و نهشت فلزات
- حرکت سیالات گرمابی در پوسته زمین و عوامل موثر بر جریان سیال
- گرا دیان‌های فشار ایستایی و فشار سنگ ایستایی
- فرایندهای گرمابی و دگرسانی سنگ دیواره
- نشانگرهای زمین‌شیمیایی و ردیابهای ایزوتوپی در ذخایر گرمابی
- عوامل فیزیکی شیمیایی و سازوکار ته‌نشینی فلزات در سامانه‌های گرمابی
- برهمکنش‌های سیال-سنگ و عوامل کنترل‌کننده pH و Eh در سامانه‌های گرمابی
- زیست‌کانه‌زایی و نهشت فلزات در سامانه‌های گرمابی شیمیایی آلی
- زون‌بندی فلزی و توالی پاراژنزی سامانه‌های گرمابی



- انواع دگرسائی ناشی از فعالیت‌های زمین گرمایی
- زمین‌شیمی میانبارهای سیال و ارتباط آن با ذخایر گرمایی
- زمین‌شیمی سامانه‌های زمین گرمایی امروزی و فسیل
- شیب فشار و ارتباط آن با سامانه‌های زمین گرمایی
- زمین‌شیمی و خاستگاه سیالات زمین گرمایی
- ذخایر مرتبط با سامانه‌های زمین گرمایی
- زمین‌دماسنجی‌های ایزوتوپی در سامانه‌های زمین گرمایی
- دگرسائی‌های ناشی از فعالیت‌های زمین گرمایی
- روشهای اکتشاف انرژی زمین گرمایی
- زمین‌ساخت صفحه‌ای و ارتباط آن با سامانه‌های گرمایی و میدان‌های زمین گرمایی

منابع:

- 1- Barnes, H. L., 1997. Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits. Wiley publishing.
- 2- Pirajno, F. 2009. Hydrothermal Processes and Mineral Systems. Springer.
- 3- Huenges, E., 2010. Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization, Wiley-VCH.
- 4- Nicholson, K., 1993. Geothermal Fluids: Chemistry and Exploration Techniques. Springer.



ب) درس‌های تخصصی اختیاری

| | | | | | |
|--|-------|---------|---------------------------|---------------|--|
| درس پیشنهادی: | نظری | جبرانی | نوع واحد: نظری - تخصصی | تعداد واحد: ۲ | عنوان درس به فارسی: زمین‌شیمی میانبارهای سیال عنوان درس به انگلیسی: Geochemistry of fluid inclusions |
| | 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"/> | | | | | |

اهداف کلی درس:

دانشجویان در این درس با زمین‌شیمی و اهمیت زمین‌شناختی میانبارهای سیال، روشهای تجزیه دستگاهی میانبارهای سیال، نرم‌افزارهای دما-فشارسنجی و کاربرد میانبارهای سیال در اکتشاف ذخایر معدنی آشنا خواهند شد.

سرفصل مطالب:

- ماهیت، رُخداد و اهمیت زمین‌شناختی میانبارهای سیال
- آماده‌سازی نمونه‌های آذرین، رسوبی و دگرگونی برای مطالعات میکروسکوپی
- پتروگرافی میانبارهای سیال
- تجزیه ریز دما-فشارسنجی میانبارهای سیال
- معرفی و کاربرد روشهای تجزیه دستگاهی نوین
- ویژگی میانبارهای سیال ذخایر معدنی مختلف
- میانبارهای سیال و بیگانه‌سنگهای گوشته‌ای
- تفسیر نمودارهای میانبارهای سیال
- روشهای محاسبه pH و fO_2 در میانبارهای سیال
- روشهای محاسباتی و کاربرد ایزوتوپیهای پایدار در دماسنجی میانبارهای سیال
- روشهای تصحیح فشار در میانبارهای سیال
- کاربرد میانبارهای سیال در تفسیر جایگاه زمین‌ساختی، دیاژنز و سیالات حوضه‌ای



