



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

# برنامه درسی

(بازنگری شده)

مقطع تحصیلات تکمیلی

(کارشناسی ارشد و دکتری)



مهندسی معدن

گروه فنی و مهندسی

کمیته مهندسی معدن

مصوبه هشتصد و سی و ششمین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مورخ ۹۲/۴/۱۶

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه درسی مقطع تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته مهندسی معدن

گروه: فنی و مهندسی

کمیته تخصصی: مهندسی معدن

رشته: مهندسی معدن

گرایش: ارشد ۱- فرآوری مواد معدنی ۲- مکانیک سنگ ۳- استخراج مواد معدنی

۴- اکتشاف مواد معدنی ۵- اقتصاد و مدیریت معدنی

دکتری (۱- فرآوری مواد معدنی ۲- مکانیک سنگ ۳- استخراج مواد معدنی ۴- اکتشاف مواد معدنی

مقطع: تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) کد رشته: -

شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی، در هشتصد و سی و ششمین جلسه مورخ ۹۲/۴/۱۶، برنامه درسی مقطع تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته مهندسی معدن را به شرح زیر تصویب کرد:

**ماده ۱:** برنامه درسی بازنگری شده مقطع تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته مهندسی معدن از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند، لازم‌الاجراء است:

**الف)** دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری اداره می‌شوند.

**ب)** مؤسساتی که با اجازه رسمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و بر اساس قوانین تأسیس می‌شوند و تابع مصوبات شورای گسترش آموزش عالی هستند.

**ماده ۲:** این برنامه بازنگری شده از تاریخ ۹۲/۴/۱۶ جایگزین برنامه‌های درسی مقطع کارشناسی ارشد مهندسی معدن - استخراج معدن مصوب سیصد و یکمین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی مورخ ۷۴/۴/۲۵ و اکتشاف معدن مصوب سیصد و یکمین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی مورخ ۷۴/۴/۲۵ و مکانیک سنگ مصوب دویست و شصت و ششمین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی مورخ ۷۲/۸/۱۶ و فرآوری مواد معدنی مصوب سیصد و سی و چهارمین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی مورخ ۷۵/۱۱/۱۷ و دکتری مهندسی معدن در ۴ گرایش مصوب سیصد و چهل و چهارمین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی مصوب ۷۶/۴/۲۲ شده است و برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می‌شوند، لازم‌الاجراء است.

**ماده ۳:** برنامه درسی بازنگری شده مقطع تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته مهندسی معدن در سه فصل: مشخصات کلی، حداقل درس و سرفصل درس برای اجراء به دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی ابلاغ می‌شود.

رای صادره هشتصد و سی و ششمین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی مورخ ۹۲/۴/۱۶ درخصوص برنامه درسی بازنگری شده مقطع

تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته مهندسی معدن؛

۱. برنامه درسی بازنگری شده تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته مهندسی معدن که از سوی گروه فنی و مهندسی شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی پیشنهاد شده بود، با اکثریت آراء به تصویب رسید.
۲. این برنامه از تاریخ تصویب به مدت پنج سال قابل اجراء است و پس از آن نیازمند بازنگری است.

جعفر میلی منفرد

نایب رئیس شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی



عبدالله حیم نوه ابراهیم

دبیر شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

فهرست:

۱	مشخصات کلی دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی معدن	۱
۱	مقدمه	۱
۲	الف- دوره کارشناسی ارشد	۲
۲	۱-تعریف و هدف	۲
۲	۲- نقش و توانایی	۲
۲	۳- شرایط پذیرش دانشجو	۲
۳	۴- طول دوره و شکل نظام	۳
۳	۵- تعداد واحدهای درسی و پژوهشی	۳
۳	۶- نحوه اخذ واحدهای درسی در دوره کارشناسی ارشد	۳
۴	کارشناسی ارشد مهندسی معدن، رشته ی فراوری مواد معدنی	۴
۴	مشخصات برنامه	۴
۴	۱- تعریف و هدف	۴
۴	۲- نقش و توانایی	۴
۴	۳- ضرورت و اهمیت	۴
۴	۴- شرایط پذیرش دانشجو	۴
۴	۵- طول دوره و شکل نظام	۴
۵	جداول دروس	۵
۵	۱، تعداد واحدهای درسی و پژوهشی	۵
۵	۲، مواد آزمون ورودی	۵
۵	۳، دروس جبرانی	۵
۶	۴، دروس الزامی	۶
۶	۵، دروس اختیاری	۶
۹	۶، سرفصل دروس الزامی	۹
۱۸	۷، سرفصل دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته فراوری مواد معدنی (کارشناسی ارشد و دکتری)	۱۸
۳۱	کارشناسی ارشد مهندسی معدن، مکانیک سنگ	۳۱
۳۱	مشخصات برنامه	۳۱
۳۱	۱-تعریف و اهداف	۳۱
۳۱	۲-نقش و توانایی	۳۱
۳۱	۳-ضرورت و اهمیت	۳۱
۳۱	۴-شرایط پذیرش دانشجو	۳۱





۳۲.....	۵-طول دوره و شکل نظام.....
۳۲.....	<b>جداول دروس .....</b>
۳۲.....	۱، تعداد واحدهای درسی و پژوهشی .....
۳۲.....	۲، مواد آزمون ورودی .....
۳۲.....	۳، دروس جبرانی .....
۳۳.....	۴،دروس الزامی .....
۳۳.....	۵، دروس اختیاری .....
۳۶.....	۶، سرفصل دروس الزامی .....
۴۴.....	۷، سرفصل دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته ی مکتئیک سنگ (کارشناسی ارشد و دکتری).....
۵۸ .....	<b>کارشناسی ارشد مهندسی معدن، استخراج مواد معدنی .....</b>
۵۸ .....	<b>مشخصات برنامه .....</b>
۵۸.....	۱- تعریف و هدف .....
۵۸.....	۲- نقش و توانایی .....
۵۸.....	۳- ضرورت و اهمیت .....
۵۸.....	۴-شرایط پذیرش دانشجو .....
۵۸.....	۵-طول دوره و شکل نظام .....
۵۹.....	<b>جداول دروس .....</b>
۵۹.....	۱، تعداد واحدهای درسی و پژوهشی .....
۵۹.....	۲، مواد آزمون ورودی .....
۵۹.....	۳، دروس جبرانی .....
۶۰.....	۴،دروس الزامی .....
۶۰.....	۵، دروس اختیاری .....
۶۱.....	۶، سرفصل دروس الزامی .....
۷۴.....	۷، سرفصل دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته ی استخراج مواد معدنی (کارشناسی ارشد و دکتری).....
۸۹.....	<b>کارشناسی ارشد مهندسی معدن، اکتشاف مواد معدنی .....</b>
۸۹.....	<b>مشخصات برنامه .....</b>
۸۹.....	۱- تعریف و هدف .....
۸۹.....	۲- نقش و توانایی .....
۸۹.....	۳- ضرورت و اهمیت .....
۸۹.....	۴- شرایط پذیرش دانشجو .....
۸۹.....	۵- طول دوره و شکل نظام .....





۹۰.....	جداول دروس .....
۹۰.....	۱- تعداد واحدهای درسی و پژوهشی .....
۹۰.....	۲، مواد آزمون ورودی.....
۹۰.....	۳، دروس جبرانی .....
۹۱.....	۴، دروس الزامی .....
۹۲.....	۵، دروس اختیاری .....
۹۵.....	۶، سرفصل دروس الزامی .....
۱۰۵.....	۷، سرفصل دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی اکتشاف مواد معدنی (کارشناسی ارشد و دکتری) .....
۱۳۲.....	کارشناسی ارشد مهندسی معدن، اقتصاد و مدیریت معدنی .....
۱۳۲.....	مشخصات برنامه .....
۱۳۲.....	۱- تعریف و هدف .....
۱۳۲.....	۲- نقش و توانایی .....
۱۳۲.....	۳- ضرورت و اهمیت .....
۱۳۲.....	۴- شرایط پذیرش دانشجو .....
۱۳۲.....	۵- طول دوره و شکل نظام .....
۱۳۳.....	جداول دروس .....
۱۳۳.....	۱، تعداد واحدهای درسی و پژوهشی .....
۱۳۳.....	۲، مواد آزمون ورودی .....
۱۳۳.....	۳، دروس جبرانی .....
۱۳۴.....	۴، دروس الزامی .....
۱۳۴.....	۵، دروس اختیاری .....
۱۳۷.....	۶، سرفصل دروس الزامی .....
۱۴۵.....	۷، سرفصل دروس اختیاری کارشناسی ارشد رشته‌ی اقتصاد و مدیریت معدنی .....
۱۶۰.....	ب: دوره دکتری .....
۱۶۰.....	مشخصات برنامه .....
۱۶۰.....	۱- تعریف و هدف .....
۱۶۰.....	۲- نقش و توانایی .....
۱۶۱.....	۳- شرایط پذیرش دانشجو .....
۱۶۱.....	۴- طول دوره و شکل نظام .....
۱۶۱.....	۵- مرحله آموزشی .....
۱۶۲.....	۶- امتحان جامع .....



۱۶۲.....	۷- مرحله تدوین رساله .....
۱۶۳.....	۸- دروس مرحله آموزشی دوره دکتری .....
۱۶۴.....	جداول دروس .....
۱۶۴.....	۱- فراوری مواد معدنی .....
۱۶۴.....	۱-۱- دروس اختیاری دکتری .....
۱۶۴.....	۱-۲- دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی .....
۱۷۸.....	۲- مکانیک سنگ .....
۱۷۸.....	۱-۲- دروس اختیاری دکتری .....
۱۷۸.....	۱-۲- دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی .....
۱۹۲.....	۳- استخراج مواد معدنی .....
۱۹۲.....	۱-۳- دروس اختیاری دکتری .....
۱۹۲.....	۲-۳- دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی .....
۲۰۶.....	۴- اکتشاف مواد معدنی .....
۲۰۶.....	۱-۴- دروس اختیاری دکتری .....
۲۰۶.....	۲-۴- دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی .....



## بسم الله الرحمن الرحيم

### مشخصات کلی دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی معدن

#### مقدمه:

رشد سریع و روزافزون علوم مختلف در جهان به ویژه در چند دهه اخیر، لزوم برنامه‌ریزی مناسب و تلاش مضاعف جهت هماهنگی با پیشرفت‌های گسترده علمی و صنعتی را ضروری می‌سازد و بدون شک خودبیاوری و استفاده مطلوب از خلاقیت‌های انسانی و ثروت‌های ملی از مهم‌ترین عواملی است که در این راستا می‌توانند مثمر ثمر واقع شوند و در حقیقت با برنامه‌ریزی مناسب و استفاده از ابزار و امکانات موجود می‌توان در مسیر ترقی و پیشرفت گام نهاد.

در کشور ما خوشبختانه بعد از پیروزی انقلاب اسلامی و به ویژه در برنامه‌های پنج سال اول تا سوم توسعه اقتصادی، سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی در بخش‌های مختلف صنعت صورت گرفته است که نتایج مثبت آن به تدریج نمایان شده و نظر به روح حاکم در برنامه دوم و سوم، امید می‌رود که در سال‌های آینده بیشتر به ثمر برسد. بدیهی است سرمایه‌گذاری‌ها باید صرف ایجاد فناوری و نه انتقال آن گردد. گرچه انتقال فناوری ممکن است در کوتاه مدت کارساز باشد ولی در دراز مدت مشکلات را حل نخواهد کرد.

بدون تردید پیشرفت صنعتی و حرکت به سوی استقلال و خودکفائی که از اهداف والای انقلاب اسلامی است، بدون توجه کافی به امر تحقیقات میسر نبوده و تحقق مراتب آموزش در بالاترین سطح و پژوهش در مرزهای دانش و استفاده از فناوری پیشرفته را ایجاب می‌نماید. در این راستا، اجرای هر پروژه معدنی نیازمند برنامه‌ریزی مناسب و استفاده مطلوب از آموزش در سطوح مختلف می‌باشد. آمارهای ارائه شده از جذب فارغ‌التحصیلان این مجموعه به وسیله وزارت خانه‌ها و ارگان‌های دولتی و بخش خصوصی، اهمیت والای آموزش در مقاطع تحصیلات تکمیلی را نشان می‌دهد.

گروه فنی و مهندسی شورای عالی برنامه‌ریزی با اتکا به خداوند متعال و با امید به فراهم شدن زمینه‌های لازم برای ارتقاء در زمینه آموزش‌های فنی و مهندسی و با تجربیات پیشین در تهیه برنامه‌های درسی، اقدام به بازنگری کلی و اساسی مجموعه تحصیلات تکمیلی مهندسی معدن (مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری) نموده و شرط موفقیت را حمایتی نایسته از جانب دانشگاه‌ها در ارائه این دوره‌ها، تقویت و گسترش مراکز تحقیقاتی، تأسیس مراکز پژوهشی و توسعه در صنعت و ارتباط منسجم آن‌ها می‌داند. دستیابی به بالاترین سطح از علم و فناوری گرچه دشوار می‌باشد، لکن ضرورتی است که در سایه استعدادهای درخشان جوانان کشور، که تاریخ شاهد بروز شکوفایی آن در مقاطع مختلف بوده است، به سادگی میسر می‌نماید. به امید آنکه در آینده‌ای نزدیک مجدداً شاهد زعامت مسلمین در علوم و فناوری باشیم.

نظر به اینکه برنامه تحصیلات تکمیلی مهندسی معدن با در نظر گرفتن آئین نامه دوره‌های مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی تدوین و بازنگری شده است، از ذکر مواد و تبصره‌های مندرج در این آئین‌نامه خودداری شده است.





## الف - دوره کارشناسی ارشد

### ۱- تعریف و هدف

دوره کارشناسی ارشد یکی از دوره‌های آموزشی و پژوهشی آموزش عالی است. این دوره، شامل تعدادی دروس نظری، کاربردی، آزمایشگاهی و برنامه تحقیقاتی جهت افزایش اطلاعات متخصصان مهندسی معدن می‌باشد که زمینه کافی جهت درک و توسعه آنچه در مرزهای تکنیک در زمان حال در این رشته‌ها می‌گذرد را فراهم می‌آورد. هدف آن تربیت افرادی است که دارای توانایی لازم جهت طراحی و نظارت بر اجرای پروژه‌های تخصصی در زمینه رشته‌ی مربوط باشند. ضمناً دانش‌آموختگان این دوره توان تحقیقاتی کافی جهت حل مسائلی را که در زمینه حرفه‌ی خود با آن مواجه می‌شوند را دارا هستند.

دوره کارشناسی ارشد مهندسی معدن در این مجموعه متشکل از رشته‌های زیر می‌باشد:

- فراوری مواد معدنی
- مکانیک سنگ
- اکتشاف مواد معدنی (شاخه‌های تخصصی: اکتشاف مواد معدنی، ژئوفیزیک اکتشافی، ژئوشیمی اکتشافی و اکتشاف آب‌های زیرزمینی)
- استخراج مواد معدنی
- اقتصاد و مدیریت معدنی

### ۲- نقش و توانایی

از فارغ‌التحصیلان دوره کارشناسی ارشد معدن انتظار می‌رود در طرح‌های معدنی مهم کشور نقش بسیار موثر داشته و ضمن اشراف بر کلیه روش‌های علمی طرح و اجرا پروژه‌ها، بتواند بهترین گزینه موجود طراحی و اجرا را انتخاب و پروژه‌های معدنی را در بهترین کیفیت طراحی و اجرا نماید.

### ۳- شرایط پذیرش دانشجو

دانشجویان این دوره از طریق آزمون ورودی و از بین دانش‌آموختگان کارشناسی، مطابق آیین نامه وزارت علوم تحقیقات و فناوری انتخاب خواهند شد.



#### ۴- طول دوره و شکل نظام

طول مدت لازم برای اتمام این دوره ۲ سال است. حداقل و حداکثر مدت مجاز اتمام این دوره مطابق آیین نامه دوره کارشناسی ارشد می‌باشد. نظام آموزشی آن واحدی است و کلیه دروس نظری و سمینار و پایان نامه در ۴ نیمسال ارائه می‌شود. زمان هر نیمسال ۱۶ هفته است و مدت تدریس یک واحد نظری ۱۶ ساعت و عملی ۳۲ ساعت است.

#### ۵- تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد واحدهای درسی و پژوهشی این دوره ۳۲ واحد به شرح زیر می‌باشد:

دروس الزامی: ۱۲ واحد

دروس اختیاری: ۱۲ واحد

سمینار: ۲ واحد

پایان نامه: ۶ واحد

#### ۶- نحوه اخذ واحدهای درسی در دوره کارشناسی ارشد

اخذ واحدهای درسی برای دوره‌ی کارشناسی ارشد باید مطابق بندهای زیر و بر طبق جداول دروس الزامی و اختیاری ارائه شده برای رشته‌های مختلف در این دوره باشد.

۱. در دوره کارشناسی ارشد، در صورت تایید استاد راهنما و گروه مربوط، دانشجو می‌تواند حداکثر یک درس خود را از دروس الزامی و اختیاری سایر رشته‌های مهندسی معدن یا سایر رشته‌های مرتبط اخذ نماید.

۲. در دوره‌های کارشناسی ارشد آموزش محور، دانشجو موظف است درس سمینار را گذرانده و معادل واحد پایان نامه (۶ واحد)، درس اختیاری از رشته‌ی مربوط به خود اخذ نماید.

۳. درس سمینار (۲ واحد) همانند سایر دروس دارای سیلابس بوده و اصول روش انجام تحقیق توسط استاد مربوط تدریس خواهد شد. هدف از این درس ایجاد توانمندی در دانشجو برای ارائه شفاهی نتایج یک تحقیق و آشنایی با روش تحقیق می‌باشد.

۴. اگر دانشکده‌ای مایل به ارائه یک یا چند درس اختیاری باشد که در کمیت دروس ارائه شده توسط وزارت نباشد، می‌باید سرفصل درس پیشنهادی را پس از تایید شورای صلاح دانشگاه جهت بررسی به دفتر برنامه‌ریزی آموزش عالی وزارت علوم ارسال نماید.

۵. چنانچه گروه تخصصی تمایل به ارائه‌ی هر یک از دروس اختیاری فاقد سرفصل در این برنامه را داشته باشد، لازم است سرفصل پیشنهادی خود را پس از تایید مراجع ذیصلاح دانشگاه، با توجه به استانداردهای این برنامه تهیه و برای تصویب به کمیته‌ی برنامه‌ریزی مهندسی معدن ارسال نماید. بدیهی است سرفصل پیشنهادی پس از تصویب در کمیته قابل اجرا خواهد بود.

# کارشناسی ارشد مهندسی معدن، رشته‌ی فراوری مواد معدنی

مشخصات برنامه

## ۱- تعریف و هدف

دوره کارشناسی ارشد فراوری مواد معدنی دوره‌ای آموزشی و پژوهشی و از رشته‌های کارشناسی ارشد مهندسی معدن است. هدف این دوره تربیت کارشناسانی است که در زمینه‌ی فراوری مواد معدنی دارای دانش لازم برای خدمت در صنایع و مراکز پژوهشی باشند.

## ۲- نقش و توانایی

فارغ‌التحصیلان این دوره می‌توانند در پروژه‌های تحقیقاتی، اجرایی و تخصصی در زمینه‌ی فراوری مواد معدنی فعالیت داشته و در کارخانه‌های کانه‌آرایی، هیدرومتالورژی، سرامیک، سیمان، شیشه و سایر صنایع وابسته مشغول به کار شوند.

## ۳- ضرورت و اهمیت

برای استفاده و بالا بردن ارزش افزوده مواد معدنی لازم است که کارخانه‌ی کانه‌آرایی نیز در کنار معدن به کار گرفته شود. با توجه به وجود معادن متنوع در ایران و نیز گسترش روزافزون صنایع ذوب فلزات و سایر صنایع معدنی، صنعت کانه‌آرایی که حلقه‌ی رابط بین معدن و صنایع مذکور است ضروری به نظر می‌رسد.



## ۴- شرایط پذیرش دانشجوی

الف. جنسیت: مرد و زن

ب. مواد و ضرایب آزمون ورودی: مطابق بند مواد آزمون ورودی.

## ۵- طول دوره و شکل نظام

مدت لازم برای اتمام این دوره ۲ سال و حداقل و حداکثر زمان مجاز برای اتمام این دوره مطابق آیین‌نامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد می‌باشد.



## جداول دروس

### ۱. تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد کل واحدهای لازم برای گذراندن این مجموعه ۲۲ واحد آموزشی و پژوهشی می‌باشد. واحدهای آموزشی شامل ۱۲ واحد الزامی و ۱۲ واحد اختیاری است که با توجه به سوابق آموزشی دانشجو و با نظر اساتید راهنما تعیین می‌شود. تعداد واحدهای پژوهشی ۸ واحد می‌باشد که ۲ واحد آن سمینار، شامل مطالعات نظری، مرور بر نشریات و تهیه‌ی پیشنهاد پژوهشی در ارتباط با موضوع پروژه می‌باشد و ۶ واحد آن به پایان نامه اختصاص دارد (جدول ۱).

جدول ۱. تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد واحد	
۱۲	دروس الزامی
۱۲	دروس اختیاری
۲	سمینار
۶	پایان نامه
۲۲	جمع

### ۲. مواد آزمون ورودی

مواد آزمون ورودی هر سال توسط شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم تعیین و توسط سازمان سنجش اعلام می‌شود.

### ۳. دروس جبرانی

دروس جبرانی رشته حداکثر ۶ واحد و مطابق جدول ۲ می‌باشد. این دروس در احتساب واحدهای لازم برای گذراندن این دوره لحاظ نمی‌شوند و با توجه به رشته‌ی تحصیلی و دروس گذرانده شده در دوره‌ی کارشناسی، دانشجو می‌تواند در صورت نیاز، توسط گروه تخصصی مشخص می‌شوند.

جدول شماره ۲. دروس جبرانی برای پذیرفته‌شدگان رشته‌های مختلف - کارشناسی ارشد رشته‌ی فراوری مواد معدنی

درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	نوع درس	تعداد ساعات
فلوتاسیون	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۲۲
آزمایشگاه فلوتاسیون	۱	-	۱	عملی	جبرانی	۲۲
مبانی هیدرومتالورژی و آزمایشگاه	۳	۲	۱	نظری- عملی	جبرانی	۶۴
کانی شناسی توصیفی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۲۲
سنگ شناسی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۲۲
مبانی کانه آرای	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۲۲
آزمایشگاه مبانی کانه آرای	۱	-	۱	عملی	جبرانی	۲۲

#### ۴. دروس الزامی

عناوین دروسی که کلیه دانشجویان موظف به گذراندن آنها می‌باشند به شرح جدول ۳ است:

جدول شماره ۳. دروس الزامی - کارشناسی ارشد رشته‌ی فراوری مواد معدنی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	نوع درس	تعداد ساعت
۱	فلوتاسیون پیشرفته	۲	۲	-	نظری	الزامی	۲۲
۲	کانه آرایی پیشرفته	۲	۲	-	نظری	الزامی	۲۲
۳	مدل‌سازی، شبیه‌سازی و مباتی کنترل سیستم‌های فراوری مواد معدنی	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۴	هیدرومتالورژی پیشرفته	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۵	خردایش پیشرفته	۲	۲	-	نظری	الزامی	۲۲

#### ۵. دروس اختیاری

۱۲ واحد از مجموعه دروس دوره تحصیلات تکمیلی رشته‌ی فراوری مواد معدنی (جدول ۴) بنا به تشخیص گروه تخصصی انتخاب می‌شود.

جدول ۴. مجموعه دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی فراوری مواد معدنی (کارشناسی ارشد و دکتری)

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	کانی شناسی فرایند	۲
۲	فراوری مواد معدنی غیر فلزی	۲
۳	فراوری مواد معدنی و محیط زیست	۲
۴	روش‌های تغلیظ و تخلیص محلول‌های لیج	۲
۵	طراحی و تحلیل آزمایش‌ها	۲
۶	پدیده‌های سطحی	۲
۷	مدیریت و بازاریافت باطله‌ها و قراضه‌ها	۲
۸	بیوفناوری در فراوری مواد معدنی	۲
۹	نانو فناوری در فراوری مواد معدنی	۲
۱۰	روش‌های استحصال فلزات یا ترکیبات آنها از محلول	۲
۱۱	فراوری ذرات ریز	۲
۱۲	فراوری عناصر نادر خاکی و رادیواکتیو	۲
۱۳	بیشرفت‌های جدید در تجهیزات فراوری مواد معدنی	۲
۱۴	اخلاق در مهندسی	۲
۱۵	الکترومتالورژی	۲
۱۶	اصول طراحی کارخانه‌های فراوری مواد معدنی	۲
۱۷	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳
۱۸	انتقال جرم و حرارت	۲
۱۹	مباحث ویژه	۲

تبصره ۱- در صورت تایید استاد راهنما و گروه مربوط، دانشجو می‌تواند حداکثر یک درس خود را از سایر رشته‌های مهندسی معدن یا سایر رشته‌های مرتبط اخذ نماید.