- میانبارهای سیال و اکتشاف هیدروکربن‌های نفتی و معدنی
- زمین‌شیمی هالوژن‌ها و گازهای نجیب در شناسایی منشأ سیالات و نوع سامانه‌های گرمایی
- زمین‌شیمی عنصری میانبارهای سیال و کاربرد آن در اکتشاف ذخایر معدنی با استفاده از طیف‌سنجی جرمی فرسپ لیزری پلاسمای جفت‌یافته القایی (LA-ICP-MS)
- شناسایی ویژگی‌های کانی‌شناختی فازهای دختر با استفاده از طیف‌بینی رامان
- آشنایی با نرم‌افزارهای کاربردی دما-فشارسنجی و زمین‌شیمی میانبارهای سیال

منابع:

- 1- Bodnar, R.J., Lecumberri-Sanchez, P., Moncada, D., Steele-MacInnis, M., 2014. Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits. In: Holland HD, Turekian KK (eds) Treatise on geochemistry, 2nd edn. Elsevier Science and Technology, Oxford, pp 119-142.
- 2- Yardley, B.W.D., Bodnar, R.J., 2014. Fluids in continental crust. European Association of Geochemistry, EAG.
- 3- Brown, P.E., 1989. Flincor: a microcomputer program for the reduction and investigation of fluid inclusion data. American Mineralogist, 74: 1390-1393.
- 4- Shepherd, T.J., Rankin, A.H., Alderton, D.H.M., 1985. A Practical Guide to Fluid Inclusion Studies. Blackie Press.
- 5- Fluid inclusion studies. 2001. Special issue "LITHOS" journal, 55: 1-322. Elsevier.
- 6- Hurai, V., Huraiova, M., Slobodnik, M., Thomas, R., 2015. Geofluids: Developments in Microthermometry, Spectroscopy, Thermodynamics, and Stable Isotopes. Elsevier.



| | | | | | |
|--|-------|---------|---------------------------|--|---|
| دروس پیشنهادی: | نظری | جبرانی | نوع واحد: نظری - تخصصی | تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲ | عنوان درس به فارسی: زمین ساخت صفحه‌ای و تکامل زمانی-مکانی سامانه‌های معدنی عنوان درس به انگلیسی: Plate tectonic and spatial-temporal evolution of mineral systems |
| | 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"/> | | | | | |

اهداف کلی درس:

دانشجویان در این درس با جایگاه‌های زمین‌ساختی مختلف و ارتباط آنها با کانه‌زایی و تکامل زمانی- مکانی سامانه‌های معدنی آشنا می‌شوند.

سرفصل مطالب:

- جایگاه‌های زمین‌ساختی و زمین‌پویایی سامانه‌های معدنی
- مرز صفحات همگرا؛ جایگاه‌های کمانی و پس‌کمانی، زمین‌ساخت برخوردی (کوهزایی و پساکوهزایی) و ذخایر مرتبط با این جایگاه‌ها
- مرز صفحات واگرا؛ پشته‌های میان اقیانوسی، حاشیه‌های ناپویا و کافت قاره‌ای و ذخایر مرتبط با این جایگاه‌ها
- ماگماتیسم و کانه‌زایی مرتبط با نقاط داغ
- کانه‌زایی و دینامیک کافتی (پویا و ناپویا)
- زمین‌ساخت تنوره گوشته و سامانه‌های معدنی
- تکامل زمانی سامانه‌های کانسنگ‌ساز گرمایی، چرخه‌های ابر قاره‌ای و فلززایی جهانی
- ایالت‌ها و دوره‌های فلززایی و زمین‌ساخت صفحه‌ای در ایران و جهان



- 1- Robb, L. 2005. Introduction to ore forming processes. (Part 4: Global Tectonics and metallogeny). Blackwell publishing.
- 2- Sawkins, F. J. 1990. Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics. Springer.
- 3- Pirajno, F. 2009. Hydrothermal Processes and Mineral Systems. Springer.



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

اهداف کلی درس:

در این درس دانشجویان با ساختار بستر اقیانوس، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب دریا، حرکت آب و ذخایر وابسته به محیط‌های اقیانوسی آشنا خواهند شد.

سرفصل مطالب:

- علم اقیانوس‌شناسی و زمین‌شناسی دریایی
- زمین‌ریخت‌شناسی بستر اقیانوس و دریا
- روش‌های نمونه‌برداری از رسوبات بستر اقیانوس و آب دریا
- حرکت آب دریا (امواج، جریان‌های دریایی، بادهای تجاری و اثر کوریولیس)
- زمین‌شیمی و معرفی سازهای اصلی و جزئی آب اقیانوس (شوری آب اقیانوس)
- عوامل موثر بر غلظت فلزات در آب دریا و برهمکنش آب/سنگ در بستر اقیانوس
- دگرسانی پوسته اقیانوسی
- انواع سامانه‌های برون‌دمی پشته‌های میان اقیانوسی و ذخایر مرتبط با آنها
- زمین‌شیمی سیالات گرمابی دودخان‌های اقیانوسی
- زمین‌شیمی عناصر مغذی و ریزمغذی
- اهمیت چرخه کربن، فرایندهای نیتراتی‌شدن و نیترات‌زدایی در محیط اقیانوس
- مواد آلی در سامانه‌های آبگین دریایی و نقش آنها در نهشت مواد معدنی
- زمین‌شیمی رسوبات دریایی و رفتار عناصر در محیط‌های کم‌عمق و ژرف‌زاد
- عمق موازنه کربنات (CCD) و نقش آن در ته‌نشینی رسوبات دریایی



- توالی دیاژنزی، انرژی آزاد گیبس و تغییرات اکسایش-کاهش در رسوبگذاری عناصر در محیط دریا
- رسوبات اقیانوسی و ذخایر مرتبط با آنها (گلوکونیت، فسفریت‌ها، منگنز و تبخیری‌ها)
- کانه‌زایی در مجموعه‌های افیولیتی پوسته‌های اقیانوسی

منابع:

- 1- Chester, R., Jickells, T.D., 2012. Marine Geochemistry. 3rd Edition. Wiley-Blackwell.
- 2- Chester, R., 1990. Marine Geochemistry. Springer.
- 3- Millero, F.J., 2013. Chemical Oceanography. Fourth Edition. CRC Press.
- 4- Schulz, H.D., Zabel, M., 2006. Marine Geochemistry. 2nd Edition. Springer.
- 5- Emerson, S.R., Hedges, J.I., 2008. Chemical Oceanography and the Marine Carbon Cycle. Cambridge University Press.
- 6- Pilson, M.E.Q., 2013. An Introduction to the Chemistry of the Sea. Cambridge University Press.



| | | | | | |
|---|-------|---------|---------------------------|---------------|---|
| دروس پیشنهادی: | نظری | جبرانی | نوع واحد: نظری - تخصصی | تعداد واحد: ۲ | عنوان درس به فارسی: ذخایر چینه‌سان و چینه‌کران عنوان درس به انگلیسی: Stratiform and stratabound deposits |
| | 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"/> | | | | | |

اهداف کلی درس:

دانشجویان در این درس با انواع رسوبات فلزدار چینه‌سان و چینه‌کران در حاشیه‌های ناپویا، حوضه‌های درون-قاره‌ای و کافت‌های پس‌کمانی آشنا خواهند شد.

سرفصل مطالب:

- حرکت سیال در حوضه‌های رسوبی
- زمین‌شیمی سیالات فسیل
- عوامل موثر در انحلال‌پذیری فلزات در حوضه‌های رسوبی
- سازوکارهای ته‌نشینی فلزات سیالات فسیل
- تشکیل توالی‌های رسوبی-آتشفشانی در سامانه‌های کافتی، حاشیه‌های ناپویا و حوضه‌های درون‌قاره‌ای
- ذخایر چینه‌سان مس ± کبالت با میزبان رسوبی (کمربند مس آفریقای مرکزی و کمربند شیل مس‌دار کوپرفرشیر آلمان-لهستان)
- سامانه‌های رسوبی-بروندمی و معادل‌های امروزی فرایندهای کانسنگ‌ساز آنها
- ذخایر چینه‌کران فلزات پایه با سنگ میزبان کربناتی (ذخایر نوع دره می‌سی‌سی‌پی، آلپی و ایرلندی)
- ذخایر چینه‌سان فلزات پایه با سنگ میزبان کربناتی (ذخایر طلای بروندمی)
- سازندهای آهن نواری، الگوی زایشی و پراکندگی آنها در زمان و مکان
- الگوی زایشی ذخایر چینه‌کران و چینه‌سان سولفیدهای توده‌ای آتشفشانزاد و پراکندگی آنها در زمان و مکان
- ذخایر چینه‌سان اکسید منگنز با میزبان رسوبی (ماسه‌سنگهای گلوکونیت‌دار)