تبصره ۲- چنانچه گروه تخصصی بخواهد هر یک از دروس اختیاری فاقد سرفصل در این برنامه را ارائه کند؛ لازم است سرفصل پیشنهادی خود را با توجه به استانداردهای این برنامه تهیه و پس از تأیید مراجع ذیصلاح دانشگاه برای تصویب به کمیته‌ی برنامه‌ریزی مهندسی معدن وزارت متبوع ارسال نماید. بدیهی است سرفصل پیشنهادی پس از تصویب در کمیته قابل اجرا خواهد بود.

تبصره ۳- سرفصل درس می‌باحث ویژه با توجه به نیاز رشته و موضوعات جدید در زمینه‌های مرتبط با رشته‌ی تحصیلی توسط استاد مربوطه تهیه و پس از تصویب در گروه آموزشی دانشگاه برای حداکثر دو دوره قابل اجرا خواهد بود. پس از آن گروه آموزشی می‌بایست سرفصل درس را برای تصویب به کمیته برنامه‌ریزی مهندسی معدن ارسال نماید تا عنوان درس و سرفصل آن به صورت درس اختیاری جدید در برنامه ثبت گردد.





سرفصل دروس الزامی  
رشته‌ی فراوری مواد معدنی



## ۶. سرفصل دروس الزامی

دروس پیش‌نیاز ....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد ۲	فلوتاسیون پیشرفته
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Advanced Flotation

### اهداف کلی درس:

آشنایی با فلوتاسیون مواد مختلف و ایجاد توانایی تحلیل فرایند فلوتاسیون در شرایط مختلف  
سرفصل درس:



مروری بر فلوتاسیون و محدودیت‌های آن و مقایسه آن با سایر روش‌ها  
 مروری بر مکانیزم شناور سازی کانی‌ها  
 مروری بر پارامترهای موثر در شناور سازی  
 مشکلات نرمه‌ها در فلوتاسیون و روش‌های فرآوری آن‌ها  
 خواص فیزیکی و شیمیایی نرمه‌ها و ارتباط آن‌ها با یکدیگر در فلوتاسیون  
 فیزیک و هیدرو دینامیک حباب هوا و پارامترهای موثر در آن  
 فرایندهای مختلف اتصال ذره به حباب (هیدرودینامیکی، ترمودینامیکی، الکترو دینامیکی)  
 فرایندهای شیمیایی و تأثیر آن‌ها در فلوتاسیون  
 روش‌های خاص فرآوری نرمه‌ها (آگلومراسیون، فلوکولاسیون، کوگولاسیون، الکتروفلوتاسیون، آنروفلوتاسیون، فلوتاسیون روغنی، فلوتاسیون رسوبی و فلوتاسیون ستونی)  
 معرفی ستون فلوتاسیون، اجزاء تشکیل دهنده و نحوه کار آن و مزایای فلوتاسیون ستونی نسبت به فلوتاسیون معمولی  
 معرفی پارامترهای موثر در فلوتاسیون ستونی  
 طراحی و ساخت ستون فلوتاسیون  
 سینتیک فلوتاسیون و زمان بهینه  
 محاسبه حجم و تعداد سلول‌های فلوتاسیون در مراحل رافر، رمق‌گیر و شستشو  
 معیارهای تعیین زمان بهینه برای طراحی مدارهای فلوتاسیون  
 فلوتاسیون واقعی و غیر واقعی و شیوه‌های راه یابی باطله به کنسانتره  
 \* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Mineral processing Technology, B. A. Wills, 1997
2. Fine particle processing, Vol.1&2, P.Somasundaran, 1997
3. Column Flotation, Finch, 1990
4. Introduction to Mineral processing, E. G. Kelly, D. J. spottiswoud, 1989
5. فلوتاسیون، بهرام رضایی، انتشارات دانشگاه هرمزگان، ۱۳۷۵
6. شیمی فلوتاسیون، موریس فورستینو، جان میلر، مارتین کان، ترجمه محمود عبدالحی، انتشارات جهاد دانشگاهی تربیت مدرس، چاپ دوم، ۱۳۹۱، شابک ۹۶۴-۶۰۹۶-۸۹-۱
7. کانه آرایی، جلد دوم، حسین نعمت الهی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۴، شابک ۹۶۴-۰۳-۴۵۲۸-۸
8. فلوتاسیون ستونی، فینچ، جی. ا، ترجمه صمد بنیسی، محمد نتاری، شرکت ملی صنایع مس ایران، ۱۳۸۱.





درس پیش‌نیاز ....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	کانه آرایبی پیشرفته
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Advanced Mineral Processing

اهداف کلی درس:

آشنایی با روش‌های نمونه برداری و تکنیک‌های موازنه جرم در مدارهای مختلف فراوری مواد و طراحی تیکترها و فیلترها

سرفصل درس:

کلیات

تعیین حداقل وزن نمونه‌ی لازم برای مطالعات کانه آرایبی در مقیاس‌های مختلف و محاسبه خطای آن

محاسبات متالورژیکی

روش‌های توازن جرمی

تهیه تراز متالورژیکی یک کارخانه

استفاده از آنالیزهای دانه بندی، ضرایب رقت در توازن جرمی

تحلیل حساسیت در فرایندهای کانه آرایبی

دقت ماکزیمم در محاسبات بازیابی دو محصوله

موازنه‌ی جرم و اصلاح مقادیر با استفاده از روش لاگرانژ

فرمول ماتریسی لاگرانژ در اصلاح مدارهای بیش از سه جریان

موازنه‌ی جرم در مدارهای پیچیده

نمونه برداری از محل‌های مناسب و شرایط لازم برای موازنه

آزمون استقلال جریان‌ها

آزمون مناسب بودن جریان‌ها

تخمین نرخ‌های جریان و توضیح داده‌ها

طرح نمونه برداری برای موازنه جرم در فلوشیت‌های با جریان‌های چند مؤلفه‌ای

طراحی تیکتر

طراحی فیلتر

منحنی‌های جدایش

« دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.»



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Mineral Processing Technology, B. A. Wills, 2006, ISBN-10: 0750644508
2. موازنه جرم در سیستم‌های قرآوری مواد معدنی، صمد بنیسی، محمدرضا یاراحمدی، دانشگاه هرمزگان، ۱۳۹۱، شابک ۹۶۴-۷۲۳۵-۱-۱-
3. Introduction to Mineral Processing, G. Kelly, Wiley, 1982.
4. Mineral Processing Plant Design and Practice, Edited by Andrew L. Mular, Doug N. Hable, Derek J. Barratt, SME, 2002, ISBN 0-87335-223-8



درس پیش‌نیاز ...	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	مدل‌سازی، شبیه‌سازی و مبنای کنترل سیستم‌های فراوری مواد معدنی
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				<b>Modeling, Simulation and Principle of Control of Mineral Processing Systems</b>

اهداف کلی درس:

آشنایی با نحوه توصیف ریاضی فرایندهای مهم کانه آرای  
 آشنایی با عوامل موثر در مدل‌سازی خردایش  
 فراگیری کار با نرم افزار شبیه سازی زمان ماند، تعیین تابع شکست و شبیه سازی خردایش  
 مدل‌سازی فلوتاسیون با استفاده از صفحه گسترده‌ها  
 آشنایی با مفاهیم اولیه کنترل تناسبی، انتگرالی و دیفرانسیلی (PID)  
 سرفصل درس:

مفاهیم اولیه: تعریف جریان اختلاط کامل و پیستونی، مخلوط‌کننده‌های کامل (Perfect Mixers & Plug Flow)، سینتیک  
 واکنش‌ها

توابع زمان ماند در تجهیزات مورد استفاده در فراوری

خردایش: مقدمه، تابع شکست و انتخاب (تعریف، شیوه تعیین و تفسیر)، تأثیر اندازه دانه‌ها، کتله و آسیا بر تابع انتخاب

تعیین ماتریس آسیا و روش حل و کاربرد آن

هیدروسیکلون: مدل ریاضی کار سیکلون و نحوه به دست آوردن و تعیین پارامترهای آن، استفاده از مدل‌های آسیا کردن در

هیدروسیکلون برای نمایش کار آسیا در مدار بسته

مدل‌سازی مدارهای فلوتاسیون: مقدمه، مروری بر سینتیک فلوتاسیون، الگوریتم مدل سازی برای یک سلول، پایه‌های نظری مدل،

مثال‌های کاربردی

توجیه اقتصادی نصب سیستم‌های کنترل صنعتی

مروری بر کنترل فرایندها، سطوح مختلف کنترل فرایندهای پیوسته

عناصر اصلی کنترل: مفاهیم کلی، کنترل کننده‌های پسخوران (Feedback)، کنترل تناسبی و انتگرالی، تنظیم کنترل کننده‌ها،

کنترل دیجیتال

کار با نرم افزارها، مدل‌سازی واحدهای مختلف فراوری با پیاده سازی روند مدل سازی در محیط‌های مختلف (Excel و Matlab)

✳ دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Levenspiel, O. Chemical Reaction Engineering 2<sup>nd</sup>Ed., j. Wiley and Sons, New York, 1972.
2. King, R.P., Modeling and Simulation of Mineral Processing Systems, Butterworth – Heinemann, 2001. Lynch, A.J., Johnson, N.W., Manlapig, E.V. and Throne, C.G., Mineral and Coal flotation Circuits, Their Simulation and Control, Elsevier, 1981.
3. Napier – Munn, T.j., Morrell S., Morrison R.D., Kojovic T., Mineral Comminution Circuits, Their Operation and Optimization, JK Mineral Research Centre, Australia, 1996,
4. P. Ghobadi, M. Yahyaei, S. Banisi” Optimization of the Performance of the Flotation Circulates Using a Process Based-Rules Oriented Genetic Algorithm.” International Journal of Mineral Processing, vol.98, 174-181-2011.
5. Sbarbaro, D., Del villar, R., “ Advanced Control and Supervision of Mineral Processing Plants”, Springer, 2010.
6. بنیسی، صمد، مسائل کاربردی فراوری مواد- معدنی ( دو جلدی، ویرایش سوم)، انتشارات دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ۱۳۸۸.
7. بنیسی، صمد و یاراحمدی، محمدرضا، موازنه جرم در مدار سیستم‌های فراوری مواد، انتشارات دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ۱۳۹۱.
8. فرمد، علیرضا، یحیایی، محسن و بنیسی، صمد، تعیین توزیع زمان ماند در آسیاکنی و فلوئاسیون با استفاده از نرم افزارهای صفحه گسترده، روش‌های تحلیلی و عددی در مهندسی معدن و مدار، شماره ۱، ۱۳۸۹



درس پیش‌نیاز: ....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	هیدرومتالورژی پیشرفته
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	Advanced Hydrometallurgy
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

آموزش مراحل فرآیند هیدرومتالورژی از منابع اولیه و ثانویه

سرفصل درس:

کلیاتی از مراحل فرآیند هیدرومتالورژی و مروری بر لیچینگ کانی‌ها و منابع ثانویه در فرآیند مطالعات مقدماتی برای ویژگی شناسی کانسنگ‌ها و منابع ثانویه (قراضه‌ها و پسماندها) انتخاب عامل لیچینگ و اقتصاد فرآیند

روش‌های لیچینگ شامل درجا، همزنی، هیپ و...

لیچینگ فلزات طلا، نقره و...



لیچینگ اکسیدها و هیدروکسیدها: بوکسیت‌ها، لاتریت‌ها، کانه‌های اورانیوم، کانی‌های اکسید آلومینا...

لیچینگ اکسیدهای کمپلکس: ایلمینیت، سرباره تیتانیوم، وولفرامیت.....

لیچینگ سولفیدها، سلتیدها و تلوریدها، آرسنیدها

لیچینگ فسفات‌ها

لیچینگ سیلیکات‌ها

لیچینگ کلریدها و سولفات‌ها

فرایندهای رایج در صنعت مانند فرآیند بایر، هیپ مس اکسیدی، همزنی و هیپ طلا، ...

کلیات فرآیند های تغلیظ و تخلیص محلول‌های باردار حاصل از لیچینگ (کربن فعال، تبادل یونی و استخراج یا حلال)

روش‌های تولید فلزات و ترکیبات آن‌ها

• دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. A textbook of Hydrometallurgy, f.Habashi, 1993.
2. Hydrometallurgy in Extraction processes, Vol1, C. K. Gupta, T. K. Mukherjee, 1990, ISBN0849368049.
3. هیدرومتالورژی (جلد اول)، کلیات و لیجینگ کانی‌های مختلف، سیدضیاءالدین شقایب، محمود عبداللہی - چاپ دوم ۱۳۹۱.
4. هیدرومتالورژی (جلد دوم)، عمل آوری محلول‌های لیجینگ، محمود عبداللہی - سیدضیاءالدین شقایب - چاپ دوم ۱۳۸۵.





منابع:

1. Mineral Processing Technology, B. A. Wills, 2006, ISBN 0750644508.
2. Mineral Processing Design and Operation, A. Gupta & D. S. Yan, 2006, ISBN 0080454615.
3. Modeling and Simulation of Mineral Processing Systems, R. P. King, 2001, ISBN 0080511848.
۴. تکنولوژی فرآوری مواد معدنی (خردایش و طبقه بندی) - بهرام رضایی، موسسه تحقیقاتی و انتشاراتی نور، ۱۳۷۶.
۵. مقدمه‌ای بر آسیاهای خودشکن و نیمه خودشکن - محمد نوع‌پرست - مهدی قربانچی - هادی عبدالهی، نوآور، ۱۳۸۷.
۶. کانه آرایی، جلد اول، حسین نعمت‌الهی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۴، شابک ۹۶۴-۰۳-۴۸۹۰-۲.



درس پیش‌نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	روش‌های تغلیظ و تخلیص محلول‌های لیج
			۲	
نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

کلیات

روش‌های تغلیظ و تخلیص و مقایسه آن‌ها با هم

روش جذب سطحی روی کربن فعال، مکانیزم جذب سطحی،

فرایند جداسازی و جنبه‌های مهندسی

کاربردهای روش جذب سطحی

روش تبادل یونی: روش‌ها، تجهیزات و مواد

مکانیزم تبادل یونی

کاربردهای روش تبادل یونی

روش استخراج با حلال: جنبه‌های مهندسی و تجهیزات

منحنی‌های استخراج

نحوه ساخت منحنی‌های McCabe- Thiele

انواع استخراج کننده‌ها

مکانیزم استخراج و استخراج با مخلوطی از حلال‌ها

فازهای آبی و آلی

کاربردهای روش استخراج با حلال

طرح مباحث نو

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. A text book of Hydrometallurgy, f.Habashi
2. Hyrometallurgy in Extraxction processes, Gupta
3. هیدرومتالورژی، عمل آوری محلول‌های لیچینگ (جلد دوم)، دکتر محمود عبداللهی - دکتر سیدضیاءالدین شقایب ۱۳۹۳



درس پیش‌نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	طراحی و تحلیل آزمایش‌ها
			۲	
...	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

### اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

مقدمه: روش علمی و چرخه فرض - آزمایش - مدل، اهمیت طراحی آزمایش‌ها و تحلیل آن‌ها  
 مروری بر مبانی آمار و احتمالات: توزیع احتمال، آزمون‌های فرض، حدود اطمینان، مقایسه‌ی میانگین و انحراف معیار جوامع، تحلیل واریانس (ANOVA)  
 رگرسیون: مفهوم "کمترین مجموع مربعات" و برازش مدل خطی و غیر خطی به داده‌ها (استفاده از Solver اکسل)، رگرسیون خطی چندگانه<sup>۱</sup> (فرم ماتریسی)، آنالیز مدل رگرسیون (ANOVA و آنالیز باقیمانده‌ها، کفایت مدل)، کم و زیاد کردن پارامترها (رگرسیون پله به پله<sup>۲</sup>)، همبستگی داده‌ها و رگرسیون Ridge  
 طرح‌های آزمایشی:

- ✓ مفاهیم پایه درباره طرح‌های آزمایشی (عوامل، سطوح، پاسخ، اثر، اثر متقابل، اقتصادهای ساختی و بلوک‌سازی<sup>۳</sup>)
- ✓ طرح فاکتوریل کامل ۲۲ و آنالیز آن (تعریف متعامد بودن طرح، مدل رگرسیون خطی سه متغیر و طرح و آنالیز آن، سطح پاسخ و بهینه‌سازی)، طرح فاکتوریل کامل ۲<sup>k</sup> (بلوک‌سازی و آمیختگی در این طرح، تحلیل نتایج)
- ✓ طرح فاکتوریل دو سطحی کسری<sup>۴</sup>، مفهوم وضوح طرح<sup>۵</sup>، آنالیز نتایج، مرور کلی بر طرح‌های فاکتوریل کامل و کسری در سطوح بالاتر از دو، مربعات لاتین
- ✓ روش سطح پاسخ<sup>۶</sup> و بهینه‌سازی سطوح عوامل، طرح‌های کامپیوتری (طرح‌های موسوم به بهینه<sup>۷</sup>) آشنایی با روش تاگوچی
- ✓ طراحی اختلاط<sup>۸</sup>
- ✓ آموزش نرم افزارهای WinRobust, Minitab, DX8

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

<sup>1</sup> Multiple linear regression  
<sup>2</sup> Stepwise regression  
<sup>3</sup> Randomization and Blocking  
<sup>4</sup> Confounding  
<sup>5</sup> Fractional Factorial  
<sup>6</sup> Design resolution  
<sup>7</sup> Response surface  
<sup>8</sup> Optimal design  
<sup>9</sup> Mixture design & combined design



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Box, G.E.P., Hunter, W.G. et Hunter, J.S., « Statistics for Experimenters », Wiley, 1978.
  2. Montgomery, D.C. et Runger, G.C., « Applied Statistics and Probability for Engineers », Wiley, 2nd edition, 1999.
  3. Draper, N.R. et Smith, H., « Applied Regression Analysis », Wiley, 3rd ed., 1998.
  4. D.C. Montgomery, « Design & Analysis of Experiments » John Wiley & Sons, 5th edition (2001)
- ۵ طرحی و تحلیل آزمایش‌ها، داگلاس سی مونتگمری، ترجمه دکتر رسول نورالستاد، جلد اول، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۹۳، شابک ۹۶۴-۴۵۴-۱۶۸-۵
- ۶ طرح و تحلیل آزمایش‌ها، داگلاس سی مونتگمری، ترجمه دکتر غلامحسین شاهکار، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۰، شابک ۹۶۴-۰۱-۱۰۱۶-۷



درس پیش‌نیاز ندارد	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	اصول طراحی کارخانه‌های فراوری مواد معدنی
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:



مبانی طراحی فلوشیت در مقیاس‌های شیشه، آزمایشگاهی، پایه، نیمه صنعتی و صنعتی  
اسناد و مدارک و اطلاعات اولیه طراحی  
بررسی‌های امکان‌سنجی و اقتصادی اولیه  
اصول طراحی

- ✓ طراحی و انتخاب دستگاه‌های خریدایش
- ✓ طراحی و انتخاب دستگاه‌های طبقه بندی (سرندها و سیکلون‌ها)
- ✓ طراحی و انتخاب دستگاه‌های جدایش ثقلی و مغناطیسی
- ✓ طراحی و انتخاب مدارهای فلوتاسیون و لیجینگ
- ✓ مقدمه‌ای بر عملیات و دستگاه‌های جانبی (تیکر و فیلتر- خشک کن- حمل یالب- غبارگیر)

انتخاب محل کارخانه نسبت به معدن  
انتخاب سد باطله نسبت به کارخانه و معدن  
جانمایی، ترتیب و استقرار وسایل و تجهیزات  
روش‌های مهندسی طراحی و ساخت  
لیست خدمات پایه مهندسی  
لیست خدمات تفصیلی مهندسی  
هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی

دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

### منابع:

1. Mineral Processing Plant Design, A. Mular, B. Bhappu, 2000.
2. Mineral Processing Hand Book, N. Weiss Section 33, Design of Plants, 2005.
3. Denver Sala Basic (Denver + Sala Company), 2005.
4. Basics in Mineral Processing (Metso), 2003.
5. Hydrometallurgy, J. Hiskey, Process Modeling and Scale-up, 1993.
6. Column Flotation, J. Finch, 1990.
7. Mineral Processing Technology, B. A. Wills, 2006, ISBN-10: 0750644508
8. اصول فرآوری مواد معدنی، Metso Minerals، ۲۰۰۲.
9. تکنولوژی فرآوری مواد معدنی، بهرام رشایی، ۱۳۷۶.
۱۰. فلوتاسیون، بهرام رشایی، ۱۳۷۵.
۱۱. اصول طراحی کارخانه، ترجمه گروه مهندسی صنایع - جهاد دانشگاهی شریف، ۱۳۷۶.



درس پیش‌نیاز .....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	ریاضیات مهندسی پیشرفته
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم ریاضی مورد نیاز در فعالیت‌های مرتبط با فراوری مواد معدنی  
سرفصل درس:

آنالیز تنسوری خطی: معرفی بردارها و تنسورهای رتبه دو و بالاتر، قوانین جمع و ضرب بردارها و معرفیهای پایه و دستگاه‌های مختصات متعامد و غیر متعامد (ابلیک) و مؤلفه‌های کوواریانت و کنترآواریانت و مخلوط بردارها و تنسورها

آنالیز تنسوری غیرخطی: بیان چمبره‌ها (منیفولدها) و سیستم مختصات منحنی الخط، بیان بردارها و تنسورها در دستگاه‌های منحنی الخط، معرفی تنسورهای متریک، بیان مقادیر ویژه و بردارهای ویژه تنسورها، مشتق گیری از تنسورها بیان نشان‌ها (سیمیل) کریستوفل از نوع اول و دوم، ارائه مثال‌های مهندسی کاربردی از تنسورها مانند تنش کوشی کرنش‌های اویلسری و لاگرانژی و تنسور نفوذ پذیری.

سری فوریه کاربرد و محاسبه سری‌های عددی به کمک سری فوریه - تساوی بسل - پاراسوال  
انتگرال فوریه - تعریف - قضایای مربوطه

حساب تغییرات، روش‌های تقریبی (عددی) حل معادلات دیفرانسیل  
فرم دیفرانسیل خارجی

متمم معادلات مشتق جزئی: حل معادله ریمان مرتعش به روش فوریه و روش دالامبر  
حل معادله انتقال حرارت در مختصات دکارتی

حل معادله  $\Delta U = 0$  مختصات دکارتی، مختصات استوانه‌ای و مختصات کروی  
متمم جبر ماتریس‌ها قضیه‌ها میلتن - کیلی

حل دستگاه‌های معادله دیفرانسیل به روش ماتریسی - مسائل ویژه مقدار ماتریس  
حل دستگاه‌های معادله دیفرانسیل با استفاده از قضیه هامیلتن - کیلی برای حالات مختلف  
جبر بول - ماتریس بول و کاربرد آن  
کاربرد آمار در فراوری مواد معدنی





روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Allen Jeffrey, "Advanced Engineering Mathematics" Second edition, Academic Press, INC2002
2. Erwin Kreyszig, "Advanced Engineering Mathematics" 9th edition, Wiley International Edition, 2006



درس پیش نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	مباحث ویژه
			۳	
---	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

\* سرفصل این درس با توجه به نیاز رشته و موضوعات جدید در زمینه‌های مرتبط با رشته‌ی تحصیلی توسط استاد مربوطه تهیه و پس از تصویب در گروه آموزشی دانشگاه برای حداکثر دو دوره قابل اجرا خواهد بود. پس از آن گروه آموزشی می‌بایست سرفصل درس را برای تصویب به کمیته برنامه ریزی مهندسی معدن ارسال نماید تا عنوان درس و سرفصل آن به صورت درس اختیاری جدید در برنامه ثبت گردد.