- دگرسانی‌های وابسته به سولفیدهای توده‌ای آتشفشانزاد و ذخایر چینه‌کران با میزبان کربناتی
- ذخایر چینه‌سان-چینه‌کران اورانیم-وانادیم با میزبان ماسه‌سنگی نوع تخت و رول‌فرانت
- ذخایر چینه‌سان و چینه‌کران وابسته به سامانه‌های زمین گرمایی امروزی (رسوبات فلزدار سامانه‌های زمین گرمایی دریای سالتون و سُرخ)

منابع:

- 1- Robb, L. 2005. Introduction to ore forming processes. (Part 3). Blackwell publishing.
- 2- Pirajno, F. 2009. Hydrothermal Processes and Mineral Systems. Springer.
- 3- Wolf, K.H., 1982. Handbook of Strata-bound and Stratiform Ore Deposits. Elsevier Science Ltd.
- 4- Wolf, K.H., 2012. Geochemical Studies: Geochemical Studies. Volume 2: Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits. Elsevier Science.
- 5- Wolf, K.H., 2012. Regional Studies and Specific Deposits. Volume 13: Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits. Elsevier Science.
- 6- Wolf, K.H., 2012. Au, U, Fe, Mn, Hg, Sb, W, and P Deposits: Au, U, Fe, Mn, Hg, Sb, W and P Deposits; Indexes V (Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits). Elsevier Science.
- 7- Wolf, K.H., 2012. Supergene and Surficial Ore Deposits: Textures and Fabrics: Supergene and Surficial Ore Deposits. Elsevier Science.



| | | | | | |
|---|-------|---------|---------------------------|---------------|--|
| دروس پیشنهادی: | نظری | جبرانی | نوع واحد: نظری - تخصصی | تعداد واحد: ۲ | عنوان درس به فارسی: کانه‌زایی در سنگهای آذرین پتاسیم‌دار |
| | عملی | | | | |
| | نظری | پایه | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | الزامی | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری* | اختیاری | | | |
| | عملی | | | | |
| آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | | | |

عنوان درس به انگلیسی:
**Ore mineralization in
potassic igneous
rocks**

اهداف کلی درس:

دانشجویان در این درس با انواع سنگهای آذرین پتاسیم‌دار، جایگاه زمین‌ساختی، زمین‌شیمی و کانه‌زایی‌های مرتبط با آنها آشنا خواهند شد.

سرفصل مطالب:

- معرفی و اهمیت سنگهای آذرین پتاسیم‌دار (شوشونیت‌ها، لامپروفیرهای قلیایی، کیمبرلیت‌ها و آداکیت‌ها)
- کاربرد زمین‌شیمی در تعیین جایگاه زمین‌ساختی سنگهای آذرین پتاسیم‌دار
- سازوکار غنی‌شدگی فلزات پایه و با ارزش در سنگهای آذرین پتاسیم‌دار
- زمین‌شیمی و کانی‌شناسی شوشونیت‌ها و ارتباط آنها با کانه‌زایی عناصر سنگ‌دوست درشت‌یون و عناصر کمیاب خاکی
- زمین‌شیمی و کانی‌شناسی لامپروفیرها و کانه‌زایی مس-طلا
- لامپروفیرهای قلیایی و کانه‌زایی طلای گرمابی تیپ مزوترمال
- زمین‌شیمی و کانی‌شناسی کیمبرلیت‌ها و کانه‌زایی الماس
- زمین‌شیمی و کانی‌شناسی مذابهای آداکیتی
- آداکیت‌ها و کانه‌زایی مس-مولیبدن-طلا در سامانه‌های پورفیری
- آداکیت‌ها و کانه‌زایی فلزات پایه و ارزشمند در سامانه‌های اپی‌ترمال
- تفکیک مذابهای آداکیتی بارور و نابارور در کمان‌های قاره‌ای فرورانشی و برخوردی
- کانه‌زایی آداکیت‌های بارور در جایگاه‌های زمین‌ساختی کششی درون‌قاره‌ای و محیط‌های کافتی