درس پیش‌نیاز .....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	فرآوری ذرات ریز
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Fine Particles Processing

اهداف کلی درس: آشنایی با مفاهیم و روش های فرآوری ذرات ریز

سرفصل درس:

- مقدمه

- اهمیت بررسی ذرات ریز در فرآوری مواد معدنی
- مزایا و معایب وجود ذرات نرمه، مثال هایی از سوابق و نتایج مطالعات موردی
- دلایل فنی و اقتصادی بررسی فرآوری نرمه ها
- مشکلات وجود نرمه ها در فرایندهای خردایش، جداسازی و آنگیری

- تئوری ذرات نرمه

- تعریف ذرات نرمه و طبقه بندی آنها (fine, very fine, ultrafine, colloids, super colloids)
- روش های اندازه گیری ابعاد و سطح ذرات (عدد Blain)
- روش های آنالیز ابعادی و تعیین میزان نرمه (سرند کردن- میکروسایزر، ته نشینی و ...)
- مدل های ارائه شده برای سیستم های شامل تک ذره و سیستم های چند ذره ای
- خواص سطحی ذرات
- خواص فیزیکی و شیمیایی ذرات، بررسی نقش رس ها

- عوامل موثر بر تولید ذرات نرمه

- تولید ذرات نرمه هنگام استخراج (عملیات آنتباری و حمل و نقل)
- تولید ذرات نرمه در سنگ شکن ها
- تولید ذرات نرمه در آسیاها
- تولید ذرات نرمه در سایر مراحل فرایندهای فرآوری (مراحل مختلف حمل و نقل، سیکلون ها، دستگاه های جدا کننده و غیره)

- روش های جداسازی و طبقه بندی ذرات نرمه

- روش های نیوماتیکی
- روش های ثقلی
- روش های طبقه بندی و دانه بندی مواد
- روش های الکترو استاتیکی و الکترو مغنتیکی



- استفاده از روش Slon

- فیلترها

- سیکلون های خشک و تر

- فراوری ذرات نرمه

- مروری بر روش های مختلف فلوتاسیون ذرات ریز (فلوتاسیون با کانی حامل، فلوتاسیون روغنی، فلوتاسیون همراه با آگلومراسیون یا فلوکولاسیون، فلوتاسیون ستونی و ...)
- روش های مبتنی بر افزایش موئنتوم ذرات
- روش های سانتریفیوژی
- روش های مبتنی بر کوچک کردن ابعاد حباب ها

- سایر روش های فراوری ذرات نرمه

- روش های مبتنی بر لیچینگ

- آنگیری پالپ دارای ذرات نرمه (فیلتراسیون و تیکنرها)

• دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید

#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می پذیرد.

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
...	...	آزمون نوشتاری	...
		...	
		عملکردی	
		...	

#### منابع:

- 1- Fine Particle Processing; Proceedings of the International Symposium on Advances in Fine Particles Processing (Vol.1 & Vol.2); 1980; Editor: P. Somasundaran; Henry Keumb School of Mines, Columbia University.
- 2- Advances in Fine Particles Processing; Proceedings of the International Symposium on Advances in Fine Particles Processing; 1990; Editors: John Hanna, Yosry A. Attia ; ISBN: 978-1-4684-7961-4 (Print) 978-1-4684-7959-1 (Online) .
- 3- توصیه می شود از مباحث جدید مقالات در زمینه فراوری ذرات ریز از مجموعه مجلات Minerals Engineering, International Mineral Processing, Hydrometallurgy و ... در ارائه این درس استفاده شود.





درس بیش نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	پدیده های سطحی
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Surface Phenomenon

اهداف کلی درس: آشنایی با مفاهیم بنیادی پدیده های سطحی و کاربرد آن در فرآوری مواد معدنی

سرفصل درس:

مقدمه: اهمیت و جایگاه پدیده های سطحی در فرآوری مواد معدنی

تعاریف: فاز، سطح، سطح مشترک

سطح مایع ها (محلول ها)، مقایسه ی سطح با توده ی مایع در مقیاس مولکولی

سطح جامد ها، توصیف سطح جامد، سطوح ایده ال و سطوح غیرایده ال (از نظر فیزیکی و شیمیایی)، ناهمگنی شیمیایی سطح جامد و عوامل ایجاد کننده ی آن. هندسه و مورفولوژی سطح جامد و اهمیت آن در رفتار سطحی ذرات جامد. مفهوم کشش سطحی (بین سطحی)، انرژی سطحی (بین سطحی)، عوامل تأثیر گذار بر کشش و انرژی سطحی، پدیده ی سوینگی و موارد کاربرد آن

- مروری بر پدیده های فیزیکوشیمیایی سطح مرتبط با فرایند فلوتاسیون

- ۱- زاویه تماس، نقطه تماس سه فازی، رابطه یانگ، پسماند (Hysteresis) زاویه تماس، اهمیت ناهمگنی شیمیایی در تغییرات زاویه تماس، تأثیر هندسه و مورفولوژی سطح بر زاویه تماس، زاویه ی تماس دینامیک
  - ۲- مفهوم ترشوندگی: توضیح ترمودینامیکی، ارتباط آن با زاویه ی تماس و کشش بین سطحی
  - ۳- بار سطحی، دولایه ای الکتریکی، مدل های توزیع بار سطحی، پتانسیل سطح، پتانسیل زتا و اهمیت آن در رفتار سطحی ذرات
  - ۴- جذب، جذب در سطح مشترک جامد - مایع (محلول)، جذب فیزیکی، شیمیایی و تبادل یون روی سطح، ایزوترم جذب و ...
- سطح مشترک جامد - گاز: جذب فیزیکی و شیمیایی، واجذب، مدل های جذب، روش های اندازه گیری و کاربردها
- سطح مشترک مایع - مایع، مایع - گاز: کشش بین سطحی مایعات، روش های تغییر و کاربردهای آن
- کاربرد پدیده های سطحی (بین سطحی) در پدیده های مانند فلوتاسیون، اگلومراسیون، فلوکولاسیون، کوکولاسیون، استنجرانج جلالی، میکروامولسیون و ...
- روش های آماده سازی سطوح و بهبود ویژگی های سطحی با نگاه کاربردی در زمینه های مرتبط با فرآوری مواد معدنی
- ♦ دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوطه و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

- 1- Physical Chemistry of Surfaces, Arthur W. Adamson, John Wiley & Sons, Canada, 1997.
- 2- Surface Chemistry of Solid and Liquid Interfaces, H. Yildirim Erbil, Blackwell Publishing, Turkey, 2006.
- 3- Colloid Chemistry Principles and Applications, K.S. Birdi, CRC Press, Taylor AndFrancis Group, 2010.



درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	فراوری مواد معدنی غیر فلزی  Non Metallic Ore Processing
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس: آشنایی با منشأ، ویژگی‌ها، کاربردها، استانداردها و فراوری مواد معدنی غیر فلزی

#### سرفصل درس:

مقدمه: اهمیت و جایگاه کانی‌ها و سنگ‌های معدنی غیر فلزی در صنایع مختلف  
آشنایی با منشأ، ویژگی‌ها، استانداردها و فراوری مواد معدنی غیر فلزی زیر مطابق موارد کاربرد اشاره شده برای هر کدام:  
باریت: کاربرد در حفاری، رنگ، استحصال باریم، صنایع شیشه، کاغذ، لاستیک، واسطه سنگین در زغال‌شویی و ...

بوراکس و کانی‌های مربوط (بوراکس بدون آب، کزیت، اسید بوریک طبیعی و ...): کاربرد در کمک ذوب، کاربردهای پزشکی، صابون و مواد پاک کننده، سرامیک و ...  
کلسیت (سنگ آهک): کاربرد در تجهیزات ایتیکی، شیشه، لعاب، رنگ، خوراک دام، مرمهرهای مصنوعی و ...  
کانی‌های رسی:

- کائولن: کاربرد در سرامیک و لعاب، صنایع چینی، کاشی، کاغذ، لاستیک، پلاستیک، رنگ، آرایشی- دارویی و ...
- بنتونیت: کاربرد در حفاری چاه نفت، تصفیه روغن، ریخته‌گری، سرامیک، گندله‌سازی، آرایشی- دارویی، رنگ و ...
- رس پوزالان، رس تویی و سایر کانی‌های رسی

دیاتومیت: کاربرد در فیلتراسیون، ساینده، کاغذ، رنگ، لاستیک و ...  
دولومیت: کاربرد در فرایند استحصال فلزات (چدن، فولاد، منیزیم و ...)، ساخت نسوزها، کاغذ سازی، جرم سازی، صنایع شیشه و ...  
فلدسپار: کاربرد در سرامیک و لعاب، شیشه سازی، صنایع چینی، نسوزها و ...  
فلورسپار (فلوریت): کاربرد در ساخت اسید، صنایع سرامیک، متالورژی و سایر کاربردها شامل ایتیک، سیمان، کانی‌های قیمتی و ...

گارنت: کاربرد در ساینده، سند بلاست، کانی‌های قیمتی و ...  
گرافیت: کاربرد در ریخته‌گری، باطری‌ها، لنت ترمزها، رنگ، گریس‌های مخصوص، مداد و ...  
ژیپس: کاربرد در صنایع ساختمانی، کاشی، سیمان، رنگ و ...



سایر موارد شامل سیلیس، میکا، سولفات سدیم، پرلیت، زئولیت، تالک، آزبست، کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه قیمتی و ...

✽ دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.  
روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
...	...	آزمون نوشتاری	...
		...	
		عملکردی	
		...	

منابع:

- ۱- کریم پور، محمد حسن، سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی، انتشارات دانشگاه مشهد، ۱۳۸۰
- ۲- اولیازاده، منوچهر، میرمحمدی، میرمحمدعلی، فرآوری و کاربرد کانی‌های صنعتی، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه امیرکبیر، ۱۳۸۰
- 3- Uses of Industrial Minerals, Rocks And Freshwater, Kaulir Kisor Chatterjee, Nova Science Publishers, Inc. New York, 2009.





درس پیش‌نیاز .....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۲	الکترومتالورژی
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Electrometallurgy

اهداف کلی درس: آشنایی با مفاهیم و کاربرد الکترومتالورژی در فراوری مواد معدنی

#### سرفصل درس:

الکترو متالورژی و کاربردهای آن - مبانی تئوری و عملیات صنعتی  
 اصول الکتروشیمی - معادله ترنست - پیل‌های الکتروشیمیایی  
 نیروی محرکه شیمیایی و الکتریکی - تأثیر غلظت بر نیروی الکتروموتیو  
 معرفی پیل‌ها - پیل‌های غلظتی - سلول‌های الکترولیز  
 محلول‌های آبی - اکتیویته یون‌ها - ضریب حلالیت - جداول پتانسیل‌های استاندارد  
 مثال‌های عددی و حل چند مسئله کاربردی الکترومتالورژی  
 قوانین فارادی، هدایت و انتقال - هدایت نمکهای مذاب - انتقال یونی - سل‌های انتقالی و غیر انتقالی  
 انواع پتانسیل‌ها - پتانسیل استاندارد - پتانسیل پلاریزاسیون و عوامل موثر بر آن - پتانسیل اضافی و ...  
 تأثیر عوامل مختلف بر روی جدایش فلزات - درجه حرارت - دانسیته جریان - pH - افزودنی‌ها  
 مثال‌های کاربردی الکترومتالورژی با جزئیات فرایندها - بازیابی الکترولیتی و (Electrowinning)  
 تصفیه الکترولیتی مس - تصفیه الکترولیتی نیکل - تصفیه الکترولیتی آلومینیم از نمک مذاب فلوریدی  
 تولید آلومینیم - الکترولیز نمک مذاب فلوریدی و اکسید آلومینیم - فرآیند هال هرولت  
 الکترومتالورژی منیزیم، انواع روش‌های تولید منیزیم با الکترولیز نمک مذاب کلریدی

\* دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. C.L. Mantell, Electrochemical Engineering"MC-Graw Hill 4<sup>th</sup> ed. 1980
2. E.Jackson," Hydrometallurgical Extraction and Reclamation, Johnwiley, 1986
3. Konstantin I. Popov, Stojan S. Djokić, Branimir N., Grgur Fundamental Aspects of Electrometallurgy, ISBN: 978-0-306-47269-5 (Print) 978-0-306-47564-1 (Online).



# کارشناسی ارشد مهندسی معدن، مکانیک سنگ

## مشخصات برنامه

### ۱- تعریف و اهداف

کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک سنگ یکی از شاخه‌های دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی معدن می‌باشد و مجموعه‌ای است آموزشی - پژوهشی، مرکب از تعدادی درس نظری، کاربردی، آزمایشگاهی و برنامه‌ی تحقیقاتی در زمینه‌ی مهندسی مکانیک سنگ جهت افزایش اطلاعات کارشناسان معدن و عمران و ایجاد زمینه‌ی کافی جهت درک و توسعه‌ی آنچه در مرزهای تکنیک در زمان حال در این رشته‌ها می‌گذرد.

هدف این دوره تربیت افرادی است که دارای توانایی لازم جهت تحقیق در رفتار سنگ، طراحی و نظارت بر اجرای پروژه‌های تخصصی در زمینه‌ی حفاری، پایداری، نگهداری و بی‌درمیدانی‌های سنگی و ضمناً توان تحقیقاتی جهت حل مسائل که در این زمینه‌ها با آن‌ها روبرو می‌شوند را دارا باشند.

### ۲- نقش و توانایی

فارغ‌التحصیلان این دوره می‌توانند در پروژه‌های تحقیقاتی، اجرایی و تخصصی در زمینه‌ی زیر فعالیت کنند:

الف) وزارت صنعت، معدن و تجارت: حفاری و استخراج معادن، نگهداری و پایدارسازی تراسه‌ها و به طور کلی نظارت بر پروژه‌های مهندسی سنگ

ب) وزارت راه و شهرسازی: طراحی و اجرای تونل‌های شهری و بین شهری، بل‌ها، اجرا و نگهداری تراسه‌ها، سازه‌های زیرزمینی

ج) وزارت نیرو: سدسازی (پی سدها، تکیه گاه سدها، تونل‌های انحراف آب، نیروگاه‌های زیرزمینی)، سازه‌های زیرزمینی، انرژی اتمی

د) وزارت نفت: ژئومکانیک نفت، ازدیاد برداشت، پارامترهای مکانیک سنگی مخزن، پایداری چاه، ساخت پایانه‌های نفتی

### ۳- ضرورت و اهمیت

با توجه به گسترش روزافزون پروژه‌های زیربنایی نظیر تونل‌ها، نیروگاه‌ها، سدها، معادن، مخازن نفتی و ... که همگی آن‌ها در سنگ و یا روی سنگ اجرا می‌شوند لزوم شناخت رفتار مکانیکی سنگ‌ها اهمیت زیادی پیدا می‌کند.

گسترده‌ی و تنوع عملیات پروژه‌های سنگی با وجود طبیعت متغیر و ناهمگون سنگ‌ها و شرایط متغیر زمین‌ساختی و تکتونیکی باعث ایجاد تحولاتی شگرف در فن آوری حفاری و نگهداری فضاهای زیرزمینی شده است. به همین دلیل ضرورت و اهمیت تحقیقات و پژوهش در زمینه مهندسی سنگ بیش از پیش احساس می‌شود.

### ۴- شرایط پذیرش دانشجو

الف، جنسیت: مرد و زن

ب، مواد و شرایط آزمون ورودی: مطابق بند مواد آزمون ورودی.



## ۵- طول دوره و شکل نظام

مدت لازم برای اتمام این دوره ۲ سال می‌باشد. حداقل و حداکثر مجاز برای اتمام این دوره مطابق آیین نامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد می‌باشد.

## جداول دروس

### ۱، تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد کل واحدهای لازم برای گذراندن این مجموعه ۲۲ واحد آموزشی، پژوهشی می‌باشد. واحدهای آموزشی شامل ۱۲ واحد الزامی و ۱۲ واحد اختیاری می‌باشد که با توجه به سوابق آموزشی دانشجو و به وسیله‌ی اساتید راهنما تعیین می‌شود. تعداد واحدهای پژوهشی ۸ واحد بوده که ۲ واحد آن به شکل سمینار، شامل مطالعات نظری، مرور بر تشریحات و تهیه‌ی پیشنهاد پژوهشی در ارتباط با موضوع پروژه می‌باشد و ۶ واحد آن به پایان نامه اختصاص دارد (جدول ۱).

جدول ۱، تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد واحد	نوع دروس
۱۲	دروس الزامی
۱۲	دروس اختیاری
۲	سمینار
۶	پایان نامه
۲۲	جمع

### ۲، مواد آزمون ورودی

مواد آزمون ورودی هر سال توسط شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم تعیین و توسط سازمان سنجش اعلام می‌شود.



### ۳، دروس جبرانی

دروس جبرانی رشته حداکثر ۶ واحد، مطابق جدول ۲ می‌باشد. این واحدها در احتساب واحدهای لازم برای گذراندن این دوره در نظر گرفته نمی‌شوند و بر اساس رشته‌ی تحصیلی پذیرفته‌شدگان و دروس گذرانده شده در دوره‌ی کارشناسی توسط گروه تخصصی مشخص می‌شوند.

جدول شماره ۲، دروس جبرانی برای پذیرفته‌شدگان رشته‌های مختلف - کارشناسی ارشد رشته‌ی مکانیک سنگ

ردیف	نام درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	نوع درس	تعداد ساعت
۱	مکانیک سنگ تخصصی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۲۲
۲	مقاومت مصالح تخصصی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۲۲
۳	ژئوتکنیک	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۲۲
۴	بی‌سازی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۲۲



#### ۴. دروس الزامی

عناوین دروسی که کلیدی دانشجویان موظف به گذراندن آن‌ها می‌باشند به شرح جدول ۳ است:  
جدول شماره ۳. دروس الزامی - کارشناسی ارشد رشته‌ی مکانیک سنگ

ردیف	نام درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	نوع درس	تعداد ساعت
۱	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۲	مکانیک محیط‌های پیوسته در سنگ	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۳	طراحی و اجرای فضاهای زیرزمینی	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۴	روش‌های عددی در ژئومکانیک	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸

#### ۵. دروس اختیاری

حداقل ۱۲ واحد از بین دروس جدول ۴ بنا به تشخیص گروه تخصصی انتخاب می‌شود.

جدول ۴. مجموعه دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی مکانیک سنگ (کارشناسی ارشد و دکتری)

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	دینامیک سنگ	۳
۲	مبانی تئوری پلاستیسیته در سنگ و خاک	۳
۳	ایزار بندی و آزمایش‌های صحرایی	۲
۴	زمین شناسی مهندسی پیشرفته	۳
۵	بی سازی پیشرفته	۲
۶	مهندسی دیواره‌های شیب دار پیشرفته	۲
۷	آمار و احتمالات پیشرفته	۳
۸	بهسازی زمین	۳
۹	مکانیک شکست	۳
۱۰	کاربرد روش‌های هوشمند (فازی، شبکه‌های عصبی، الگوریتم ژنتیک)	۲
۱۱	حفاری و انفجار پیشرفته	۳
۱۲	بررسی‌های ساختگاهی	۲
۱۳	مکانیک محیط‌های ناپیوسته	۲
۱۴	هیدرو دینامیک محیط‌های ناپیوسته	۲
۱۵	مهندسی نشست زمین	۳
۱۶	اخلاق در مهندسی	۲
۱۷	هیدرو مکانیک	۳
۱۸	حفاری مکانیزه	۳
۱۹	مدیریت پروژه‌های مکانیک سنگ	۲
۲۰	مدیریت پسماند در ژئومکانیک	۲
۲۱	فیزیک سنگ	۲
۲۲	سباحث ویژه	۲

تبصره ۱- در صورت تایید استاد راهنما و گروه مربوط، دانشجو می‌تواند حداکثر یک درس خود را از سایر رشته‌های مهندسی معدن یا سایر رشته‌های مرتبط اخذ نماید.

تبصره ۲- چنانچه گروه تخصصی بخواهد هر یک از دروس اختیاری فاقد سرفصل در این برنامه را ارائه کند؛ لازم است سرفصل پیشنهادی خود را با توجه به استانداردهای این برنامه تهیه و پس از تأیید مراجع ذیصلاح دانشگاه برای تصویب به کمیته برنامه‌ریزی مهندسی معدن وزارت متبوع ارسال نماید. بدیهی است سرفصل پیشنهادی پس از تصویب در کمیته قابل اجرا خواهد بود.

تبصره ۳- سرفصل درس مباحث ویژه با توجه به نیاز رشته و موضوعات جدید در زمینه‌های مرتبط با رشته‌ی تحصیلی توسط استاد مربوطه تهیه و پس از تصویب در گروه آموزشی دانشگاه برای حداکثر دو دوره قابل اجرا خواهد بود. پس از آن گروه آموزشی می‌بایست سرفصل درس را برای تصویب به کمیته برنامه‌ریزی مهندسی معدن ارسال نماید تا عنوان درس و سرفصل آن به صورت درس اختیاری جدید در برنامه ثبت گردد.



سرفصل دروس الزامی  
رشته‌ی مکانیک سنگ



۶. سرفصل دروس الزامی

درس پیش‌نیاز .....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	ریاضیات مهندسی پیشرفته
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Advanced Engineering Mathematics

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

آنالیز تنسوری خطی: معرفی بردارها و تنسورهای رتبه دو و بالاتر، قوانین جمع و ضرب بردارها و تنسورها، معرفی بردارهای پایه و دستگاه‌های مختصات متعامد و غیر متعامد (ایلیک) و مؤلفه‌های کوواریانت و کنترآواریانت و مخلوط بردارها و تنسورها آنالیز تنسوری غیر خطی: بیان چمبره‌ها (منیفولدها) و سیستم مختصات منحنی الخط، بیان بردارها و تنسورها در دستگاه‌های منحنی الخط، معرفی تنسورهای متریک، بیان مقادیر ویژه و بردارهای ویژه تنسورها، مشتق گیری از تنسورها بیان نشان‌ها (سیمبل) کریستوفل از نوع اول و دوم، ارائه مثال‌های مهندسی کاربردی از تنسورها مانند تنش کوشی کرنش‌های اویلسری و لاگرانژی و تنسور نفوذ پذیری.

سری فوریه کاربرد و محاسبه سری‌های عددی به کمک سری فوریه - تساوی بسل - پاراسول

انتگرال فوریه - تعریف - فضایی مربوطه

حساب تغییرات، روش‌های تقریبی (عددی) حل معادلات دیفرانسیل

فرم دیفرانسیل خارجی

متمم معادلات مشتق جزئی: حل معادله ریمان مرتعش به روش فوریه و روش دالامبر

حل معادله انتقال حرارت در مختصات دکارتی

حل معادله  $\Delta U=0$  مختصات دکارتی، مختصات استوانه‌ای و مختصات کروی

متمم جبر ماتریس‌ها قضیه‌ها میلتن - کیلی

حل دستگاه‌های معادله دیفرانسیل به روش ماتریسی - مسائل ویژه مقدار ماتریس

حل دستگاه‌های معادله دیفرانسیل با استفاده از قضیه هامیلتن - کیلی برای حالات مختلف مختصات

جبر بول - ماتریس بول و کاربرد آن

کاربرد آمار در مکانیک سنگ





پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Allen Jeffrey , "Advanced Engineering Mathematics" Second edition, Academic Press, INC2002
2. Erwin Kreyszig, "Advanced Engineering Mathematics" 9th edition, Wiley International Edition, 2006



درس پیش نیاز: ....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	مکانیک محیط‌های پیوسته در سنگ
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Continuum Mechanics in Rocks

### اهداف کلی درس:

آشنای با تئوری‌های مکانیک جامدات در سنگ

سرفصل درس:

مقدمات و مفروضات محیط سنگی پیوسته

-تنش، تانسور تنش، تنش‌های انحراف آور، معادلات تعادل، تنش روی صفحات مخصوص، جمع تنش‌ها، تنش برشی ماکزیمم، تنش‌های اکتاهدرال

- کرنش در یک نقطه، تغییر شکل‌ها، تفسیر لاگرانژ و اولر، کرنش‌های کوچک و محدود، روابط تنش و کرنش الاستیک خطی و غیر خطی

- روابط الاستیسیته برای جامدات، معادلات تعادل با ترم‌های تغییر شکل‌ها، معادلات سازگاری با ترم‌های تنش‌ها روابط الاستیسیته در حالت‌های خاص

-پلاستیسیته، مقدمه، حالت‌های فیزیکی رفتار پلاستیک، ملاک‌های تسلیم سطح گسیختگی برای مدل‌های ترسکا و قن میزس، مور-کولمب و دراگر پراگر، قوانین جریان، پتانسیل پلاستیک

-انواع شکستگی در سنگ

• دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Continuum Mechanics for Engineers, 2nd edition, 1999, Mase, G. Thomas, George E. Mase
۲. مکانیک محیط‌های پیوسته. تألیف دکتر محمد حسین حامدی. انتشارات اندیشه نصیر ۱۳۹۱.
3. Elasticity, Tensor, Dyadic and Engineering Approaches. Pei Chi Chou and Nicolas J. Pagano.
4. Discontinuity analysis for rock engineering, Priest S.D., 1992.
5. Fundamentals of Discrete Element Methods for Rock Engineering: Theory And Applications, Jing L., Ove S. 2007.
6. Fundamentals of Rock Mechanics. Jaeger and Cook, Third Edition, Chapman and Hall 1972.

درس پیش‌نیاز .....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد ۳	طراحی و اجرای فضاهای زیرزمینی
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Design and Planning Underground Spaces

اهداف کلی درس :

سرفصل درس:

کلیات، تعاریف، واژه‌ها و مفاهیم در حفريات زیرزمینی

نقش زمین‌شناسی در حفريات زیرزمینی، شامل: چینه‌شناسی، زمین‌ساخت و نوزمین‌ساخت، آب‌زمین‌شناسی و زمین‌گرمایی  
 مطالعات زمین‌شناسی مهندسی برای طراحی فضاهای زیرزمینی، شامل: برداشت‌های سطحی و زیر سطحی، آزمایش‌های  
 ژئوتکنیکی برجا و آزمایشگاهی، و ابزار بندی و رفتار نگاری  
 تعیین وضعیت تنش‌های برجا در زمین، با انجام بررسی‌های زمین‌ساختی، محاسبات بر اساس نظریه‌ی کشسانی و اندازه‌گیری  
 مستقیم در گمانه و تونل

تعیین وضعیت توزیع تنش‌ها پس از حفر فضاهای زیرزمینی با اشکال مختلف و به صورت تکی، زوجی و چندگانه

روش‌های بهسازی و پایدارسازی زمین، شامل: زهکشی و خشک‌اندازی، تزریق دوغاب، بچ‌بندان، نصب تکیه‌ها و سیم مهار، نصب  
 توری و اندودپاشی

حفر فضاهای زیرزمینی در زمین‌های نرم و خاکی با روش سنتی و مکانیزه

نگهداری فضاهای زیرزمینی در زمین‌های نرم و خاکی، شامل: نگهداری اولیه و آستر بندی نهایی

حفر فضاهای زیرزمینی در زمین‌های سخت و سنگی با روش سنتی (چال زنی و آتشباری) و استفاده از ماشین‌آلات

ارزیابی کیفیت اجرایی ماشین‌آلات حفريات زیرزمینی

طراحی نگهداری فضاهای زیرزمینی در زمین‌های سخت و سنگی با روش‌های: تجربی (مانند RSR ، RMR ، Q)،  
 محاسباتی (مانند روش اندرکنش سنگ-حابل)، مشاهده و عمل (مانند روش جدید اتریسی NATM) و تحلیل‌های عددی (با  
 روش‌هایی نظیر اجزای محدود و معادلات انتگرال مرزی)

بررسی هم‌سختگی‌های با کنترل ساختاری در توده‌های سنگ درزه‌دار و دارای چینه‌بندی و طراحی نگهداری قطعات بالقوه ناپایدار

بررسی تأثیر بارهای دینامیکی و تنش‌های ناشی از آتشباری و زمین‌لرزه بر بایرداری فضاهای زیرزمینی

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

## روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Gary S. Brierley; David H. Corkum; David J.Hatem. 2010. Design-Build Subsurface Projects. SME publishing.
2. R.N. Singh; A.K. Ghose, 2006. Engineering Rock Structures in Mining and Civil Construction. Taylor & Francis group.
3. E. Hoek; RK. Kaiser;W.E Bawden. Support of Underground Excavation In Hard Rock; A.A. Balkema.
4. E. Hoek; E.T. Brown. 1980. Underground Excavation in Rocks. Institution of Mining & Metallurgy.
5. John A. Hudson; John P. Harrison; 1997. Engineering rock mechanics; an introduction to the principles. Pergamum Press.
6. Z.T. Bieniawski. 1984. Rock mechanics design in mining and tunneling. A.A. Balkema.





درس پیش نیاز .....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	روش های عددی در ژئومکانیک
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Numerical Methods in Geomechanics

اهداف کلی درس: حل معادلات دیفرانسیل با شرایط مرزی یا استفاده از روش های مختلف عددی مورد استفاده در ژئومکانیک

اهداف رفتاری: شناخت و درک نحوه به کارگیری روش های مختلف عددی در طراحی و تحلیل پروژه های ژئومکانیک به ویژه حفاریات زیرزمینی

سرفصل درس:

- کلیات، روش های عددی، اصول انرژی
  - مقدمه ای بر روش تحلیل ماتریسی سازه ها
  - مقدمه ای بر روش تفاضل های محدود
  - مقدمه ای بر روش عناصر محدود
  - مقدمه ای بر روش عناصر محدود (غیر خطی مادی) شامل حل مسائل الاستوپلاستیک به روش غیر صریح (ایمپلیست)
  - مقدمه ای بر المان های تماسی (کانکت) درزه ای (جوینت)
  - کاربرد روش های عددی در حل مسائل مکانیک خاک (نشست، گسترش تنش ها، ...)
  - کاربرد روش های عددی در حل مسائل مربوط به پی ها (پی های سطحی، شمع ها، دیواره های خاکی، ...)
- \* دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می پذیرد.

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

منابع:

1. M. Pastor, C. Tamagnini, 2004, Numerical modeling in Geomechanics
2. Chandrakant S. Desai, Giancarlo Gioda, 1990, Numerical methods and constitutive modelling in geomechanics



سرفصل دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی  
مکانیک سنگ (کارشناسی ارشد و دکتری)



۷. سرفصل دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی مکانیک سنگ (کارشناسی ارشد و دکتری)

درس پیش‌نیاز ...	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۳	دینامیک سنگ
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

مبانی پایه، مروری بر مکانیک محیط‌های پیوسته

مروری بر تئوری الاستیسه، مفاهیم تنش، کرنش، تغییر شکل، معادلات کرنش جابجایی

قوانین حرکت و تئوری انتشار امواج در محیط الاستیک

قانون هوک، مفهوم انرژی کرنش، معادله موج، روش‌های حل معادله موج، انواع مختلف امواج، انواع و مکانیزم‌های مختلف میرایی، تأثیر محیط روی انتشار امواج، انعکاس و انتقال امواج

مکانیزم انفجار، ارتعاشات حاصله و روش‌های ارزیابی آن‌ها

دینامیک انفجار در سنگ، پارامترهای اصلی در ارزیابی ارتعاش، معیار PPV برای ارزیابی ارتعاشات، رفتار پندی و رفتار سنجی در ارزیابی ارتعاشات حاصله از انفجار

پدیده انفجار سنگ و رخدادهای لرزه‌ای در فضاهای زیرزمینی

خواص و ویژگی‌های دینامیک سنگ‌ها

مبانی مهندسی زلزله

کاربرد روش‌های لرزه‌ای در تحلیل سازه‌های سطحی و زیرزمینی در توده سنگ

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.





### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجویان در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	-		

### منابع:

1. Zhou, Y. & Zhao, J., 2011, Advances in Rock Dynamics and Application, CRC Press.
2. Zhao, J. & Jianchun, L., 2013, Rock Dynamics and Application – State of the art CRC Press.



درس پیش نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	ابزاربندی و آزمایش‌های صحرائی
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

ابزار بندی و رفتار نگاری

مفهوم کلی و اهداف ابزار بندی و رفتار نگاری

تعاریف و اصطلاحات رفتارسنجی

فواید استفاده از ابزار بندی

برنامه ریزی (planning) رفتار نگاری

مبدل‌های ابزارنگاری و سیستم‌های جمع‌آوری داده‌ها

- ابزارهای هیدرولیکی

- ابزارهای پنوماتیکی

- ابزارهای الکتریکی

- سیستم تار لوزان (مرتعش)

- جایجایی القایی LVDT, LDT

- پتانسیومترها

ابزارها

بیروسترها: انواع و موارد کاربرد آنها

جایجایی سنجی

- ترک سنج‌ها

- همگرایی سنج‌ها

- کشیدگی سنج‌ها (درون گمانه‌ای، میله‌ای، غیره)

✓ کشیدگی سنج‌های چند سیمی

✓ کشیدگی سنج‌های چند میله‌ای

✓ کشیدگی سنج میله‌ای با لنگیر دارای گیر حلقوی

- نشست سنج

- پاندول

- درزه سنج



- کرنش سنج‌ها: انواع و کاربرد آن‌ها
- ✓ کرنش سنج دو محوری
  - ✓ تغییر شکل سنج چاه لوله‌ای
  - ✓ کرنش سنج سه محوری
  - ✓ کرنش سنج دو محوری فتوالاستیکی
  - ✓ کرنش سنج مقاومتی شامل پل و ستون  $1/4$  نیمه و پل کامل
  - ✓

تنش سنج‌ها:

- ✓ تنش سنج شیشه‌ای
- ✓ تنش سنج ارتعاشی
- ✓ روش جک تخت و مسطح
- ✓ روش ایجاد ترک هیدرولیکی

انحراف (شیب)سنجی:

- انحراف سنج (Inclinometer)
- شیب سنج (Tilt meter)

فشار سنجی

- سلول فشار (Pressure Cell)
- سلول تنش (Stress Cell)

نیروسنج (load Cell)

- ✓ نیروسنج با مهار سنگی
- ✓ نیروسنج با مهار سنگی فتوالاستیکی

ارتعاش سنجی: انواع شتاب نگار، لرزه نگار، ژئوفن و کاربرد آن‌ها  
جمع‌آوری پردازش و تفسیر داده‌های ابزار دقیق  
انتخاب نوع ابزار دقیق، نگهداری و کالیبراسیون آن‌ها

آزمایش‌های صحرائی

- آزمایش جک تخت
- آزمایش دیلاتومتری
- آزمایش بارگذاری صفحه‌ای
- آزمایش جک شعاعی
- آزمایش جک گودمن
- آزمایش شکست هیدرولیکی
- آزمایش شکاف زن گمانه‌ای
- آزمایش بیش مغزه‌گیری
- آزمایش دینامیکی برجا

✦ دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



## روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

## منابع:

1. Brown E. (Edit.) Rock Characterization Testing and Monitoring, ISRM Suggested Methods, Pergamum Press 1981.
2. Dunnclyff, J., "Geotechnical Instrumentation for Monitoring Field Performance" John Wiley & Sons, Inc., 1988.
3. Goodman, R. E., "Introduction to Rock Mechanics", John Wiley & Sons, 1980.
4. Hudson J. A. (Editor in chief), "Comprehensive Rock Engineering, 5 Vols., Pergamon Press, 1993.
5. Ketelaar, V.B.H. (Gini), "Satellite Radar Interferometer Subsidence Monitoring Techniques", Springer, 2009.





درس پیش نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	پی سازی پیشرفته
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

طراحی دیوارهای نگهدار (حایل)

بیان حالت تنش جانبی حالی ، تنش جانبی در حالات فعال ، ساکن و غیر فعال ( Active , At rest, Passive )  
نظریه رانکین به نظریه رانکین برای خاک‌های چسبنده و غیر چسبنده برای تنش فعال و غیر فعال و در حالت شیروانی  
نظریه کلمب، نظریه کلمب برای فشار جانبی خاک در حالات خاک‌های چسبنده و غیر چسبنده

انواع دیوارهای حایل، بیان انواع دیوارهای حایل و تفاوت آنها

طراحی دیوارهای حایل وزنی ( Gravity Retaining Walls )

طراحی در دیوارهای حایل طره‌ای ( Conti Lever Retaining walls )

طراحی در دیوارهای حایل مهارشده

طراحی سپرکوبی و انواع آن در زمین‌های دارای خاک‌های چسبنده و غیر چسبنده

آزمایشات صحرائی

طراحی ( Site Investigation ) چگونگی بررسی سایت

حفاری و انواع آن و نمونه گیری ، شامل انواع حفاری مانند ضربه‌ای ، چرخشی و ... انواع نمونه گیری

آزمایشات صحرائی مانند SPT ( نفوذ استاندارد ) ، CPT ( مخروط نفوذ کننده ) و پرسومتر

ظرفیت باربری پی‌های سطحی

تعریف پی سطحی و انواع آن

تنوری ظرفیت باربری ترزاقی

تنوری ظرفیت باربری میرهوف

تنوری ظرفیت باربری وسیک

تعیین ظرفیت باربری آزمایشات SPT ، CPT و پرسومتر



نشست پی در زمین‌های دارای خاک‌های غیر چسبنده  
 نشست پی در زمین‌های دارای خاک‌های چسبنده ، نشست آبی ، نشست تحکیمی  
 تعیین ظرفیت باربری بر روی بستر های سنگی

شمع‌ها

تعریف شمع و انواع آن‌ها ، شمع‌های کوشی ، شمع‌ها ریختنای  
 روش محاسبه مقاومت اصطکاکی شمع در خاک‌های چسبنده و غیر چسبنده  
 روش محاسبه مقاومت نوک شمع  
 ظرفیت باربری شمع‌های تک و گروهی  
 تعیین ظرفیت باربری شمع‌ها با استفاده از آزمایشات صحرایی  
 آزمایش شمع‌ها ( آزمایش استاتیکی و دینامیکی )  
 \* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

ارزیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
...	...	آزمون نوشتاری	...
		...	
		عملکردی	
		...	

منابع:

1. Foundation Analysis and Design, Joseph E. Bowles, 1996.
2. مکانیک خاک (جلد دوم)، دکتر کامبیز بهنیا - دکتر امیرمحمد طباطبایی، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، نوبت چاپ: چهاردهم، شابک ۹۷۸-۹۶۴-۰۳-۳۹۳



درس پیش نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	مهندسی دیواره‌های شیب‌دار پیشرفته
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

مروری بر اصول مهندسی دیواره‌های شیب دار

بررسی‌های ساختگاهی و جمع آوری داده‌های زمین شناسی در برنامه ریزی مطالعات پایداری شیب

بررسی‌های هیدرولوژی و هیدروژئولوژی ارزیابی فشار آب زیرزمینی در محیط‌های پیوسته و ناپیوسته، روش‌های اندازه گیری قابلیت هدایت هیدرولیکی به کمک آزمون‌های هد متغیر و همپاز

مقایسه تحلیلی روش‌های تعادل حدی Bishop, Morgenstern-Price, Janbu, Sarma Spencer

پایداری شیب‌ها در حالات کوتاه مدت (Short term)، دراز مدت (long term)، کاهش سریع سطح آب مجاور شیب (Rapid Drawdown)، زلزله

تحلیل پایداری لغزش‌های صفحه‌ای، گوه‌ای، واژگونی در حالت بلکانی (Step Path)، سقوط سنگ (Rocfalls)

تحلیل پایداری به منظور تعیین شیب بله (Bench Angle) تعیین شیب پایدار دیواره‌های نهایی (Overall Slope Angle) تعیین شیب بین پله‌ای (Inter Ramp Angle)

مبنای تحلیل پایداری شیب‌ها به صورت سه بعدی

تعیین مقاومت برشی در شیب‌های خاکی و سنگی بر اساس تحلیل برگشتی

روش‌های پایدار سازی شامل

عملیات خاکی (خاک‌برداری، خاک‌ریزی)

کلیانی در مورد پایدار سازی به کمک دیواره‌های حائل

کلیدهای برشی (Shear keys)، شانکریت و پیچ سنگ، انکرهای تحت کشش (tensioned anchors)، داول تمام تزریق بدون کشش، دیواره‌های پشت بند دار (buttress)

زهکشی سطحی و زیر سطحی شامل حفاری چال‌های زهکش تقریباً افقی در دیواره نهایی، همپاز، گالری زهکش و چال‌های پروانه‌ای درون گالری



انفجارهای کنترل شده به منظور بهبود پایداری شیب: روش های air decking , cushion blasting , presplitting , trimming , smooth wall blasting , line drilling ,

اصول تحلیل دینامیکی شیبها به روش شبه استاتیک و نیومارک

ریسک و قابلیت اعتماد در پایداری شیبهای خاکی و سنگی در طراحی به روش قطعی (Deterministic) و به روش احتمالاتی (Probabilistic)

اصول تحلیل عددی در پایداری شیبهای خاکی و سنگی

ابزار بندی و رفتارنگاری در مهندسی دیوارهای شیب دار

« دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوطه و در موارد زیر صورت می پذیرد.

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Hoek, E., Bray, J. W., 1991, "Rock slope engineering" Institution of Mining and Metallurgy, London.
2. Giani, P. G., 1992, "Rock slope stability", A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield.
3. Duncan C. Wyllie, Christopher W. Mah, 2004, "Rock slope engineering, civil and mining", 4th edition, Spon Press.
4. Braja M. Das, 2010, "Principles of geotechnical engineering", 7th edition, Cengage Learning.
5. Duncan J.M., Wright S.G., 2005, "Soil strength and slope stability", John Willy and Sons, INC.
6. Cheng Y.M. and Lau, C.K., 2008, "Slope Stability Analysis and Stabilization, New methods and insight", Routledge publisher.
7. Abramson Lee W., Lee Thomas S., Sharma Sunil, Boyce Glenn M., 2002, "Slope Stability and Stabilization Methods", John Willy and Sons, INC.



درس پیش نیاز: ...	اختیاری	توع درس	تعداد واحد	مکانیک شکست
			۳	
	نظری	توع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>				Fracture Mechanics

اهداف کلی درس:

آشنایی با تئوری‌های مکانیک شکست

سرفصل درس:

مفهوم شکست در جامدات

- مفهوم Ductility و Brittleness در شکست
- شکست در حد میکرو و ماکرو
- مفهوم فاکتور شدت تنش
- مفهوم چسبندگی در مواد و ارتباط آن با شکست
- مفهوم چقرمگی

انواع شکست (شکل ظاهری شکست) در اشل آزمایشگاهی و محل

- نواقص سنگ

- نحوه شکست

اثر عوامل درونی و بیرونی در شکست سنگ

- ترک

- طبیعت بار ( شبه استاتیک، دینامیک (دوره‌ای) و خزش)

- خلخل و فرج

- حرارت

- کریستاله بودن

- رطوبت (خوردگی، پوسیدگی)

ملاک‌های شکست در سنگ

- ملاک ترسکا

- ملاک موهر - کلمب

- ملاک قون میس

- ملاک دارگر - پراگر

- ملاک هوک - براون

مروری بر مباحث الاستیسیته

- تابع تنش ایری (Airy stress Function)

- تحلیل صفحه کششی حاوی سوراخ دایره‌ای



- تحلیل صفحه کششی حاوی سوراخ بیضوی
- تحلیل الاستیک ترک
- تمرکز تنش
- مودهای شکست پایه
- ضریب شدت تنش (K) و چقرمگی
- نرخ رهایی انرژی شکست (G) و مقدار بحرانی
- تحلیل انواع مسایل پایه
- مودهای شکست ترکیبی
- ضوابط پایداری ترک
- ضوابط رشد ترک
- تئوری شکست گریفیث
- روش‌های آزمایشگاهی محاسبه مقادیر بحرانی K و G
- تحلیل الاستوپلاستیک ترک
- مفاهیم پایه پلاستیسیته نوک ترک
- حل‌های پایه مرتبه یک
- حل‌های مرتبه بالا
- معیار بازشدگی ترک
- انتگرال J
- مدل ترک چسبنده
- مدل ترک مجازی

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

### منابع:

۱. مکانیک شکست و خستگی دکتر رحمت ا. قاجار، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی ۱۳۸۸.
2. Fundamentals of Rock Mechanics by Jaeger & Cook
3. Elastic and Plastic Fracture by A.G. Atkins & Y-W Mai
4. Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, R.W. Hertzberg, Fourth Edition.
5. Fracture Processes in Concrete, Rock and Ceramics, Vol.1. by J.G.M.vanMier, J.G.Rots and A.Balcker
6. Elementary Engineering Fracture Mechanics by David Brick
7. Fracture Mechanics by Nestor Perez



درس پیش‌نیاز: ...	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	مهندسی نشست زمین
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

نشست طبیعی و تأثیر فرآیندهای زمین‌شناسی  
توسعه مفاهیم و تئوری‌های نشست در معدنکاری  
معدنکاری و حرکت زمین و تأثیر فاکتورهای مختلف  
حرکت ناشی از استخراج زیرزمینی در روباره  
گودال نشست نهایی  
گودال نشست دینامیک  
روش‌های پیش‌بینی نشست:  
الف- روش‌های تابع پرفیل  
ب- روش‌های تابع تأثیر  
ج- مدل‌های فیزیکی  
د- مدل‌های عددی و تحلیلی  
پیش‌بینی نشست با استفاده از مدل تجربی SEH  
نشست ناشی از روش استخراج اتاق و پایه  
نشست ناشی از استخراج لایه‌های پرشیب زغال  
نشست ناشی از تونل‌های کم‌عمق  
نشست ناشی از استخراج آب زیرزمینی، فعالیت میادین گازی و نفتی و تبدیل به گاز لایه‌های زغالی  
روش‌های اندازه‌گیری نشست  
کنترل نشست زمین  
تشریح جابجایی‌های زمین به کمک مدل‌های نشست



© دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه عملی ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. B.N. Whittaker, D.J. Reddish, Subsidence: occurrence, prediction and control, Elsevier science, 1989.
2. 1989.
3. Syd S. Peng, Surface subsidence engineering, SME, 1992.
4. N.C.B. Subsidence engineering, Handbook, 1966.
5. Helmut Kratzsch, mining subsidence engineering, Springer-Verlag, 1982.
6. T.L. Holzer, Man-induced land subsidence. Geological society of America, 1984.
7. E.C. Donaldson, Subsidence due to fluid withdrawal, Elsevier science, 1995.
8. V.B.H. Ketelaar, Satellite radar interferometry: Subsidence monitoring techniques, Springer, 2009.
9. G.J. Colaizzi, Pumped-slurry backfilling of abandoned coal mine workings for subsidence control at Rock Springs, Wyo, University of Michigan library, 1981.
10. S. Tandanand, Assessment of subsidence data from the northern Appalachian basin for subsidence prediction, University of Michigan library, 1982.
11. R. Dyni, Subsidence investigation over salt-solution mines in Hutchinson, KS, University of Michigan library, 1986.
12. A.C. Waltham, T. Waltham, Ground subsidence, Chapman and Hall, 1989
13. N. London, Site investigation in areas of mining subsidence, Transatlantic Arts, 1975
14. T. Waltham, F. Gladstone Bell, M.G. Culshaw, Sinkholes and subsidence: karst and cavernous rocks in engineering and construction, Springer



# کارشناسی ارشد مهندسی معدن، استخراج مواد معدنی

## مشخصات برنامه

### ۱- تعریف و هدف

دوره‌ی کارشناسی ارشد استخراج مواد معدنی دوره ایست آموزشی و پژوهشی با هدف تربیت متخصصانی که در زمینه استخراج معادن از دانش فنی و کارایی بالایی برخوردار باشند.

### ۲- نقش و توانایی

فارغ‌التحصیلان این دوره می‌توانند در پروژه‌های تحقیقاتی، اجرایی و تخصصی در زمینه‌ی مهندسی استخراج معادن زیر زمینی، معادن روباز در صنعت کار نمایند.

### ۳- ضرورت و اهمیت

با توجه به تنوع مواد معدنی در کشور و نیاز صنایع مختلف به این مواد و پس از مراحل بی‌جویی و اکتشاف برای استخراج و آماده سازی معادن بایستی اصول فنی و تخصصی رعایت شود که همین امر خود به تنهایی ضرورت و اهمیت تاسیس این دوره را روشن می‌سازد. فارغ‌التحصیلان این رشته می‌توانند در طراحی و اجرای تونل‌های راه‌سازی، فاضلاب و مترو با متخصصین مربوط همکاری نمایند.