- ردیابهای ایزوتوپی و زمین‌شیمی میانبارهای سیال سامانه‌های پورفیری بارور و نابارور
- کاربرد اکتشافی هالوژن‌ها در تفکیک سنگهای آذرین پتاسیم‌دار بارور و نابارور

منابع:

- 1- Muller, D., Groves, D.I., 2016. Potassic Igneous Rocks and Associated Gold-Copper Mineralization (Mineral Resource Reviews), 4th ed. Springer.
- 2- Naldrett, A., 2004. Magmatic Sulfide Deposits: Geology, Geochemistry and Exploration, 4th ed. Springer.
- 3- U.S. Department of the Interior. Porphyry Copper Deposit Model. Create Space Independent Publishing Platform.
- 4- Ridley, J., 2013. Ore Deposit Geology. Cambridge University Press.
- 5- Misra, K., 2012. Understanding Mineral Deposits. Springer.
- 6- Pirajno, F. 2009. Hydrothermal Processes and Mineral Systems. Springer.



| | | | | | |
|---|-------|---------|---------------------------|---------------|--|
| دروس پیشنهادی: | نظری | جبرانی | نوع واحد: نظری - تخصصی | تعداد واحد: ۲ | عنوان درس به فارسی: زمین‌شناسی اقتصادی کانی‌های رسی عنوان درس به انگلیسی: Economic geology of clay minerals |
| | 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"/> | | | | | |

اهداف کلی درس:

دانشجویان در این درس با انواع کانی‌های رسی، ویژگی‌های فیزیکی، زمین‌شیمی و کاربرد اقتصادی آنها آشنا خواهند شد.

سرفصل مطالب:

- هوازدگی آلومینوسیلیکات‌ها و تشکیل گونه‌های مختلف کانی‌های رسی
- شیمی کانی‌های رسی
- اثر دما و تبلور پسامگمایی کانی‌های رسی
- اثر فشار و تبلور کانی‌های رسی در زون‌های فرورانش
- ترمودینامیک و تعادل انرژی در تشکیل کانی‌های رسی
- ترکیب ایزوتوپی کانی‌های رسی
- ریزافت‌ها و شناسایی کانی‌های رسی (کاربرد از میکروسکوپ الکترونی روبشی)
- طیف‌بینی رامان و پراش پرتو ایکس در شناسایی کیفی و کمی کانی‌های رسی
- رس‌ها در خاک و سنگهای هوازده
- کانی‌های رسی در محیط‌های رسوبی
- اثر دیاژنز و دگرگونی‌های درجه پایین در تشکیل و تغییر کانی‌های رسی
- دگرسانی رسی و تشکیل رس‌ها در سامانه‌های گرمایی دما پایین (کم‌سولفید) و دما بالا (اسید-سولفات) روش‌های اکتشافی رس‌ها در محیط‌های طبیعی



- کاربردهای صنعتی کانی‌های رسی
- پراکندگی کانی‌های رسی در زون‌های ساختاری ایران و جهان

منابع:

- 1- Velde, B.B., Meunier, A., 2008. The Origin of Clay Minerals in Soils and Weathered Rocks. Springer.
- 2- Meunier, A., 2005. Clays. Springer.
- 3- Moore, D.M., Reynolds, R.C., 1997. X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. Oxford University Press.
- 4- Giese, R.F., Van Oss, C.J., 2002. Colloid and Surface Properties of Clays and Related Minerals. CRC Press.
- 5- Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J., Howie, R.A., 2009. Rock Forming Minerals 3B: Layered Silicates Excluding Micas and Clay Minerals. Geological Society of London.
- 6- Friedrich, F., 2010. Spectroscopic investigations of delaminated and intercalated phyllosilicates. KIT Scientific Publishing.
- 7- Ghorbani, M., 2013. The Economic Geology of Iran: Mineral Deposits and Natural Resources. Springer.