### ۴- شرایط پذیرش دانشجو

الف، جنسیت: مرد و زن

ب، مواد و ضرایب آزمون ورودی: مطابق بند مواد آزمون ورودی.

### ۵- طول دوره و شکل نظام

مدت لازم برای اتمام این دوره ۲ سال می‌باشد. حداقل و حداکثر مجاز برای اتمام این دوره مطابق آیین‌نامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد می‌باشد.



## جدول دروس

### ۱. تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد کل واحدهای لازم برای گذراندن این مجموعه ۳۲ واحد آموزشی، پژوهشی می‌باشد. واحدهای آموزشی شامل ۱۲ واحد الزامی و ۱۲ واحد اختیاری می‌باشد که با توجه به سوابق آموزشی دانشجوی و به وسیله اساتید راهنما تعیین می‌شود. تعداد واحدهای پژوهشی ۸ واحد بوده که ۲ واحد آن به شکل سمینار، شامل مطالعات نظری، مرور بر نشریات و تهیه پیشنهاد پژوهشی در ارتباط با موضوع پروژه می‌باشد و ۶ واحد آن به پایان نامه اختصاص دارد (جدول ۱).

جدول ۱. تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد واحد	
۱۲	دروس الزامی
۱۲	دروس اختیاری
۲	سمینار
۶	پایان نامه
۳۲	جمع

### ۲. مواد آزمون ورودی

مواد آزمون ورودی هر سال توسط شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم تعیین و توسط سازمان سنجش اعلام می‌شود.

### ۳. دروس جبرانی

دروس جبرانی رشته حداکثر ۶ واحد، مطابق جدول ۲ می‌باشد. این واحدها در احتساب واحدهای لازم برای گذراندن این دوره در نظر گرفته نمی‌شوند و بر اساس رشته‌ی تحصیلی پذیرفته‌شدگان و دروس گذرانده شده در دوره‌ی کارشناسی توسط گروه تخصصی مشخص می‌شوند.

جدول شماره ۲. دروس جبرانی برای پذیرفته‌شدگان رشته‌های مختلف - کارشناسی ارشد رشته‌ی استخراج مواد معدنی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	نوع درس	تعداد ساعت
۱	چالزنی و انفجار	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۲۲
۲	حفر چاه و فضاهای زیرزمینی	۳	۳	-	نظری	جبرانی	۴۸
۳	بارگیری و انتقال مواد	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۲۲
۴	کنترل زمین و نگهداری	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۲۲
۵	تهویه در معادن	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۲۲
۶	معدن کاری سطحی	۳	۳	-	نظری	جبرانی	۴۸
۷	معدن کاری زیرزمینی	۳	۳	-	نظری	جبرانی	۴۸
۸	طراحی معادن	۳	۳	-	نظری	جبرانی	۴۸

#### ۴، دروس الزامی

عناوین دروسی که کلیه دانشجویان موظف به گذراندن آنها می‌باشند به شرح جدول ۳ است:

جدول شماره ۳، دروس الزامی - کارشناسی ارشد رشته‌ی استخراج مواد معدنی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	نوع درس	تعداد ساعت
۱	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
	آمار و احتمالات پیشرفته						
۲	معدن‌کاری سطحی پیشرفته	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۳	معدن‌کاری زیرزمینی پیشرفته	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۴	بررسی‌های فنی و اقتصادی در معدن	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸

\*از بین عنوان‌های ارائه شده تنها یک عنوان به انتخاب گروه ارائه می‌شود.

#### ۵، دروس اختیاری

حداقل ۱۲ واحد از بین دروس جدول ۴ بنا به تشخیص گروه تخصصی انتخاب می‌شود.

جدول ۴، مجموعه دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی استخراج مواد معدنی (کارشناسی ارشد و دکتری)

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	مکانیک سنگ پیشرفته	۳
۲	تهویه در معادن پیشرفته	۲
۳	مدیریت در معادن	۲
۴	بارگیری و انتقال مواد پیشرفته	۲
۵	شبیه‌سازی در معادن	۲
۶	روش‌های عددی	۲
۷	مکانیزاسیون و اتوماسیون در معادن	۲
۸	معدن‌کاری و توسعه پایدار	۲
۹	تکنولوژی زغال سنگ	۲
۱۰	نمونه برداری	۲
۱۱	مهندسی حفاری	۲
۱۲	الگوریتم‌های بهینه‌سازی	۲
۱۳	روش‌های نوین استخراج معدن	۲
۱۴	مدل‌سازی ذخایر معدنی	۳
۱۵	مدیریت و کنترل پروژه	۲
۱۶	تحلیل ریسک	۲
۱۷	برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات	۲
۱۸	چالزنی و انفجار پیشرفته	۲
۱۹	تحقیق در عملیات پیشرفته	۲
۲۰	مدل‌های تصمیم‌گیری	۲



۲	حفر چاه و فضاهای زیرزمینی پیشرفته	۲۱
۳	تحلیل سیستم‌ها در معدن	۲۲
۲	روش‌های استخراج سنگ‌های ساختمانی	۲۳
۲	بستن و بازسازی معادن	۲۴
۲	روش‌های استخراج ویژه در معادن	۲۵
۲	روش‌های عددی پیشرفته در معادن	۲۶
۲	اقتصاد و مدیریت پروژه‌های معدنی	۲۷
۲	مهندسی نشست	۲۸
۲	مهندسی انفجار	۲۹
۲	طراحی سیستم‌های پر کردن معادن	۳۰
۲	اتوماسیون و روباتیک در معادن	۳۱
۲	مصورسازی اطلاعات در مهندسی معدن	۳۲
۲	مکانیک شکست و کاربرد آن در مهندسی معدن	۳۳
۲	تکنولوژی انتقال مواد	۳۴
۲	روش‌های طراحی فضاهای زیر زمینی بزرگ و عمیق	۳۵
۲	اقتصاد منابع معدنی و انرژی	۳۶
۳	دینامیک سنگ	۳۷
۲	طراحی و پایداری حفریات زیرزمینی	۳۸
۲	طراحی و آنالیز پایداری شیب	۳۹
۲	آماده سازی و تولید در معادن زغال سنگ	۴۰
۲	برنامه‌ریزی تولید در معادن سطحی	۴۱
۲	برنامه‌ریزی تولید در معادن زیرزمینی	۴۲
۲	اقتصاد مهندسی پیشرفته	۴۳
۲	کاربرد روش‌های هوشمند (فازی، شبکه‌های عصبی، الگوریتم ژنتیک)	۴۴
۲	مکانیزاسیون در حفاری‌های زیر زمینی	۴۵
۳	زمین آمار پیشرفته	۴۶
۲	مباحث ویژه	۴۷
۳	اخلاق در مهندسی	۴۸

تبصره ۱- در صورت تأیید استاد راهنما و گروه مربوط، دانشجوی می‌تواند حداکثر یک درس خود را از سایر رشته‌های مهندسی معدن یا سایر رشته‌های مرتبط اخذ نماید.

تبصره ۲- چنانچه گروه تخصصی بخواهد هر یک از دروس اختیاری فاقد سرفصل در این برنامه را ارائه کند؛ لازم است سرفصل پیشنهادی خود را با توجه به استانداردهای این برنامه تهیه و پس از تأیید مراجع ذیصلاح دانشگاه برای تصویب به کمیته برنامه‌ریزی مهندسی معدن وزارت متبوع ارسال نماید. بدیهی است سرفصل پیشنهادی پس از تصویب در کمیته قابل اجرا خواهد بود.



تبصره ۳- سرفصل درس مباحث ویژه با توجه به نیاز رشته و موضوعات جدید در زمینه‌های مرتبط با رشته‌ی تحصیلی توسط استاد مربوطه تهیه و پس از تصویب در گروه آموزشی دانشگاه برای حداکثر دو دوره قابل اجرا خواهد بود. پس از آن گروه آموزشی می‌بایست سرفصل درس را برای تصویب به کمیته برنامه ریزی مهندسی معدن ارسال نماید تا عنوان درس و سرفصل آن به صورت درس اختیاری جدید در برنامه ثبت گردد.



سرفصل دروس الزامی  
رشته‌ی استخراج مواد معدنی



## ۶. سرفصل دروس الزامی

درس پیش‌نیاز .....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد ۳	ریاضیات مهندسی پیشرفته
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				Advanced Engineering Mathematics
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

آنالیز تنسوری خطی: معرفی بردارها و تنسورهای رتبه دو و بالاتر، قوانین جمع و ضرب بردارها و تنسورها، معرفی بردارهای پایه و دستگاه‌های مختصات متعامد و غیر متعامد (ایلیک) و مؤلفه‌های کوواریانت و کنترآواریانت و مخلوط بردارها و تنسورها  
آنالیز تنسوری غیرخطی: بیان چمبره‌ها (منیفولدها) و سیستم مختصات منحنی الخط، بیان بردارها و تنسورها در دستگاه‌های منحنی الخط، معرفی تنسورهای متریک، بیان مقادیر ویژه و بردارهای ویژه تنسورها، مشتق گیری از تنسورها بیان نشان‌ها (سیمبل) کریستوفل از نوع اول و دوم، ارائه مثال‌های مهندسی کاربردی از تنسورها مانند تنش کوشی کرنش‌های اویلری و لاگرانژی و تنسور نفوذ پذیری -

سری فوریه کاربرد و محاسبه سری‌های عددی به کمک سری فوریه - تساوی بسل - پارسوال

انتگرال فوریه - تعریف - قضایای مربوطه

حساب تغییرات، روش‌های تقریبی (عددی) حل معادلات دیفرانسیل

فرم دیفرانسیل خارجی

متمم معادلات مشتق جزئی: حل معادله ریمان مرتعش به روش فوریه و روش دالامبر

حل معادله انتقال حرارت در مختصات دکارتی

حل معادله  $\Delta U = 0$  مختصات دکارتی، مختصات استوانه‌ای و مختصات کروی

متمم جبر ماتریس‌ها قضیه‌ها میلتن - کیلی

حل دستگاه‌های معادله دیفرانسیل به روش ماتریسی - مسائل ویژه مقدار ماتریس

حل دستگاه‌های معادله دیفرانسیل با استفاده از قضیه هامیلتن - کیلی برای حالات مختلف

جبر بول - ماتریس بول و کاربرد آن

کاربرد آمار در استخراج معدن

✦ دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.





روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
---	آزمون تشریحی	---	---
	---		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Allen Jeffrey , "Advanced Engineering Mathematics" Second edition, Academic Press, INC2002
2. Erwin Kreyszig, "Advanced Engineering Mathematics" 9th edition, Wiley International Edition, 2006



درس پیش نیاز ....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد ۳	آمار و احتمالات پیشرفته
	تظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Advanced Statistics & Probability

اهداف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم آماری و موارد کاربرد آن‌ها در تصمیم گیری

سرفصل درس:

معرفی متغیرهای تصادفی، آشنایی با برخی توابع احتمالی و توابع چگالی از جمله برنولی دو جمله‌ای، پواسن، نرمال، کای مربع، تی، اف، نمایی و ... ترکیب خطی متغیرهای تصادفی، گشتاورها، تصمیم گیری با استفاده از آزمون‌های عدم دقت، آزمون فرض‌های ناظر به یک و دو پارامتر بر اساس استفاده از منحنی‌های عملکرد، تخمین نقطه‌ای و فاصله‌ای، جانشین نمودن داده‌ها با خطوط مستقیم (روند)

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
....	آزمون نوشتاری	....	....
	....		
	عملکردی		
	....		

منابع:

1. A.H. Browker and G.J. Lieberman and Edition (1992), Engineering Statistics, Prentice Hall.
2. Rencher, A. C. (2002), Methods of Multivariate Analysis (2nd Ed.). John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA.
3. Johnson, R. A., Wichern, D.W. (2002), Applied multivariate statistical analysis (5th Ed.). Prentice Hall, New Jersey, USA.
4. Montgomery, D. C., Peck E. A. (1982), Introduction to Linear Regression Models (Wiley, New York).



درس پیش‌نیاز ...	الزامی	نوع درس	تعداد واحد ۳	معدنکاری سطحی پیشرفته
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Advanced Surface Mining

#### اهداف کلی درس:

ایجاد مهارت در انتخاب روش استخراج، برنامه‌ریزی و طراحی معادن سطحی

#### سرفصل درس:

تقسیم بندی روش‌های استخراج معادن سطحی شامل: مکانیزم، کاربرد، مقایسه و محدودیت‌ها. برنامه‌ریزی جامع معادن سطحی، ویژگی‌های معدن کاری سطحی مدرن، تحلیلی بر عناصر طراحی معادن سطحی با تاکید بر کمینه سازی تأثیرهای منفی زیست محیطی، طراحی معادن سطحی با هدف بیشینه کردن NPV شامل تهیه مدل بلوکی اکتشافی، مدل بلوکی اقتصادی، مدل بلوکی استخراجی، محدوده نهایی اولیه، بیت‌های تودرتو (Nested pits)، برنامه‌ریزی تولید با در نظر گرفتن ارزش زمانی پول، تعیین محدوده بهینه نهایی، تعیین پوش‌بک‌ها (Push backs) و پیشروی‌ها، و فازهای استخراجی در معادن روباز، نحوه محاسبه انواع عیارهای حد شامل عیار حد سر به سر یا عیار حد معدن، عیار حد کارخانه، عیار حد بهینه، عیارهای حد فازها و پوش‌بک‌ها، نحوه محاسبه هزینه فرصت از دست رفته و نقش آن در تعیین محدوده معدن، نظریه لین (Lane's Algorithm) به منظور تعیین عیارهای حد دینامیکی (عیارهای حد به منظور تعیین تولید بهینه سالانه با هدف بیشینه کردن NPV)، نحوه تعیین تولید (تاز)-عیار بهینه، برنامه‌ریزی تولید بلندمدت، میان مدت، و کوتاه‌مدت و اندرکنش آن‌ها، تجهیزات و تسهیلات مورد نیاز معادن سطحی، انتخاب سایت مناسب برای نصب و استقرار تسهیلات و تجهیزات معادن سطحی و عوامل تأثیرگذار بر آن، روش‌های انتخاب روش استخراج مانند Nicholas و UBC و مقایسه آن‌ها، روش‌های تخمین هزینه مثل تفصیلی، اوهارا، پلکانی (صعودی). روش‌های ارزیابی پروژه‌های معادن سطحی و مقایسه آن‌ها، مقایسه گزینه‌های ارسال کانسنگ به کارخانه فرآوری، انباشت گاه کانسنگ Ore stockpiles و نقش آن بر برنامه‌ریزی معادن سطحی

✦ دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



## روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

## منابع:

1. Kennedy, B.A., "Surface Mining", 2<sup>nd</sup> Edition, SME, USA, (1990), 1194 pages
2. Hustrulid W. and Kuchta M, "Open pit mine planning and design", 2<sup>nd</sup> Edition, Taylor & Francis Group, London, (2006), Vol. 1, 2, 971 pages
3. Bhattacharya, J, "Principle of Mine Planning" Allied Publishers PVT. Limited, New Delhi (2003) Chapter 12, 14
4. Botin, J.A., "Sustainable management of Mining Operation" Published by: SME-USA, (2009) 381 Pages
5. Lane, K. F., "The economic definition of ore: cut off grade in theory and practice", 2<sup>nd</sup> Edition, London, Mining Journal Books, (1999), 212 pages
6. مرتضی اصاتلو، روش‌های استخراج معادن سطحی - دو جلدی، چاپ سوم (تجدید نظر شده)، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، ۱۰۷۴ صفحه
7. Jack, M, "Shovel-Truck Systems Modeling, Analysis and Calculation", CRC Press, NewYork, Taylor & Francis Group, 156 pages





درس پیش‌نیاز ....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	معدن‌کاری زیرزمینی پیشرفته
			۳	
نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Advanced Underground Mining

**اهداف کلی درس:** مقایسه معدن‌کاری سطحی و زیرزمینی، آشنایی با مباحث ویژه در طراحی، برنامه‌ریزی و آماده‌سازی معادن زیرزمینی، روش‌های رایج استخراج معادن زیرزمینی شامل جبهه کار طولانی، اتاق و پایه و تخریب در طبقات فرعی، مکانیزاسیون، استخراج لایه‌های ضخیم، معرفی تکنیک‌های انتخاب روش استخراج معادن

#### سرفصل درس:

کلیات: اهمیت معدن و صنایع معدنی از گذشته تا حال، آمار تولیدات مواد معدنی در ایران و جهان، سهم مواد معدنی (از معدن‌کاری سطحی و زیرزمینی) در تولید انرژی

مقایسه معدن‌کاری سطحی و زیرزمینی: روند توسعه معدن‌کاری سطحی در مقایسه با زیرزمینی، تولیدات مواد معدنی از معدن‌کاری سطحی و زیرزمینی، موارد قابل مقایسه در معدن‌کاری سطحی و زیرزمینی (قابلیت تولید، آماده‌سازی و هزینه‌های آماده‌سازی، حوادث ناشی از کار، مصرف انرژی، مسائل زیست‌محیطی، مصرف مواد منفجره، هزینه‌های استخراج، بازیابی ماده معدنی، عیار حد و رقیق‌شدگی)، ملاحظات کلی در انتخاب روش استخراج سطحی یا زیرزمینی، انتخاب از بین روش معدن‌کاری سطحی و زیرزمینی و تعیین عمق بهینه معدن‌کاری سطحی

طراحی، آماده‌سازی و بازکردن معادن زیرزمینی: عوامل مؤثر بر آماده‌سازی معادن زیرزمینی، قوانین حاکم بر آماده‌سازی معادن زیرزمینی، طراحی و عوامل مؤثر بر انتخاب بازکننده‌های اصلی معدن (چاه قائم، تونل افقی، تونل مایل (جانمایی بازکننده‌ها و عوامل مؤثر بر موقعیت آن‌ها، مباحث ویژه در آماده‌سازی سایر فضاهای آماده‌سازی

مباحث ویژه در روش استخراج جبهه کار طولانی: تاریخچه و توسعه روش، تعاریف و اصطلاحات، طراحی پهنه استخراج (تعیین ابعاد پهنه، عرض انتری‌های پهنه، ابعاد و تعداد لنگه‌های زنجیری، لنگه‌های حایل)، استفاده از جبهه کار طولانی در استخراج زغال، جبهه کار طولانی برای استخراج سایر مواد معدنی، ملاحظات و محدودیت‌های روش جبهه کار طولانی (شرایط هندسی کانسار، روباره و کمر بالای بلافاصله، باریکه باریکه شدن جبهه کار یا Slabbing، انفجار سنگ یا Rock burst، پایداری سیستم نگهداری، نشست سطح زمین، مقررات و بازیابی، نیروی انسانی، تهویه، آب، جابجایی مواد معدنی و خودسوزی)، گوناگونی‌های روش استخراج جبهه کار طولانی (انواع روش پسر، پیشرو و ترکیبی)، انتخاب و طراحی تجهیزات استخراج در روش مکانیزه (ماشین برش زغال، ناو زنجیری انعطاف‌پذیر یا AFC، سیستم‌های نگهداری قدرتی)، اتوماسیون، انتقال جبهه کار، کنترل طبقات در کارگاه، تعیین و طراحی ابعاد لنگه‌های زنجیری، توزیع تنش در کارگاه، مکانیزاسیون (تاریخچه و سیر تکاملی، ماشین‌های حفر زغال و عوامل مؤثر در انتخاب آن‌ها، قابلیت حفر زغال و عوامل مؤثر در راندمان تیغه‌های چغاری)، مطالعات موردی از روش‌های استخراج جبهه کار طولانی

مباحث ویژه در روش استخراج اتاق و پایه: تعاریف، اصطلاحات و ویژگی‌های روش استخراج اتاق و پایه، انواع لنگه‌ها و توزیع تنش در لنگه‌ها، عوامل مؤثر در پایداری معادن اتاق و پایه، طراحی لنگه‌ها، تعیین مقاومت لنگه‌ها و روابط مربوطه، تعیین بار وارد بر لنگه‌ها و تئوری‌های مربوطه، مقایسه روش‌های تعیین مقاومت لنگه، تحلیل پایداری کف معادن اتاق و پایه، ارزیابی پایداری سقف و تئوری‌های مربوطه

مباحث ویژه در روش استخراج تخریب در طبقات فرعی: تعاریف، اصطلاحات و ویژگی‌های روش تخریب در طبقات فرعی، اصول حاکم بر جابجایی مواد، اصول کلی جریان ثقلی، تئوری بیضوی استخراج و مسائل مربوطه، طراحی عوامل مؤثر در روش تخریب در طبقات فرعی (تعیین ابعاد بیضوی استخراج، فاصله قائم راهروهای طبقات فرعی، فاصله افقی راهروهای طبقات فرعی، ضخامت برش، شیب جبهه کار، استخراج و رقیق‌شدگی، پایداری بازکننده‌ها (روش تخریب در طبقات فرعی در ترکیب با سایر روش‌ها، تأثیرات سطحی روش تخریب در طبقات فرعی، سایر گوناگونی‌ها در روش تخریب در طبقات فرعی

استخراج لایه‌های ضخیم، لایه‌های مجاور: تعاریف و اصطلاحات، زده‌بندی ضخامت لایه‌ها، اهمیت استخراج لایه‌های ضخیم، عوامل مؤثر در بازیابی لایه‌های ضخیم، طبقه‌بندی روش‌های استخراج لایه‌های ضخیم زغال (روش تمام جبهه، روش چند برشی، تخریب و تخلیه)، روش‌های معمول معدن‌کاری لایه‌های ضخیم و شرایط به‌کارگیری، زمین‌شناسی و ملاحظات طراحی (روش اتاق و پایه، روش جبهه کار طولانی سنتی، روش جبهه کار طولانی با چند برش، روش جبهه کار طولانی با تخریب، روش استخراج هیدرولیکی، استخراج از طبقات فرعی و تخریب)

انتخاب روش استخراج معادن: عوامل مؤثر در تعیین روش معدن‌کاری، مقایسه و ملاحظات روش‌های استخراج، تکنیک‌های انتخاب روش استخراج ( ۱ - مدل‌های کیفی شامل روش باشکوف و رایست، روش موریسون و روش طبقه بندی هارتمن ۲- مدل‌های امتیازدهی عددی شامل روش نیکلاس، روش لایشر و روش UBC و ۳- مدل‌های تصمیم‌گیری)

« دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی
...	...	آزمون نوشتاری
		...
		عملکردی
		...

#### منابع:

1. Hartman, H.L. (Ed.). 1992. "SME Mining Engineering Handbook", 2nd Edition, 2 vols. Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME), 2260 pp.
2. Hustrulid, W.A. (Ed.). 1982. "Underground Mining Methods Handbook", Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME).
3. Hustrulid, W.A., Bullock, R.L. (Eds.). 2001, "Underground Mining Methods: Engineering

- Fundamentals and International Case Studies". Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME), 718 pp.
4. Gertsch, R.E., Bullock, R.L. (Eds.). 1998. "Techniques in Underground Mining", Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME).
  5. Stoces, B. 1954. "Introduction to Mining", London: Lange, Maxwell, and Springer, 1068 pp.
  6. Thomas, L.J. 1978. "An introduction to Mining", rev. ed., Sydney: Methuen of Australia, 471 pp.





درس پیش نیاز ---	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	بررسی های فنی و اقتصادی در معدن
			۳	
---	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	Feasibility studies in mines
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

ایجاد توانایی در ارزیابی فنی و اقتصادی طرح های معدنی

#### سرفصل درس:

۱. کلیات: تعاریف واژگان کلیدی، مفاهیم ارزشیابی، ارزیابی و امکان سنجی
۲. آشنایی با مراحل عمر پروژه های معدنی، اهداف و انواع امکان سنجی، ارزشیابی و انواع آن
۳. درآمد پروژه معدنی و مؤلفه های آن:
  - مروری بر برآورد ذخیره و انواع دسته بندی ذخایر و منابع، روابط مربوط به بازیابی و اختلاط، عیار معادل در کانسارهای چند فلزی
  - ظرفیت تولید، عمر معدن
  - قیمت محصول معدنی و انواع تعیین آن، معاملات مواد معدنی و واحد های مختلف مورد استفاده در آن
  - مروری بر اصطلاحات بازرگانی بین المللی (InCoTerms).
  - قراردادهای فروش محصول معدنی، تعیین NSR (خالص دریافتی معدن از کارخانه ذوب) و تحلیل پارامترهای مؤثر آن
۴. هزینه و انواع و اجزاء آن:
  - تخمین هزینه و روش های آن، تعدیل تورم، شاخص هزینه (Cost index)، رابطه نمای هزینه با ظرفیت، قواعد تقریبی (سرانگشتی) تخمین هزینه
۵. آشنایی با حقوق دولتی و مالیات شرکت های معدنی و معافیت های آن ها
۶. ارزش زمانی پول و مفاهیم پایه آن، پارامترهای اصلی ارزش فعلی، ارزش آتی، ارزش اقساطی، نرخ و نرخ مخزن
۷. گردش پولی (Cash flow) و اجزاء آن، روابط کلی برای تبدیل ارزش های آتی، فعلی و اقساطی به یکدیگر، تشکیل جدول DCF و انواع آن
۸. ارزیابی اقتصادی طرح ها و مقایسه و رتبه بندی آن ها، تکنیک های ارزیابی روش دوره بازگشت سرمایه، روش ارزش فعلی خالص، روش یکنواخت سالیانه، روش نرخ بازگشت سرمایه، ...
۹. آشنایی با حسابداری: ترازنامه، صورت های مالی، قیمت تمام شده
۱۰. تحلیل حساسیت، تحلیل ریسک، درخت احتمالاتی
۱۱. انجام یک پروژه با یکی از نرم افزارهای تحلیل سرمایه گذاری (COMFAR) یا یکارگیری Excel





\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Gentry, D W and O'Neil, T G (1984), Mine Investment Analysis, SME.
2. Welmer, F W, Dalheimer, M and Wagner, M (2008), Economic Evaluations in Exploration, Springer.
3. Torries, T F (1998), Evaluating Mineral Projects: Applications and Misconceptions, SME.
4. Mackenzie, B. W. ,(1994), The Economics of Mineral Exploration, Course Notes, Queens University.



سرفصل دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی  
استخراج مواد معدنی (کارشناسی ارشد و دکتری)



۷. سرفصل دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی استخراج مواد معدنی (کارشناسی ارشد و دکتری)

درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	مکانیک سنگ پیشرفته
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

روابط تنش و کرنش در محیط سه بعدی ارتجاعی همسانگرد و غیر همسانگرد و مفاهیم تنش‌های اصلی، قوانین اساسی رفتاری

- ✓ حالت تنش، تانسور تنش و تنش‌های انحراف آور
  - ✓ تصویر مؤلفه‌های تنش در یک صفحه نامشخص
  - ✓ روابط تعادل تنش‌ها
  - ✓ تنش‌های اصلی، تغییر ناپذیرهای تانسور تنش و دایره مور
  - ✓ تنش‌های برشی حداکثر و تنش‌های اکتاهدرال
  - ✓ کرنش و تغییر مکان روابط خطی و غیر خطی
  - ✓ روابط سازگاری کرنش - تغییر مکان
  - ✓ روابط تنش - کرنش در محیط‌های الاستیک غیر ایزوتروپ و ایزوتروپ
- یادآوری آزمون‌های آزمایشگاهی برآورد خواص ژئومکانیکی سنگ، تأثیر مقیاس

بررسی رفتار کامل مقاومتی سنگ بر اساس منحنی تنش - کرنش و تأثیر شرایط محیطی

رفتار کشسانی - خمیری کامل جامدات و معیارهای استانه شکست و پس از شکست، معادلات سطح شکست و قوانین جریان

خواص تغییر شکل پذیری و مقاومتی ناپیوستگی‌ها، سازش درزه، معرفی مدل‌های اساسی تغییر شکل-نیرو و مدل‌های رفتاری

هیدرولیک محیط‌های سنگی ناپیوسته، مدل‌های تجربی برآورد بازشدگی هیدرولیکی ناپیوستگی‌ها، مدل‌های هیدرومکانیک

آنیزوتروپی در توده سنگ و بررسی تغییرات خواص ژئومکانیکی و درجه آنیزوتروپی با تغییرات شرایط محیطی آن

میدان تنش‌های طبیعی در زمین، تأثیر ناپیوستگی‌ها در میدان تنش‌ها و روش‌های تخمین و اندازه‌گیری برجای آن‌ها

اصول و روش‌های برآورد خواص ژئومکانیکی محیط پیوسته معادل بر اساس روش‌های طبقه بندی مهندسی سنگ و روش‌های تحلیلی

شرایط توده سنگ (تأثیر حضور آب در خواص فیزیکی و خواص ژئومکانیکی توده سنگ)، (تعاریف و روش‌های برآورد پتانسیل به روز پدیده‌های خزش، تورم، Rock burst)


مبانی تحلیل پایداری فضاهای زیر زمینی و رو سطحی سنگی

- بررسی میدان تنش اطراف یک حفره زیرزمینی، تونل
- سیستم نگهداری
- بررسی میدان تنش اطراف یک حفره روباز، شیروانی سنگی
- سیستم نگهداری

• دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

ارزیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
...	...	آزمون نوشتاری	
		...	
		عملکردی	
		...	

منابع:

1. Rock mechanics for underground mining, B. H. Brady, E. T. Brown. 3rd Edition 2005
2. Rock Mechanics, Goodman, R. E.
3. Fundamentals of Rock Mechanics (Fourth Edition). Blackwell, J.C. Jaeger, N. G. W. Cook, R. Zimmerman
4. Underground Excavation in Rock, Hoek & Brown
5. Rock Slope Engineering, Hoek & Bray
6. Rock Mechanics and Design of Structures in Rock, Obert & Duvall, 1967
7. Discontinuity analysis for rock Engineering, Priest, 1994
8. Stress in Rocks and its measurement, Amadei



درس پیش‌نیاز .....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۲	شبیه سازی در معادن
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				



اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

- سیستم: تعریف، ویژگی‌ها، انواع و دسته بندی سیستم‌ها، پارامترها و متغیر های سیستم، سیستم‌های ایستا و پویا، سیستم‌های پیوسته، گسسته و مرکب، سیستم‌های قطعی و احتمالی
- مدل: تعریف، انواع مدل: فیزیکی، تصویری و نمادین، روش‌های تحلیلی و تجربی در حل مسئله، تعریف جایگاه شبیه سازی به عنوان روش تجربی در حل سیستم‌های پویا، مقایسه روش‌های تحلیلی با روش شبیه سازی، توانایی‌ها و محدودیت‌های شبیه سازی در حل مسائل، مراحل انجام شبیه سازی
- ارکان اصلی در شبیه سازی گسسته: Entity ها، Attribute ها، Resource ها، Event ها، Activity ها، Process ها، متغیر های سیستم، زنجیره واقعه‌ها (Events Chain)، شبیه سازی دستی برای سیستم‌های صف و سیستم‌های انبار
- مبانی شبیه سازی کامپیوتری: مفهوم زنجیره واقعه‌های آینده (Future Events List-FEL)، رویکردهای واقعه گرا (Event Scheduling) و فرآیندگرا (Process Interaction)، گردآوری آمار در طول فرآیند شبیه سازی، مازول‌های اساسی مورد نیاز برنامه‌های شبیه سازی، سایرترین های اصلی ورود به سیستم (Arrival) و خروج از سیستم (Departure)
- شبیه سازی احتمالی: تعریف متغیر تصادفی، تولید تأثیرات تصادفی در مدل توسط ابزار فیزیکی، تولید اعداد تصادفی توسط تکنیک‌های عددی، تفاوت اعداد تصادفی واقعی و اعداد شبه تصادفی (Pseudo Random Number)، الگوریتم‌های تولید اعداد شبه تصادفی با تاکید بر الگوریتم هم‌نهشتی خطی (Linear Congruential)، تولید متغیر تصادفی، تشریح تکنیک مونت‌کارلو در انتخاب تصادفی مقادیر متغیر های پیوسته و گسسته، آشنایی با انواع توزیع احتمال، تولید متغیر های تصادفی با توزیع‌های یکنواخت (Uniform)، طبیعی (Normal) و نمایی (Exponential)، ...
- تحلیل داده‌های ورودی و نتایج خروجی: گردآوری داده‌ها، بررسی آماری، رسم فراوانی نما، تعیین تابع چگالی احتمال، انواع توزیع احتمال و پارامترهای آن‌ها، تحلیل خروجی‌های شبیه سازی
- آشنایی با زبان‌ها و نرم افزار های شبیه سازی: مزایا و معایب زبان‌های برنامه نویسی عمومی، زبان‌های برنامه نویسی شبیه سازی و نرم افزار های شبیه سازی از قبیل Arena, SIMAN, GPSS, SLAM, GASP و ...

- آشنایی با زبان GPSS و ساختار آن برای برنامه نویسی و مدل سازی یک مسئله معدنی مانند حمل و نقل یا ... آشنایی با دستورات و بلوک های اساسی و پر کاربرد در GPSS مانند

SIMULATE, STORAGE, START, END, GENERATE, TERMINATE, ADVANCE, SEIZE, RELEASE, ENTER, LEAVE, QUEUE, DEPART, TRANSFER, TEST, ...

برای مدل کردن ورود و خروج entity ها، فعالیت های زمان بر در سیستم، در اختیار گرفتن و آزاد کردن resource ها، تشکیل صف و گردآوری اطلاعات آن، ایجاد اشعاب و تقسیم در مسیر حرکت entity ها، استفاده از resource ها به صورت موازی یا چند ظرفیتی، کنترل طول شبیه سازی با تعداد entity یا مدت زمان، آشنایی با "ویژگی های عددی استاندارد" (Standard Numerical Attributes – SNA) ...

اجرای یک پروژه شبیه سازی و حل یک مسئله معدنی با GPSS یا Arena

« دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می پذیرد.

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Banks, J and Carson, J S, 1996, Discrete-Event System Simulation, Prentice-Hall Inc.
2. Khoshnevis, B, 1994, Discrete Systems Simulation, McGraw-Hill.
3. Law, A M and Kelton, W D, 1982, Simulation Modeling and Analysis, McGraw-Hill.
4. Sturgul, J R, 2000, Mine Design Examples Using Simulation, SME-AIME, New York.
5. Suboleski, S C, Cameron, R E and Albert, E K, 1992, Systems Engineering, SME Mining Engineering Handbook (2nd Edition), vol. 1, H L Hartman (ed.), SME-AIME, New York, pp. 563-597.
6. Subramanian, K R V and Kadayam, S R, 1993, Systems Simulation, An Introduction to GPSS, CBS Publication and Distribution.
7. Systems Modeling, 1998, Simulation with ARENA, Systems Modeling.
8. Yingling, J C, 1992, Cycles and Systems, SME Mining Engineering Handbook, vol. 1, H L Hartman (ed.), SME-AIME, New York, pp. 783-805.

درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	مدیریت و کنترل پروژه
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم و مشخصات کاری پروژه شامل زمان، هزینه و پارامترهای کیفی و فنی اجرایی، مبانی و تکنیک‌های مدیریت و کنترل پروژه، برنامه‌ریزی، زمان بندی، سازماندهی و کنترل فعالیت‌ها (با تمرکز بر پروژه‌های معدنی).

#### سرفصل درس:

- اصول مدیریت و کنترل پروژه (تعریف و سازمان پروژه، دوره زمانی، وظایف مدیریت پروژه، ...)
  - معرفی روش‌های برنامه‌ریزی شبکه و ساختار شبکه (اطلاعات و روش‌های تهیه اطلاعات، ترسیم و تنظیم شبکه، قوانین رسم شبکه مسیر بحرانی، ...)
  - محاسبات زمانی (تاریخ وقوع رویدادها، شناوری زمان، مسیرهای شبکه، مسیر بحرانی-CPM، فعالیت‌های بحرانی، ... به هنگام نمودن شبکه‌ها ...)
  - موازنه زمان - هزینه (مدلهای بررسی زمان - هزینه، هزینه‌های پروژه، ضریب زاویه هزینه، تغییرات مجموع هزینه‌ها و زمان بهینه، روش‌های ابتکاری در موازنه زمان - هزینه، ...)
  - نمودارهای گانت و شبکه‌های دارای مقیاس زمان (نمودار گانت، تبدیل CPM به گانت)
  - تخصیص منابع
  - برآورد زمان
  - شبکه‌های دارای زمان احتمالی (PERT)، اصول و کاربرد آمار و احتمال در مدیریت پروژه، برنامه‌ریزی پروژه به وسیله PERT، اشاره به کاربرد شبیه سازی مونت کارلو...
  - شبکه‌های دارای فعالیت‌های احتمالی (GERT)
  - کنترل هزینه (نمودار کنترل جریان نقدینگی، شاخص‌های هزینه و پیشرفت)
  - آشنایی با نرم افزارهای مرتبط (Primavera, PERT/ TIME, MS Project, ...)
  - ارائه مطالعه موردی به کمک نرم افزار با تمرکز بر پروژه‌های معدنی
- \* دانشجوی موظف است در قالب میاحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجویان در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

- ۱- حاج شیر محمدی، علی، مدیریت و کنترل پروژه، جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان، ۱۳۶۷
- ۲- بانکی، محمد تقی، برنامه‌ریزی شبکه‌های
- ۳- نادری پور، محمود، برنامه‌ریزی و کنترل پروژه
- ۴- بخشایی شهر بابکی، محمدعلی، اصول دانش مدیریت پروژه، انتشارات آرون، ۱۳۸۰





درس پیش نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	تحلیل ریسک
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

آشنایی با فرآیند تحلیل ریسک و روش‌ها و ابزارهای مورد نیاز جهت تحلیل ریسک‌های عملیاتی و مالی در ارزیابی پروژه‌های معدنی.

سرفصل درس:

مقدمه‌ای بر ریسک و تحلیل ریسک

استاندارد مدیریت ریسک Risk Management Standard

فرآیند تحلیل ریسک

✓ برنامه ریزی ریسک Risk Planning

✓ ارزیابی ریسک Risk Assessment

✓ واکنش به ریسک Risk Treatment

روش‌های تحلیل ریسک

✓ تجزیه و تحلیل حالات خطا و اثرات آن FMEA

✓ تحلیل خطر و قابلیت عملیاتی HAZOP

✓ تحلیل اگر چه ساخت یافته SWIFT

✓ تحلیل درخت خطا Fault Tree Analysis

✓ تحلیل درخت رویداد Event Tree Analysis

✓ شبکه‌های بیز Bayesian Networks

ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها در شرایط عدم قطعیت

✓ تخمین‌های سه گانه در ارزیابی پروژه‌ها

✓ تحلیل حساسیت

✓ قاعده‌های تصمیم‌گیری برای ارزیابی پروژه‌ها

✓ درخت تصمیم

✓ ضریب تغییرات

✓ تحلیل همبستگی



✓ شبیه سازی جریان های نقدی  
 ارزش در معرض خطر (VaR) برای ریسک های مالی  
 ویژگی های قراردادهای اختیار  
 اختیارات واقعی و ارزش گذاری آنها  
 تحلیل شرایط بحرانی پروژه  
 ریسک ذخیره (متابع معدنی) بر تعیین عیار حد  
 تاثیر ریسک بر محاسبه ی حداقل نرخ جذب کننده

\* دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوطه و در موارد زیر صورت می پذیرد.

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

مراجع:

1. Aven, T. Risk Analysis: Assessing Uncertainties Beyond Values and Probabilities, John Wiley & Sons Ltd, 2008.
2. Aven, T. Foundations of Risk Analysis: A Knowledge and Decision-Oriented Perspective. John Wiley & Sons, Ltd. 2003.
3. Hull, J.C., Options, Futures, and other Derivatives, 8th Edition, Pearson Prentice Hall, Inc, 2012.
4. Mun, J. Real Options Analysis Course Business Cases and Software Applications, John Wiley and Sons, Inc., 2003.
5. Blank, L. and Tarquin, A. Engineering Economy, 7th edition, McGraw-Hill, 2011.
6. Mackenzi, B.W., The economics of mineral Exploration, Queen's University, 1994.
7. Stermole, F.J., Economic Evaluation and Invesement Decision Methods, Investment Evaluations Corporation , 1993.
8. Forries, T.F., Evaluating mineral projects , AIME , 1998.
9. IAEA, Guidebook on the development of projects for Uranium Mining and Ore processing.

درس پیش نیاز .....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	چالزنی و انفجار پیشرفته
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

تئوری های انفجار، انتشار امواج، خرد شدن، فشار انبساط، جا به جایی و پرتاب سنگ انتقال و توزیع انرژی حاصل از انفجار در سنگ و برآورد سهم فرایندهای مختلف شامل: ایجاد شکاف، خردشدگی، جا به جایی، یودر شدن، پرتاب و عقب زدگی (تغییر فرم) در سنگ و نیز لرزش زمین و لرزش هوا از انرژی ماده منفجره. طراحی الگوی انفجار، نقش عوامل مختلف در تعیین اجزای الگوی انفجار، مرور روابط نظری و تجربی و چگونگی انجام محاسبات و برآوردهای مربوط به چالزنی و انفجار در سنگ های با ویژگی های متفاوت و با مواد منفجره مختلف. خردایش سنگ در فرآیند انفجار و شیوه های ارزیابی و رسیدن به خردایش مطلوب.

انواع روش های آشنایی کنترل شده شامل:

الف - چالزنی خطی

ب - آتش کاری بالشتکی

ج - انفجار آرام

د - پیش شکافی

پدیده های نامطلوب در فرآیند انفجار شامل:

الف- لرزش زمین ناشی از انفجار، شیوه های برآورد و راه های پیشگیری

ب - انفجار (ارتعاش) هوا، شیوه های برآورد و راه های پیشگیری

ج - پرتاب سنگ، شیوه های برآورد و راه های پیشگیری



\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

### منابع:

1. Dowding, C., H., 1996, "Construction Vibration", Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ. USA, 604 pages.
2. Dowding, C.H., 1985, "Blast Vibration Monitoring and Control", Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ. USA, 297 pages.
3. Hustrulid, W., 1999, "Blasting Principles for Open Pit Mining", 2 volumes, A.A. Balkema, Rotterdam, 1013 p.
4. Jimno, C., L., Jimeno, E., L. and Carcedo, F., A., 1995, "Drilling and Blasting of Rocks", (Translated by De Ramiro, Y., V.), A.A. Balkema
5. Konya, C., J. and Walter, E., J., 1990, "Surface Blast Design", Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ. USA, 303 pages.
6. Olofsson, S., O., 1990, (2nd Edition), "Applied Explosives Technology for Construction and Mining", Applax, Sweden.
7. Persson, P., A., Holmberg, R., and Lee, J., 1994, "Rock Blast and Explosives Engineering", CRC Press, USA, 540 pages.
8. Sen, G., C., Sen, 1995, "Blasting Technology for Mining and Civil Engineers", UNSW Press, Australia.
9. SME, 1992, "Mining Engineering Handbook".
10. TamRock (Editor; Jukka Naapuri), 1988, "Surface Drilling and Blasting".

۱۱- استوار، رحمت‌الله، "آتشکاری در معادن"، جلد دوم، جهاد دانشگاهی دانشگاه امیر کبیر.

۱۲- شرکت تولید و فرآوری مواد معدنی ایران، "حفاری در معادن سطحی"، ۱۳۷۰.





درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۲	تحقیق در عملیات پیشرفته
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی پویا، عدد صحیح، مدل‌های احتمالی و برنامه‌ریزی غیر خطی در تصمیم‌گیری‌ها

#### سرفصل درس:

- مروری بر برنامه‌ریزی خطی (روش برداری، مدل‌سازی در برنامه‌ریزی خطی، روش سیمپلکس، سیمپلکس اصلاح‌شده، برنامه دوگان، تئوری بازی‌ها، تئوری حمل و نقل، تحلیل حساسیت ...)
- برنامه‌ریزی پویا (اصول و تعاریف، عناصر مدل، معادله برگشت، محاسبه برگشت به جلو و عقب، حل مسائل خطی به صورت پویا، حالات مختلف برنامه‌ریزی پویا)
- برنامه‌ریزی اعداد صحیح (تعریف و کاربرد برنامه‌ریزی اعداد صحیح؛ روش‌های حل مسائل برنامه‌ریزی خطی؛ روش ضمنی در برنامه‌ریزی صفر و یک، ...)
- مدل‌های احتمالی (مروری بر تئوری احتمالات، تئوری تصمیم‌گیری و بازی، تصمیم‌گیری در شرایط ریسک، تئوری بازی، روش‌های حل تئوری بازی، تئوری صف)
- برنامه‌ریزی غیرخطی (اصول کلاسیک بهینه‌سازی، مسایل بدون محدودیت، مسائل با محدودیت، برنامه‌ریزی کوادراتیک، برنامه ریزی مسائل جدا پذیر)
- آشنایی با برنامه‌های کامپیوتری (سیمپلکس، عدد صحیح، صفر و یک، تئوری صف، برنامه‌ریزی غیرخطی ...)
- ارائه مطالعه موردی یا تمرکز بر پروژه‌های معدنی

♦ دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوطه و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.



پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

## منابع:

۱. اصغرپور، جواد؛ تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات (۱ تا ۴)، انتشارات دانشگاه تهران
۲. اصغرپور، محمدجواد؛ کاربردهای برنامه‌ریزی خطی
۳. آریاتزاد، میربهادر قلی؛ برنامه‌ریزی خطی، دانشگاه علم و صنعت
۴. طه، حمدی؛ آشنایی با تحقیق در عملیات
۵. هیلیر و لیبرمن، "تحقیق در عملیات- برنامه‌ریزی ریاضی"، جلد اول و دوم، ترجمه: دکتر محمد یزدی و دکتر آصف وزیری، انتشارات، (۱۳۶۶)، تهران.
۶. برادلی، استیفن، هکس، آرنولد و مگننتی، تامس، "برنامه‌ریزی ریاضی"، ترجمه: هدایت ذکایی آشتیانی و حسین تقی‌زاده، موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، تهران، (۱۳۸۰).
۷. طه، حمدی، "آشنایی با تحقیق در عملیات"، جلد اول، ترجمه: محمد باقر بازرگان، مرکز نشر دانشگاهی، (۱۳۶۶)، تهران.
۸. بازارا، مختار، جارویس، جان و شرالی، حنیف، "برنامه‌ریزی خطی"، ترجمه دکتر اسماعیل خرم، نشر کتاب دانشگاهی، تهران، (۱۳۸۲).
۹. رائو، اس. اس. "بهبودسازی ریاضی"، ترجمه: شهیدی‌پور، سید محمد مهدی، جلد اول، انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد، (۱۳۷۳).
10. Wayne L. Winston , Operations Research - Applications and Algorithms (with CD-ROM and InfoTrac), Indiana University , 4th Edition , Duxbury Press, 2004
11. F. S. Hillier, Gerald J. Lieberman, Introduction to Operations Research, Seventh Edition, Mc Graw-Hill Inc., New York, (2001).



درس پیش نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	کاربرد روش‌های هوشمند (فازی، شبکه‌های عصبی، الگوریتم ژنتیک)
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

- روش‌های هوشمند: معرفی تاریخچه روش‌های هوشمند، انواع روش‌های هوشمند و قلمرو به کار گیری هر یک از این روش‌ها، آشنایی با روش‌های ریاضی محور (Rigorous) و روش‌های جستجو گر (Heuristic)
- شبکه‌های عصبی مصنوعی: معرفی، مدل‌های ترون‌ها، ساختار شبکه‌ها، اصول طراحی شبکه، آشنایی با شبکه‌های پرسپترون، هاپفیلد و همینگ، اصول آموزش شبکه، آشنایی با جعبه ابزار شبکه‌های عصبی در Matlab، ارائه چند نمونه از به کار گیری شبکه‌های عصبی مصنوعی در مهندسی استخراج معدن
- منطق فازی: معرفی مجموعه‌های فازی و تئوری امکان، توابع عضویت، عملیات منطقی در منطق فازی و قوانین منطق فازی، استقراء فازی، ساختن سیستم‌های فازی در Matlab، آشنایی با سیستم‌های نوروفازی (ANFIS)، ارائه چند نمونه از به کار گیری منطق فازی در مهندسی استخراج معدن
- الگوریتم ژنتیک: معرفی مبانی الگوریتم‌های تکاملی، بهینه سازی یا الگوریتم ژنتیک در Matlab، مقایسه با سایر روش‌های بهینه سازی ریاضی محور و جستجو گر، ارائه چند نمونه از به کار گیری الگوریتم ژنتیک در مهندسی استخراج معدن
- آشنایی با سایر روش‌های هوشمند از جمله ماشین بردار پشتیبان (support vector machine)، الگوریتم رقابت استعماری (Imperialist competitive algorithm) و ارائه کاربرد آن‌ها در مهندسی استخراج معدن

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.  
روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوطه و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

... پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
	آزمون نوشتاری		
	...		
	عملکردی		
...	...	...	...