| | | | | | |
|--|-------|---------|--------------------------|--|---|
| دروس پیشنهادی: | نظری | جبرانی | نوع واحد: نظری- تخصصی | تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲ | عنوان درس به فارسی: دگرگونی و ذخایر کوهزاد ناماگمایی عنوان درس به انگلیسی: Metamorphism and amagmatic orogenic deposits |
| | عملی | | | | |
| | نظری | پایه | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | الزامی | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری* | اختیاری | | | |
| | عملی | | | | |
| آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | | | | |
| سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | | | |

اهداف کلی درس:

دانشجویان در این درس سامانه‌های کوهزایی-دگرگونی، روابط تعادلی رخساره‌های دگرگونی، فرادگرگونی و ذخایر غیرماگمایی مرتبط با فرایندهای کوهزایی آشنا خواهند شد.

سرفصل مطالب:

- شرایط دگرگونی و روابط تعادلی رخساره‌های دگرگونی
- زمین‌شیمی سیالات دگرگونی-گرمایی کانسنگ‌ساز
- سامانه‌های رگه‌ای مرتبط با کوهزایی و دگرگونی
- حرکت سیالات دگرگونی در زون‌های بُرشی، گسل‌ها و راندگی‌ها
- کانه‌زایی و رگه‌های کوهزاد در سنگهای دگرگونی
- فرادگرگونی و کانه‌زایی
- دگرگونی پسروده و کانه‌زایی رگه‌ای عناصر طلا- گروه پلاتین
- کمربندهای دگرگونی و رگه‌های طلای تیپ کوهزاد
- ایزوتوپ‌های پایدار و منشا ذخایر کوهزاد غیرماگمایی
- سامانه‌های گرمایی ناماگمایی مرتبط با گرانیتهای برخوردی (تیپ رسوبی)
- کانی‌های صنعتی مرتبط با دگرگونی ناحیه‌ای
- ذخایر اورانیم مرتبط با دگرگونی ناحیه‌ای
- ذخایر فلزات پایه تیپ دگرگونزاد



- 1- Ridley, J., 2013. Ore Deposit Geology. Cambridge University Press.
- 2- Kretschmar, U., McBride, D., 2015. The Metallogeny of Lode Gold Deposits: A Syngenetic Perspective. Elsevier.
- 3- Spry, P.C., Bryndzia, L.T., 1990. Regional Metamorphism of Ore Deposits and Genetic Implications. CRC Press.
- 4- Pirajno, F. 2009. Hydrothermal Processes and Mineral Systems. Springer.
- 5- Pohl, W. L. 2011. Economic Geology Principles and Practice. Wiley-Blackwell.
- 6- Krauskopf, K. B; Bird, D. K., 1994. Introduction to geochemistry - 3rd Edition. McGraw-Hill Science/Engineering/Math.



| | | | | | |
|--|-------|---------|---------------------------|---------------|--|
| دروس پیشنهادی: | نظری | جبرانی | نوع واحد: نظری - تخصصی | تعداد واحد: ۲ | عنوان درس به فارسی: دورسنجی و سامانه اطلاعات جغرافیایی در اکتشاف ذخایر معدنی عنوان درس به انگلیسی: RS and GIS in mineral exploration |
| | عملی | | | | |
| | نظری | پایه | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری | الزامی | | | |
| | عملی | | | | |
| | نظری* | اختیاری | | | |
| | عملی | | | | |
| آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> | | | | | |
| سفر عملی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> | | | | | |

اهداف کلی درس:

دانشجویان در این درس با ذخیره‌سازی، تفسیر داده‌ها، نرم‌افزارهای کاربردی سامانه GIS و پردازش داده‌های ماهواره‌ای در اکتشاف ذخایر معدنی آشنا خواهند شد.