منابع:

1. MT Hagan, HB Demuth, MH Beale, 1996, Neural network design.
2. Matlab Documentations





## کارشناسی ارشد مهندسی معدن، اکتشاف مواد معدنی

شاخه‌های تخصصی: اکتشاف مواد معدنی، ژئوفیزیک اکتشافی، ژئوشیمی اکتشافی و

### اکتشاف آب‌های زیرزمینی

#### مشخصات برنامه

##### ۱- تعریف و هدف

مهندسی اکتشاف مواد معدنی یکی از رشته‌های مهندسی معدن در مقطع کارشناسی ارشد بوده و دوره‌ایست آموزشی، پژوهشی مرکب از دروس نظری و کاربردی که به منظور افزایش کارایی کارشناسان معدن و ایجاد زمینه‌ی کافی برای درک و توسعه‌ی آنچه در مرزهای فن‌آوری در این زمینه می‌گذرد تدوین شده است.

هدف این دوره ارتقای علمی و تربیت افرادی است که دارای توانایی لازم جهت طراحی، مشاوره فنی، تحقیق، نظارت و اجرای انواع پروژه‌های اکتشافی با توجه به نیازهای کشور بوده و توان کافی برای حل مسائل مرتبط با این زمینه را داشته باشند.

##### ۲- نقش و توانایی

فارغ‌التحصیلان این دوره می‌توانند در پروژه‌های تحقیقاتی، اجرایی و تخصصی در زمینه‌ی طراحی و اجرای انواع پروژه‌های اکتشافی فعالیت کنند.

##### ۳- ضرورت و اهمیت

رشته‌ی کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف با توجه به کاربردهای وسیع آن، ضمن تأمین نیازهای جدی آموزشی و پژوهشی مرتبط، زمینه‌های اشتغال هر چه بیشتر فارغ‌التحصیلان این رشته و جذب نیروی انسانی را فراهم می‌سازد.

##### ۴- شرایط پذیرش دانشجو

الف، جنسیت: مرد و زن

ب، مواد و ضرایب آزمون ورودی: دروس آزمون و ضرایب آن‌ها در جدول شماره‌ی ۲ ارائه شده است.

##### ۵- طول دوره و شکل نظام

طول دوره ۲ سال و حداقل و حداکثر زمان مجاز برای اتمام این دوره مطابق آیین‌نامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد می‌باشد. این رشته دارای چهار شاخه تخصصی اکتشاف مواد معدنی، ژئوفیزیک اکتشافی، ژئوشیمی اکتشافی و اکتشاف آب‌های زیرزمینی می‌باشد. هر چهار گرایش دارای دروس الزامی مشترک بوده و هر گرایش دروس اختیاری خاص خود را خواهد داشت.



## جدول دروس

### ۱- تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد کل واحدهای لازم برای گذراندن این مجموعه ۲۲ واحد آموزشی، پژوهشی می‌باشد. واحدهای آموزشی شامل ۱۲ واحد الزامی و ۱۲ واحد اختیاری می‌باشد که با توجه به سوابق آموزشی دانشجوی و به وسیله اساتید راهنما تعیین می‌شود. تعداد واحدهای پژوهشی ۸ واحد بوده که ۲ واحد آن به شکل سمینار، شامل مطالعات نظری، مرور بر نشریات و تهیه پیشنهاد پژوهشی در ارتباط با موضوع پروژه می‌باشد و ۶ واحد آن به پایان نامه اختصاص دارد (جدول ۱).

جدول ۱، تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد واحد	
۱۲	دروس الزامی
۱۲	دروس اختیاری
۲	سمینار
۶	پایان نامه
۲۲	جمع



### ۲. مواد آزمون ورودی

مواد آزمون ورودی هر سال توسط شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم تعیین و توسط سازمان سنجش اعلام می‌شود.

### ۳. دروس جبرانی

دروس جبرانی رشته حداکثر ۶ واحد، مطابق جدول ۲ می‌باشد. این واحدها در احتساب واحدهای لازم برای گذراندن این دوره در نظر گرفته نمی‌شوند و بر اساس رشته‌ی تحصیلی پذیرفته‌شدگان و دروس گذرانده شده در دوره‌ی کارشناسی توسط گروه تخصصی مشخص می‌شوند.

جدول شماره ۲، دروس جبرانی برای پذیرفته‌شدگان رشته‌های مختلف - کارشناسی ارشد رشته‌ی اکتشاف مواد معدنی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	نوع درس	تعداد ساعت
۱	کانی شناسی توصیفی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
۲	آزمایشگاه کانی شناسی توصیفی	۱	۱	-	نظری	جبرانی	۱۶
۳	زمین شناسی ساختاری	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
۴	سنگ شناسی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
۵	آزمایشگاه سنگ شناسی	۱	۱	-	نظری	جبرانی	۱۶
۶	زمین شناسی اقتصادی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
۷	ژئوفیزیک اکتشافی ۱	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
۸	ژئوفیزیک اکتشافی ۲	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
۹	ژئوشیمی اکتشافی ۱	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
۱۰	ژئوشیمی اکتشافی ۲	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
۱۱	ارزیابی ذخایر معدنی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲

#### ۴. دروس الزامی

عناوین دروسی که کلیه دانشجویان موظف به گذراندن آن‌ها می‌باشند به شرح جدول ۳ است:

جدول شماره ۳، دروس الزامی - کارشناسی ارشد رشته‌ی اکتشاف مواد معدنی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	نوع درس	تعداد ساعت
۱	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۲	زمین‌آمار پیشرفته	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۳	مدل‌سازی ذخایر معدنی	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۴	دورسنجی و GIS پیشرفته در اکتشاف	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸



### ۵. دروس اختیاری:

دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی اکتشاف در ۴ مجموعه تخصصی تقسیم بندی شده است. هر دانشجو در هر گرایش حداقل ۱۳ واحد از بین دروس جدول ۴ بنا به تشخیص گروه تخصصی می‌گذراند. برخی از دروس اختیاری بین گرایش‌ها مشترک هستند.

جدول ۴. مجموعه دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی اکتشاف مواد معدنی (کارشناسی ارشد و دکتری)

تعداد واحد	نام درس	ردیف	گرایش
۲	ژئوفیزیک اکتشافی پیشرفته	۱	اکتشاف مواد معدنی
۲	ژئوشیمی اکتشافی پیشرفته	۲	
۲	اکتشاف مواد معدنی فلزی	۳	
۲	اکتشاف مواد معدنی غیر فلزی	۴	
۲	اکتشاف منابع ژئوترمال	۵	
۲	روش‌های ترسیمی در اکتشاف	۶	
۲	هیدروژئولوژی پیشرفته	۷	
۲	نمونه برداری اکتشافی	۸	
۳	بررسی‌های فنی و اقتصادی در معدن	۹	
۲	مدیریت و کنترل پروژه	۱۰	
۲	کاربرد روش‌های هوشمند (فازی، شبکه‌های عصبی، الگوریتم ژنتیک)	۱۱	
۲	مباحث ویژه	۱۲	
۲	اخلاق در مهندسی	۱۳	
۲	هیدروژئولوژی پیشرفته	۱	اکتشاف آب‌های زیرزمینی
۲	مدل سازی آب‌های زیرزمینی	۲	
۲	اکتشاف منابع آب‌های زیرزمینی	۳	
۲	مهندسی آب‌های زیرزمینی و زهکشی	۴	
۲	تغذیه مصنوعی و سدهای زیرزمینی	۵	
۲	هیدروژئولوژی سازندهای سخت	۶	
۲	ژئوشیمی زیست محیطی	۷	
۲	هیدروژئوفیزیک	۸	
۲	هیدروژئوشیمی	۹	
۲	هیدرومکانیک و مکانیزم گسترش آلودگی آب‌های زیرزمینی	۱۰	
۲	روش‌های رفع آلودگی از آب و خاک	۱۱	
۲	مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب	۱۲	
۲	سیستم‌های انتقال و ذخیره آب	۱۳	
۲	ردیابی آب‌های زیرزمینی	۱۴	
۲	ژئوتکنیک پیشرفته	۱۵	
۲	کاربرد روش‌های هوشمند (فازی، شبکه‌های عصبی، الگوریتم ژنتیک)	۱۶	
۲	مباحث ویژه	۱۷	
۲	اخلاقی در مهندسی	۱۸	



۲	۱	ژئوفیزیک اکتشافی پیشرفته	ژئوفیزیک اکتشافی
۲	۲	روش‌های لرزه نگاری اکتشافی	
۲	۳	روش‌های میدان پتانسیل	
۲	۴	روش‌های ژئوالکتریک	
۲	۵	روش‌های الکترومغناطیس	
۲	۶	فیلترها و پردازش سیگنال	
۲	۷	هیدروژئوفیزیک	
۲	۸	روش‌های ژئوفیزیک در اکتشاف نفت	
۲	۹	ژئوفیزیک زیست محیطی	
۲	۱۰	فیزیک سنگ	
۲	۱۱	چاه پیمایی پیشرفته	
۲	۱۲	مهندسی مخزن	
۲	۱۳	مهندسی زلزله	
۲	۱۴	ژئوتکنیک پیشرفته	
۲	۱۵	کاربرد روش‌های هوشمند (فازی، شبکه‌های عصبی، الگوریتم ژنتیک)	
۲	۱۶	مباحث ویژه	
۲	۱۷	اخلاق در مهندسی	
۲	۱	ژئوشیمی اکتشافی پیشرفته	ژئوشیمی اکتشافی و محیط زیست
۲	۲	ژئوشیمی محیط‌های اولیه	
۲	۳	ژئوشیمی محیط‌های ثانویه	
۲	۴	پردازش و مدل سازی داده‌های ژئوشیمیایی	
۲	۵	ژئوشیمی هیدروکربوری	
۲	۶	ژئوشیمی زیست محیطی	
۲	۷	اصول طراحی و بهینه سازی پروژه‌های ژئوشیمیایی	
۲	۸	نمونه برداری اکتشافی	
۲	۹	اکتشاف مواد معدنی فلزی	
۲	۱۰	مقاله‌زنی ایران	
۲	۱۱	مدل‌های کانساری و ژئوشیمیایی	
۲	۱۲	هیدروژئوشیمی	
۲	۱۳	شیمی ماگما و فرایندهای کانی سازی	
۲	۱۴	مطالعات ایزوتوپی و سیالات درگیر	
۲	۱۵	روش‌های رفع آلودگی از آب و خاک	
۲	۱۶	آلودگی‌های نفتی	
۲	۱۷	کاربرد روش‌های هوشمند (فازی، شبکه‌های عصبی، الگوریتم ژنتیک)	
۲	۱۸	مباحث ویژه	
۲	۱۹	اخلاق در مهندسی	



تبصره ۱- در صورت تایید استاد راهنما و گروه مربوط، دانشجو می‌تواند حداکثر یک درس خود را از سایر رشته‌های مهندسی معدن یا سایر رشته‌های مرتبط اخذ نماید.

تبصره ۲- چنانچه گروه تخصصی بخواهد هر یک از دروس اختیاری فاقد سرفصل در این برنامه را ارائه کند؛ لازم است سرفصل پیشنهادی خود را با توجه به استانداردهای این برنامه تهیه و پس از تأیید مراجع ذیصلاح دانشگاه برای تصویب به کمیته برنامه‌ریزی مهندسی معدن وزارت متبوع ارسال نماید. بدیهی است سرفصل پیشنهادی پس از تصویب در کمیته قابل اجرا خواهد بود.

تبصره ۳- سرفصل درس مباحث ویژه با توجه به نیاز رشته و موضوعات جدید در زمینه‌های مرتبط با رشته‌ی تحصیلی توسط استاد مربوطه تهیه و پس از تصویب در گروه آموزشی دانشگاه برای حداکثر دو دوره قابل اجرا خواهد بود. پس از آن گروه آموزشی می‌بایست سرفصل درس را برای تصویب به کمیته برنامه‌ریزی مهندسی معدن ارسال نماید تا عنوان درس و سرفصل آن به صورت درس اختیاری جدید در برنامه ثبت گردد.



سرفصل دروس الزامی  
رشته‌ی اکتشاف مواد معدنی



## ۶. سرفصل دروس الزامی

دروس پیش‌نیاز .....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	ریاضیات مهندسی پیشرفته
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	Advanced Engineering Mathematics
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

### اهداف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم ریاضی مورد نیاز در فعالیت‌های مهندسی اکتشاف

### سرفصل درس:

آنالیز تنسوری خطی: معرفی بردارها و تنسورهای رتبه دو و بالاتر، قوانین جمع و ضرب بردارها و تنسورها، معرفی بردارهای پایه و دستگاه‌های مختصات متعامد و غیر متعامد (ابلیک) و مؤلفه‌های کوواریانت و کنترآواریانت و مخلوط بردارها و تنسورها

آنالیز تنسوری غیرخطی: بیان جمبره‌ها (منیفولدها) و سیستم مختصات منحنی الخط، بیان بردارها و تنسورها در دستگاه‌های منحنی الخط، معرفی تنسورهای متریک، بیان مقادیر ویژه و بردارهای ویژه تنسورها، مشتق گیری از تنسورها بیان نشان‌ها (سیمبل) کریستوفل از نوع اول و دوم، ارائه مثال‌های مهندسی کاربرد از تنسورها مانند تنش کوشی کرنش‌های اویلری و لاگرانژی و تنسور نفوذ پذیری.

سری فوریه کاربرد و محاسبه سری‌های عددی به کمک سری فوریه - تساوی بسل - پاراسوال

انگزال فوریه - تعریف - قضایای مربوطه

حساب تغییرات، روش‌های تقریبی (عددی) حل معادلات دیفرانسیل

فرم دیفرانسیل خارجی

متمم معادلات مشتق جزئی: حل معادله ریمان مرتعش به روش فوریه و روش دالامبر

حل معادله انتقال حرارت در مختصات دکارتی

حل معادله  $\Delta U = 0$  مختصات دکارتی، مختصات استوانه‌ای و مختصات کروی

متمم جبر ماتریس‌ها قضیه‌ها میلتن - کیلی

حل دستگاه‌های معادله دیفرانسیل به روش ماتریسی - مسائل ویژه مقدار ماتریس

حل دستگاه‌های معادله دیفرانسیل با استفاده از قضیه هامیلتن - کیلی برای حالات مختلف

جبر بول - ماتریس بول و کاربرد آن

کاربرد آمار در اکتشاف معدن





روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Allen Jeffrey, "Advanced Engineering Mathematics" Second edition, Academic Press, INC2002
2. Erwin Kreyszig, "Advanced Engineering Mathematics" 9th edition, Wiley International Edition, 2006



درس پیش نیاز	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	زمین آمار پیشرفته
			۳	
نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Advanced Geostatistics

اهداف کلی درس:

آشنایی با روش‌های پیشرفته زمین آمار در تخمین پارامترهای توده معدنی

سرفصل درس:

مروری بر روش‌های کریجینگ ساده (Simple Kriging) و کریجینگ معمولی (Ordinary Kriging)

کریجینگ در حالت وجود روند کریجینگ عمومی (Universal Kriging)

فاکتوریال کریجینگ (Factorial Kriging)

کو کریجینگ (CoKriging)

روش‌های کریجینگ غیر خطی شامل:

لاگ نرمال کریجینگ (Lognormal Kriging)

کریجینگ چند گوسی (Multi-Gaussian Kriging)

کریجینگ رتبه ای (Rank Kriging)

کریجینگ شاخص (Indicator Kriging)

کریجینگ ناپیوسته (Disjunctive Kriging)

کریجینگ احتمال (Probability Kriging)

شبیه سازی زمین آماری (Geostatistical Simulation)

اصول شبیه سازی تصادفی

الگوریتم‌های مبتنی بر توزیع گوسی شامل روش شبیه سازی نوارهای دوار، روش شبیه سازی گوسی متوالی.

الگوریتم‌های مبتنی بر شاخص شامل شبیه سازی متغیرهای پیوسته و شبیه سازی متغیرهای رسته‌ای

شبیه سازی p-Field

الگوریتم‌های بولین

روش Simulated Annealing

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. P. Goovaerts, Geostatistics for natural resources evaluation. Oxford university press, New York, 1997.
2. A. Journel and C. J. Huijbregts. Mining Geostatistics. Academic Press, New York, 1978.
3. C. V. Deutsch and A. Journel. GSLIB, Geostatistical Software Library and User's Guid. Axford University Press, New York, 1998.
4. Christian Lantuejoul, 2010, " Geostatistical Simulation, Models and algorithms", Springer, 269 pp.



درس پیش‌نیاز	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	مدل سازی ذخایر معدنی
			۳	
.....	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	Ore Body Modelling
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

آشنایی با اصول و مبانی مدل‌سازی دوبعدی و سه بعدی ذخایر معدنی

سرفصل درس:

مروری بر مفهوم و ضرورت مدل‌سازی، تقسیم بندی مدل‌ها، مدل‌سازی کانسارها و مدل‌سازی ذخایر معدنی

مروری بر انواع مدل‌های کانسارهای فلزی و غیر فلزی از دیدگاه زمین‌شناسی اقتصادی

بررسی تفاوت انواع روش‌های مدل‌سازی ذخایر معدنی (روش‌های دستی، روش‌های کامپیوتری، مدل‌های دوبعدی و سه بعدی)



آشنایی با سیستم‌ها: تعریف، دسته بندی سیستم‌ها، ویژگی‌ها

آشنایی با مدل‌ها: تعریف، دسته بندی مدل‌ها، رابطه واقعیت-سیستم و مدل، مدل‌های کامپیوتری، نگاه سیستمی به کانسارها، متغیر کانسار-تابع مکانی، انواع مدل‌های زمین‌شناختی، عیاری و اقتصادی کانسار

سازماندهی پایگاه داده و مدیریت داده‌ها: انواع داده‌های مورد نیاز، انواع پایگاه داده، فایل‌های داده‌ها، داده‌های دیجیتالی نقشه‌ها، رقومی سازی نقشه‌ها، استفاده از دیجیتالایزر، نرم افزارهای دیجیتالایزر، واریسی و صحت سنجی داده‌ها

آماده سازی داده‌ها و یکپارچه سازی آن‌ها، دلایل و انواع یکپارچه سازی، داده‌های واقعی و داده‌های مجازی، رویکردهای پیوسته یا گسسته در یکپارچه سازی، فرآیند یکپارچه سازی

مبانی تکنیک‌های شبکه بندی دو بعدی و خانه بندی سه بعدی

مراحل اجرای مدل‌سازی، انواع فایل‌های مورد استفاده، نقاط داده، نقاط محاسبه، تنظیم و توجیه نقاط داده، ایجاد و توجیه شبکه، ابعاد و چگالی شبکه، انواع نشانی دهی نقاط مدل

مرور تحلیلی بر الگوریتم‌های تخمین تابع کانسار: الگوریتم چندضلعی بندی با نزدیک‌ترین همسایه، الگوریتم مثلث بندی یا درون یابی خطی، الگوریتم عکس فاصله، الگوریتم زمین آماری (کریجینگ)



بررسی و تحلیل پارامترهای تخمین: جستجوی داده‌ها، پنجره جستجو، فاصله و راستای جستجو، فاصله معادل، قوانین جستجو، جستجوی پویا، داده‌های تکراری، قطاع بندی، ناهمسانگردی، پارامترهای اختصاصی الگوریتم‌ها

محاسبه مدل، گزارش مدل، نمایش مدل، نمایش‌های جدولی، منحنی‌های تراز دوبعدی و روبه‌های سه بعدی

نرم افزارهای مدل‌سازی

• دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
...	...	آزمون نوشتاری	...
		...	
		عملکردی	
		...	

منابع:

1. حسنی یاک، علی اصغر، (۱۳۷۹)، مدل‌سازی کانسازهای فلزی و غیر فلزی و کاربرد اکتشافی آن، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۱۲ص.
2. عطایی پور، مجید، (۱۳۹۱)، مبانی مدل‌سازی دوبعدی ذخائر معدنی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۳۰۷ص.
3. Badiozamani, K. (1992), "Computer Methods", SME Mining Engineering Handbook (2nd edition),
4. Erickson Jr, A. T. (1992), "Geologic Interpretation, Modelling and Representation", SME Mining Engineering Handbook (2nd edition), H. Hartman (ed.), Chapter 5.5, SME-AIME, New York, pp. 333-343.
5. Noble, A. C. (1992), "Ore Reserve/Resource Estimation", SME Mining Engineering Handbook (2nd edition), H. Hartman (ed.), Chapter 5.6, SME-AIME, New York, pp. 344-359.
6. Journel, A. G. and Huijbregts, Ch. J. (1991), Mining Geostatistics, Academic Press, London, Fifth printing, pp. 361-367.
7. Hartman H, 1992, SME Mining Engineering Handbook, chapter 8.4:"Computers Methods" & section 5: mining Geology
8. Hustrulid W, and Kuchta M, "Open pit mine planning and design", 2<sup>nd</sup> Edition, Taylor & Francis Group, London, (2006), Vol. 1, 2, 971 pages
9. Kennedy (1990), Surface Mining, Ch.3: "Ore reserve estimation"
10. Golden software Inc. (2004), Help for 2D grinding Model
11. Datamine Documents (Online)
12. Gemcan Documents (Online)





درس پیش‌نیاز ....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد ۳	دورسنجی و GIS پیشرفته در اکتشاف
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/>				Advanced Remote Sensing And GIS in Mineral Exploration

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با تکنیک‌های جدید مختلف اخذ و پردازش تصاویر ماهواره‌ای و کاربردهای آن در مسائل اکتشافی، آشنایی با تکنیک‌های مختلف سامانه اطلاعات جغرافیایی در اکتشاف پتانسیل‌های معدنی و مکان یابی صنایع معدنی

#### سرفصل درس:

- دورسنجی: مروری بر میانی سنجش از دور چند طیفی، سنجش از دور حرارتی، سنجش از ابرطیفی و راداری، فرمت‌های مختلف تصاویر رقومی، تصاویر رقومی در محدوده‌های مرئی، مادون قرمز، مادون قرمز حرارتی و راداری، ابرطیفی و تفسیر آن‌ها، تبدیل‌های رنگ، آنالیز مؤلفه‌های اصلی، بارز سازی تصاویر، بارز سازی ساختارهای خطی با استفاده از روش‌های فیلتر تصویر، طبقه بندی تصاویر بر اساس ویژگی‌های طیفی، ارزیابی طبقه بندی و استخراج اطلاعات (شامل روش‌های مختلف Classification و Post-Classification)، روش‌های پردازش تصویر در استخراج کانی‌ها از تصاویر ماهواره‌ای (SAM, MTMF, MF, PPI, MNF)، استخراج شاخص‌های کاربردی، روش‌های استخراج ارتفاع از تصاویر ماهواره‌ای، تفسیر و کاربرد تصاویر چند طیفی، سنجش از دور حرارتی، سنجش از ابرطیفی و راداری در مسائل مختلف اکتشافی
- GIS: مروری بر سامانه اطلاعات جغرافیایی، سیستم‌های مدیریت پایگاه داده‌ها، داده‌های برداری و رستری و روش‌های تبدیل آن‌ها به یکدیگر، آشنایی با نرم افزارهای سامانه رستری، طبقه بندی در داده‌های رستری، آنالیز آماری داده‌ها، درون یابی با استفاده از روش‌های اسپلین، عکس فاصله و کریجینگ، روش‌های تولید مدل ارتفاعی - رقومی، مراحل فرآیند مکان یابی و مدل سازی پتانسیل‌های معدنی دانش محور و داده محور با استفاده از GIS شامل: شناخت، تعیین پارامترهای مورد نیاز، بررسی ویژگی‌های محدوده مطالعاتی، تعیین وزن‌های معیارها (استفاده از دانش کارشناسی، استفاده از دانش داده‌ای)، آماده سازی و تهیه نقشه‌های فاکتور از داده‌ها، تلفیق فاکتورها)، آشنایی با تصمیم گیری چند معیاره، مدل‌های تلفیق پارامترهای موثر در مکان یابی (مدل انطباق بولین، مدل هم پوشانی شاخص، مدل فازی، مدل AHP)، تلفیق داده‌های اکتشافی با استفاده از روش‌های فازی، AHP و روش وزن دهی شاهد
- عملی: عملیات پردازش تصاویر چند طیفی، سنجش از دور حرارتی، سنجش از ابرطیفی و راداری با استفاده از نرم افزارهای مناسب، آشنایی با نرم افزار ArcGIS، انجام تصحیحات هندسی بر روی داده‌های رستری، ورود داده‌های جدولی به GIS، رقومی سازی (تهیه نقشه‌های برداری)، تبدیل داده‌های برداری به رستری و بالعکس، طبقه بندی داده‌های رستری، روش‌های وزن دهی، تلفیق داده‌های رستری با استفاده از انطباق بولین، هم پوشانی شاخص، فازی، وزن دهی شاهد و AHP

• دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Varshney, P. K., Arora, M. K., 2004, "Advanced Image Processing Techniques for Remotely Sensed Hyper-spectral Data", Springer Press. 232p.
2. Thomas Lillesand, Ralph W. Kiefer, Jonathan Chipman, 2008, " Remote Sensing and Image Interpretation ", John Wiley and Sons.
3. Harold, M, 2007, " Remote Sensing with Polarimetric Radar", Jhon Wiely and Sons.
4. McCloy, K., 2006, Resource Management Information Systems: Remote Sensing, GIS and modeling, Taylor and Francis, New York, 576p.
5. Sullivan, D., Unwin, D., 2003, Geographic Information Analysis, Jhon Wiley and Sons, New Jersey, 436p.
6. Lo, C. P., Yeung, K. W., 2002, Concepts and Techniques of Geographic Information System, Prantice Hall Inc., New Jersey, 492p.