سرفصل مطالب:

- سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و انتخاب مناطق مستعد برای اکتشاف ذخایر معدنی
- کاربرد GIS در نقشه‌برداری ذخایر معدنی، بی‌هنجاری‌های زمین‌شیمیایی، زمین‌فیزیکی و زمین‌ساخت
- فیزیک سنجش از دور (R.S) و استفاده از طیف‌های جذب و انعکاس کانیها و سنگها و کاربرد آنها در اکتشاف ذخایر معدنی
- کاربرد باندهای مناسب ماهواره ASTER، ماهواره LANDSAT سنجنده ETM+7 و داده‌های چندطیفی ماهواره SPOT برای شناسایی کانی‌ها و هاله‌های دگرسانی ذخایر ماگمایی-گرمابی
- کاربرد سنجنده‌های چندطیفی در اکتشاف ذخایر معدنی
- سنجش از دور سنگ‌شناختی و تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی اکتشافی
- معیارهای تشخیص سنگهای رسوبی، آذرین و دگرگونی
- آمارهای چند متغیری و مدلسازی ریاضی برای اکتشاف ذخایر معدنی
- پردازش تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از مثال‌های موردی
- معرفی روش تحلیل مولفه اصلی (PCA) و کاربرد آن در اکتشاف انواع ذخایر معدنی
- فن تحلیل مولفه‌های اصلی در تشخیص زون‌های دگرسانی و نقشه‌برداری صحرایی
- کاربرد مدلسازی بُعدنمایی در اکتشاف ذخایر معدنی



- 1- Prost, G. L., 2013. Remote Sensing for Geoscientists: Image Analysis and Integration. CRC Press.
- 2- Clark, P., Rilee, M., 2010. Remote Sensing Tools for Exploration: Observing and Interpreting the Electromagnetic Spectrum. Springer.
- 3- Carranza, E.J.M., 2008. Geochemical Anomaly and Mineral Prospectivity Mapping in GIS. Elsevier Science.
- 4- Vera, V., Naumova, E.A., 2006. Geographic Information Systems (GIS) Spatial Data Compilation of Geodynamic, Tectonic, Metallogenic, Mineral Deposit, and Geophysical Maps. USGS.
- 5- Steinberg, S.L., Steinberg, S.J., 2015. GIS Research Methods: Incorporating Spatial Perspectives. Esri Press.
- 6- Schowengerdt, R.A., 2007. Remote Sensing Models and Methods for Image Processing. Elsevier.
- 7- Weng, Q., Hyperspectral Remote Sensing: Principles and Applications. Taylor and Francis: CRC Press.





تاریخ: _____
شماره: _____
پیوست: _____

گروه برنامه ریزی

صور تجلسه بررسی عنوان برنامه آموزشی جدید

| منابع و مآخذ | محتوای دروس | | دروس | | کل برنامه | درصد |
|--------------|-------------|----------|------|----------|-----------|------|
| | اصلی | غیر اصلی | اصلی | غیر اصلی | | |
| | | | | | | |

بازنگری

- نام دانشگاه یا موسسه آموزش عالی متقاضی:
- نام برنامه آموزشی (رشته / گرایش / این رشته ای): زمین شناسی اقتصاد
- مقطع: دکتری
- شماره نامه:

شماره ثبت: ۹۵۱۷۱۱
شماره پروانه: ۷۹

| 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 |
|---------|--------------|----------------|---------------|-------|
| علیرضا | زرالوند | استاد | دانشگاه تهران | |
| مهرداد | خطیب | استاد | دانشگاه تهران | |
| نورمحمد | میرزایی | استاد | دانشگاه تهران | |
| مجتهد | دکتر | دکتر | دانشگاه تهران | |

برنامه آموزشی یاد شده مورد تایید است مورد تایید نیست با انجام اصلاحات مجددا بررسی شود

امضاء سرپرست کمیته تخصصی

تصمیم گروه برنامه ریزی

امضاء رئیس گروه برنامه ریزی