سرفصل دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی  
اکتشاف مواد معدنی (کارشناسی ارشد و دکتری)





۷. سرفصل دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی اکتشاف مواد معدنی (کارشناسی ارشد و دکتری)

درس پیش‌نیاز ...	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	ژئوفیزیک اکتشافی پیشرفته
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■ سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با مباحث روش‌های اکتشاف ژئوفیزیکی متداول و پیشرفته در اکتشاف مواد معدنی و نیز آشنایی با روش‌های پردازش و تعبیر و تفسیر پیشرفته داده‌ها و کاربرد روش‌ها در اکتشاف مواد معدنی فلزی و غیرفلزی

#### سرفصل درس:

- روش‌های میدان پتانسیل (گرانی سنجی و مغناطیس سنجی) در اکتشاف مواد معدنی فلزی و غیرفلزی، پردازش و تعبیر و تفسیر داده‌ها، روش‌های تعیین مرز آنومالی‌ها، روش‌های تخمین عمق آنومالی‌ها، مدل‌سازی داده‌ها، کاربردهای روش‌های میدان پتانسیل در حل مسائل اکتشافی، قابلیت‌ها و محدودیت‌های این روش‌ها، طراحی پروژه‌های روش‌های میدان پتانسیل.
- روش‌های الکتریکی (مقاومت ویژه، پلاریزاسیون القایی، پتانسیل خودزا، الکترومغناطیس، تلوریک و مگنتوتلوریک و ... در اکتشاف مواد معدنی فلزی و غیرفلزی، پردازش و مدل‌سازی داده‌ها و کاربرد در روش‌ها در حل مسائل اکتشافی با ارائه نمونه‌های کاربردی، طراحی پروژه‌های ژئوالکتریکی.

✦ دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Richard J. Blakely, Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications, 1995, Cambridge University press.
2. William J. Hinze, Ralph R. B. von Frese and Afif H. Saad Gravity and Magnetic Exploration, Principles, Practices, and Applications, 2013, Cambridge University press.
3. Michael Dentith and Stephen T. Mudge, Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist, 2014, Cambridge University press.
4. W. M. Telford, L. P. Geldart and R. E. Sheriff, Applied Geophysics, 1990, Cambridge University press.
5. نوروزی، غ. ژئوفیزیک اکتشافی، ۱۳۸۸، انتشارات دانشگاه تهران.
6. نوروزی، غ. روش‌های الکتریکی در ژئوفیزیک اکتشافی، ۱۳۹۱، انتشارات دانشگاه تهران.
7. انصاری، ع، مجتهدزاده، س. ح. و علمدار، ک. روش‌های گرانی و مغناطیس در ژئوفیزیک اکتشافی، ۱۳۹۲، انتشارات دانشگاه یزد.



درس پیش‌نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	ژئوشیمی اکتشافی پیشرفته
			۲	
...	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با مباحث روش‌های اکتشاف ژئوشیمیایی نوین با تاکید بر مسائل تعبیر و تفسیر داده‌ها و کاربردها در اکتشاف مواد معدنی فلزی و غیرفلزی

#### سرفصل درس:

- مروری بر مفاهیم و مبانی ژئوشیمی اکتشافی، محیط‌های نمونه‌گیری، روش‌های نمونه‌گیری، روش‌های تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی
- تجزیه و تحلیل آماری (کلاسیک، چند متغیره، زمین آماری) داده‌های ژئوشیمیایی، روش‌های جداسازی زمینه و آنومالی‌های ژئوشیمیایی (روش‌های کلاسیک و روش‌های نوین)، روش‌های تخمین، استخراج ویژگی از داده‌ها و اهمیت استفاده از روش‌های بازساخت الگو در تحلیل داده‌های ژئوشیمیایی، روش‌های طبقه‌بندی و روش‌های خوشه‌بندی در تحلیل داده‌های ژئوشیمیایی
- کاربرد روش‌های ژئوشیمیایی در حل مسائل اکتشافی
- طراحی پروژه‌های ژئوشیمی اکتشافی (روش‌های ارزیابی احتمال کشف کانسارها و هاله‌ها، مخارج اکتشافی، تئوری بهینه‌سازی، رابطه بهینه‌سازی و استراتژی، بهینه‌سازی و تیپ کانسارها، انتخاب بهینه نقاط حفاری).

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه یک پروژه مستقل ارائه نماید.



#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوطه و در موارد زیر صورت می‌گیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

۱. حسنی پاک، ع. ا. اصول اکتشافات ژئوشیمیایی (مواد معدنی)، چاپ هشتم، ۱۳۹۱، انتشارات دانشگاه تهران.
۲. حسنی پاک، ع. ا. ژئوشیمی اکتشافی، محیط‌های سنگی، ۱۳۸۲، انتشارات دانشگاه تهران.
۳. حسنی پاک، ع. ا. طراحی پروژه‌های اکتشافی، ۱۳۸۵، انتشارات دانشگاه تهران.
۴. حسنی پاک، ع. ا. و شرف الدین، م. تحلیل داده‌های اکتشافی، ۱۳۹۰، انتشارات دانشگاه تهران.





درس پیش‌نیاز ...	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۲	اکتشاف مواد معدنی فلزی
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■ <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سفر علمی				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با کانسارهای فلزی و کاربرد تکنیک‌های مختلف در اکتشاف آن‌ها

#### سرفصل درس:

- مروری بر کانسارهای فلزی، شکل کانسارهای فلزی و وزن آن‌ها
- مروری کلی بر کارایی روش‌های دورسنجی، ژئوفیزیک اکتشافی، ژئوشیمی اکتشافی، حفريات اکتشافی (گمانه، ترانسه، چال و چاهک)، نمونه‌گیری، تجزیه شیمیایی، مدل‌سازی ذخایر و GIS در اکتشاف مواد معدنی فلزی.
- طبقه‌بندی کانسارهای فلزی و شرح هر یک از کانسارهای فلزی و ارائه و تحلیل روش‌های اکتشافی معمول در مورد هر یک از فلزات به شرح زیر:
- فلزات آهنی: شامل کانسارهای آهن، منگنز، کرم، تیتانیوم، وانادیوم و ... (شرح انواع کانسارهای مشخص هر یک از فلزات)
- فلزات غیر آهنی: شامل کانسارهای فلزات آلومینیم، نیوبوم، مس، سرب و روی، نیکل، کبالت، مولیبدن، قلع، تنگستن، آنتیموان، جیوه، مواد رادیواکتیو و ... (شرح انواع کانسارهای مشخص هر یک از فلزات غیر آهنی)
- فلزات قیمتی: شامل کانسارهای طلا، نقره، عناصر گروه پلاتین.
- فلزات کمیاب سبک: مانند لیتیم و بریلیم، منابع و کانسارهای این فلزات.
- فلزات کمیاب سنگین: مانند نیوبوم و تانتالیم، عناصر نادر خاکی، منابع و کانسارهای این فلزات.



دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید

#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Michael Dentith and Stephen T. Mudge, Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist, 2014, Cambridge University press.
2. Charles Moon (Editor), Michael Whateley (Editor), Anthony M. Evans (Editor), Introduction to Mineral Exploration, 2nd Edition, 2006, Wiley-Blackwell.
۳. قربانی، م. زمین شناسی اقتصادی (ذخایر معدنی و طبیعی ایران)، ۱۳۸۷، انتشارات آرین زمین.
۴. قربانی، م. زمین شناسی اقتصادی (کانسارها و نشانه‌های معدنی ایران)، ۱۳۸۷، انتشارات آرین زمین.
۵. شهاب پور، ج. زمین شناسی اقتصادی، ۱۳۸۷، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
۶. حسنی پاک، ع. ا. و شجاعت، ب. مدل سازی کانسارهای فلزی و غیرفلزی و کاربرد اکتشافی آن، ۱۳۷۹، انتشارات دانشگاه تهران.



درس پیش‌نیاز ...	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۲	اکتشاف مواد معدنی غیرفلزی
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■ <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با کانسارهای مواد معدنی غیرفلزی و کاربرد تکنیک‌های مختلف در اکتشاف آن‌ها

#### سرفصل درس:

- مروری بر کانسارهای غیرفلزی، شکل کانسارهای غیرفلزی و ژنز آن‌ها
- مروری کلی بر کارایی روش‌های دورسنجی، ژئوفیزیک اکتشافی، ژئوشیمی اکتشافی، حفاریات اکتشافی (گمانه، ترانسه، چال و چاهک)، نمونه‌گیری، کانی‌شناسی، تجزیه شیمیایی، مدل‌سازی ذخایر و GIS در اکتشاف مواد معدنی غیرفلزی.
- طبقه‌بندی کانسارهای غیرفلزی و شرح هر یک از کانسارهای غیرفلزی و ارائه و تحلیل روش‌های اکتشافی معمول در مورد هر یک از کانسارهای غیرفلزی زیر:

#### الف- سنگ‌ها و خاک‌ها:

۱- شن و ماسه، خاک رس و مواد راه‌سازی، مواد اولیه آجر، رس‌های مصرفی در صنایع سرامیک، نسوزهای یوکسیتی، سیلیمانیتی، دیستن، کرومیت و مگنزیتی، دولومیتی.

۲- ماسه‌های صنعتی، مواد خام صنایع سیمان، کانسارهای گچ و انبدرید، سنگ‌های نما و تزئینی.

#### ب- کانی‌های صنعتی:

۱- سنگ‌های قیمتی و جواهرات

۲- کانسارهای فلدسپات

۳- کانسارهای قسفات

۴- کانسارهای ورمیکولیت و زئولیت

#### ج- کانسارهای نمک

د- کانسارهای زغال سنگ و سنگ‌های بیتومن دار زغال سنگ، شرایط تشکیل، پتروگرافی.

• دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

### منابع:

1. Michael Dentith and Stephen T. Mudge, Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist, 2014, Cambridge University press.
2. Charles Moon (Editor), Michael Whateley (Editor), Anthony M. Evans (Editor), Introduction to Mineral Exploration, 2nd Edition, 2006, Wiley-Blackwell.
۳. قربانی، م. زمین‌شناسی اقتصادی (ذخایر معدنی و طبیعی ایران)، ۱۳۸۷، انتشارات آراین زمین.
۴. قربانی، م. زمین‌شناسی اقتصادی (کانسارها و نشانه‌های معدنی ایران)، ۱۳۸۷، انتشارات آراین زمین.
۵. شهاب پور، ج. زمین‌شناسی اقتصادی، ۱۳۸۷، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
۶. حسنی پاک، ع. ا. و شجاعت، پ. مدل‌سازی کانسارهای فلزی و غیرفلزی و کاربرد اکتشافی آن، ۱۳۷۹، انتشارات دانشگاه تهران.





درس پیش‌نیاز ...	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	روش‌های ترسیمی در اکتشاف
			۲ (۱ واحد نظری، ۱ واحد عملی)	
نظری - عملی	نوع واحد	تعداد ساعت		
		۶۴		
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> دارد				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input checked="" type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با کاربرد روش‌های ترسیمی در حل مسائل اکتشافی (ادامه و تکمیل درس کارتوگرافی دوره کارشناسی)

#### سرفصل درس:

- حل مسائل اکتشافی و زمین‌شناسی به کمک سه نقطه
- منحنی‌های تراز ساختاری
- ساختارهای چین خورده
- گسل‌ها و ناپیوستگی‌ها
- بلوک دیاگرام
- تصاویر استریوگرافیک: مرور مبانی، کاربرد آن‌ها، حل مسائلی مانند درزه‌ها، تعیین شیب و امتداد لایه‌ها و ...
- لازم است این درس به صورت کارگاه آموزشی (۴ ساعت در هفته) اجرا شود و ضمن ارائه موارد نظری، مسائل عملی و کاربردی در کلاس تمرین شود.

✳️ دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوطه و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع: منابع مناسب برای این درس با نظر استاد مربوطه انتخاب خواهد شد.

درس پیش‌نیاز ...	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	نمونه برداری اکتشافی
			۲	
نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با روش‌های نمونه برداری در پروژه‌های اکتشافی

#### سرفصل درس:

- مروری بر مفاهیم اولیه، انواع روش‌های نمونه برداری، دقت و صحت در نمونه برداری، روش‌های محاسبه تعداد و وزن نمونه، محاسبه خطای نمونه برداری، نمونه برداری دستی، نمونه برداری اتوماتیک، مراحل آماده سازی نمونه، کاربرد مفاهیم آمار در نمونه برداری، کاربرد مفاهیم احتمالات در نمونه برداری، مباحث اقتصادی در نمونه برداری، ویژگی‌های نمونه برداری در انواع کانسارهای مختلف فلزی و غیر فلزی، نمونه برداری ژئوشیمیایی در محیط‌های مختلف سنگ، خاک، رسوبات آبراه‌های، کانی‌های سنگین، محیط‌های بیولوژیک، هوا و آب، نمونه برداری هیدروشیمی در هیدروژئولوژی، مباحث جدید در نمونه برداری اکتشافی.
- توصیه می‌شود تعدادی از موارد بالا در آزمایشگاه و یا در سرزمین به صورت عملی اجرا شود.

\* دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.



ارزیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
...	...	آزمون نوشتاری	...
		...	
		عملکردی	
		...	

منابع:

۱. حسنی پاک، ع. ا. نمونه برداری معدنی (اکتشافی، استخراجی و فرآوری)، ۱۳۸۰، انتشارات دانشگاه تهران.
۲. حسنی پاک، ع. ا. و خالصی، م. مدیریت خطا و ریسک در اکتشاف، ۱۳۸۲، انتشارات دانشگاه تهران.



درس پیش‌نیاز ...	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	فیزیک سنگ
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با مباحث فیزیک سنگ در پروژه‌های اکتشافی آب، نفت و منابع ژئوترمال

#### سرفصل درس:

- مروری بر انواع سنگ‌ها و خواص آن‌ها
- ویژگی‌های محیط متخلخل
- ویژگی‌های محیط ناهمگن در مقیاس میکروسکوپی و ماکروسکوپی، اندازه‌گیری خواص سنگ در مقیاس ماکرو (effective medium)، جایجایی سیالات
- ویژگی‌های مکانیکی سنگ‌ها در محیط بدون سیال (رفتار الاستیسیته و پلاستیسیته سنگ‌های متخلخل و درز و شکافی)
- گردش سیال در محیط متخلخل: تراوایی، قانون دارسی، مدل‌های تراوایی
- ویژگی‌های مکانیکی سنگ‌های اشباع (رفتار الاستیسیته و پلاستیسیته سنگ‌های متخلخل و درز و شکافی)
- ویژگی‌های صوتی (سرعت امواج الاستیک) سنگ‌ها، تضعیف امواج صوتی، انیزوتروپی، سرعت
- رسانندگی الکتریکی: قوانین و فرآیندهای فیزیکی، رسانندگی سنگ و مدل‌های رسانایی
- خواص دی‌الکتریک: پلاریزاسیون در الکتریک، امواج الکترومغناطیس، خواص دی‌الکتریکی سنگ‌ها
- رسانندگی حرارتی: قوانین و فرآیندهای انتقال حرارت، رسانندگی حرارتی کانی‌ها و سنگ‌ها
- ویژگی‌های مغناطیسی کانی‌ها و سنگ‌ها
- کاربرد مباحث فیزیک سنگ در پروژه‌های اکتشافی آب، نفت و منابع ژئوترمال و ...

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.





### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

### منابع:

1. Yves Guéguen and Victor Palciauskas, 1994, Introduction to the Physics of Rocks, Princeton University Press.
2. Djebbar Tiab and Erle C. Donaldson, Petrophysics: Theory and Practice of Measuring Reservoir Rock and Fluid Transport Properties, 2011, Gulf Professional Publishing.



درس پیش‌نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	چاه پیمایی پیشرفته
			۲	
...	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با مباحث پیشرفته نمودار گیری در پروژه‌های اکتشاف نفت

#### سرفصل درس:

- مروری بر مبانی نمودار گیری
- آنالیز نمودار چاه توسط روش نگاه سریع (quick look) در مخازن ماسه سنگی و کربناته.
- اصول و کاربردهایی از آنالیز حجمی سنگ شناسی و سیالات
- مغزه ها، داده‌های مغزه و عملیات مغزه گیری
- آنالیز شیلی - ماسه‌ای
- تخمین تمرکز حجمی از نمودارهای چاه
- تخمین تراوایی از نمودارهای چاه
- دسته بندی سنگ‌ها بر اساس ذخیره و خصوصیات جریان، تعریف واحدهای جریانی
- مطالعات روزنه - مقیاس خصوصیات الکتریکی و جریان غیر قابل ترکیب
- نمودار گیری تشدید مغناطیس هسته (NMR)
- اصول و کاربردهای نمودارهای تصویری و تصویر سازی چاه
- اصول و کاربردهای نمودارهای هنگام حفاری
- تفسیر پیشرفته نمودارهای مقاومت ویژه
- اصول و کاربردهای تست مدرن سازند
- مدل های فیزیکی سنگی و جایگشتی سیال بر اساس چگالی کل و نمودارهای صوتی امواج P و S
- رابطه بین داده‌های لرزه ای سه بعدی و نمودارهای چاه
- اصول روند فشردگی، زون بندی پتروفیزیکی، مارکرهای سازند و چینه شناسی سکansı
- اصول تطابق چینه شناسی سنگی و تاریخی بین چاهی، مثال‌هایی از موازنه سازی نمودارها
- ساخت مدل های پتروفیزیکی از نوع سلولی مناسب برای آشکار سازی مخزن
- مثال‌هایی از تعیین خصوصیات مخزن و تخمین تولید

© دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



## روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Schlumberger Reference Books (www.slb.com).
2. Shahnawaz Mustafa, Basic well log interpretation, 2012, Focus energy Ltd.
3. Darwin V. Ellis and Julian M. Singer, Well Logging for Earth Scientists, 2007, Springer.



درس پیش‌نیاز ...	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۲	ژئوفیزیک زیست محیطی
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با کاربرد روش‌های مختلف ژئوفیزیک در پروژه‌های محیط زیست

#### سرفصل درس:

- مفاهیم اصلی، اهمیت کاربرد روش‌های ژئوفیزیک در مطالعات زیست محیطی
- بیان جنبه‌هایی از مطالعات زیست محیطی که توسط روش‌های ژئوفیزیک قابل بررسی است
- مروری بر مبانی ژئوفیزیک
- روش‌های الکتریکی (روش مقاومت ویژه الکتریکی و انواع تکنیک‌های برداشت در این روش موثر در مطالعات زیست محیطی، روش پتانسیل خودزا و کارایی‌های آن در بررسی محیط زیستی، روش پلاریزاسیون القایی، روش‌های الکترومغناطیس)
- روش‌های لرزه ای انکساری و انعکاسی و درون چاهی و کارایی‌ها و محدودیت‌های آن‌ها در بررسی‌های زیست محیطی
- روش‌های میدان پتانسیل (گرانی و مغناطیس) و کاربرد هر یک از روش‌های آن در مطالعات زیست محیطی
- روش رادار زمینی (GPR) و کاربردهای آن
- سایر روش‌های نوین ژئوفیزیک کاربردی در مطالعات زیست محیطی
- ارائه مثال‌هایی از کاربرد هر یک از روش‌های فوق در حل مسائل زیست محیطی در ایران و جهان

• دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		





منابع:

1. W. M. Telford, L. P. Geldart and R. E. Sheriff, Applied Geophysics, 1990, Cambridge University press.
2. Alan E. Mussett and M. Aftab Khan, Looking into the Earth, An Introduction to Geological Geophysics, 2000, Cambridge University press.
3. Prem V. Sharma, Environmental and Engineering Geophysics, 1997, Cambridge University press.
4. Mark E. Everett, Near-Surface Applied Geophysics, 2013, Cambridge University press.



درس پیش‌نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	ژئوشیمی هیدروکربوری
			۲	
...	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با کاربرد روش‌های ژئوشیمی در اکتشاف نفت

#### سرفصل درس:

- مروری بر منشا نفت و گاز، تعاریف و اصول ژئوشیمی، کاربرد ژئوشیمی در اکتشاف مخازن هیدروکربوری.
- تمرکز و انباشتگی مواد آلی در طبیعت.
- مراحل و روند تغییرات مواد آلی در طبیعت، اثرات فشار و حرارت، دیازنز، کاتازنز، متامرفیسم، نفت زدایی.
- کروژن، تعریف، انواع، اصول بررسی کروژن و کاربرد آن (روش‌های شیمیایی و فیزیکی)
- انواع ترکیبات هیدروکربوری، مراحل تشکیل هیدروکربور، بلوغ هیدروکربور، نفت‌های سبک، نفت‌های بسیار سنگین، قیر، آسفالت و بیتومن، انواع هیدروکربورهای نفت خام
- سنگ منشا و ویژگی‌های آن، تشخیص سنگ منشا، مراحل بلوغ سنگ مادر، استفاده از ژئوشیمی در تعیین افق‌های مساعد تجمع هیدروکربوری، نمودارهای ژئوشیمیایی، تهیه نقشه‌های ژئوشیمیایی.

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد:

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

#### منابع:

1. M. L. Bordenave, Applied Petroleum Geochemistry, 1990, Editions Technip
2. HUC Alain-Yves, Geochemistry of Fossil Fuels From Conventional to Unconventional Hydrocarbon Systems, 2013, Editions Technip.

درس پیش نیاز ...	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	ژئوشیمی زیست محیطی
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

ارائه اصول ژئوشیمیایی در مسائل زیست محیطی

سرفصل درس:

- مفاهیم و کلیات ژئوشیمی زیست محیطی
- ورود آلاینده‌ها به محیط زیست ( مشخصات منابع تولید آلودگی، وضعیت مکانی تولید آلاینده، وضعیت زمانی تولید آلاینده، انواع آلاینده‌ها).
- نمونه برداری در آنالیز نمونه‌ها در مطالعات زیست محیطی
- تولید و انتقال ژئوشیمیایی عناصر کمیاب در باطله‌های سولفیدی، زغال سنگ (مطالعه عناصر اصلی و کمیاب، منشا تولید عناصر، رفتار ژئوشیمیایی عناصر، همبستگی بین عناصر، غنی شدگی عناصر، ارتباط بین pH و عناصر).
- انتقال و تحول آلاینده‌های هیدروکربنی در سیستم آب‌خانه ای ( بررسی فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی موثر در انتقال آلاینده‌های هیدروکربنی).
- مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب‌های معدنی (pH و Eh، دما، طبقه بندی آب‌های معدنی، خاصیت اسیدی، خاصیت قلیایی، سختی، تشکیل کمپلکس، تشکیل رسوب و حلالیت عناصر).
- فرآیندهای ژئوشیمیایی موثر در تحول و انتقال آلاینده‌های محلول در آب.
- تجزیه بیولوژیکی (کلیات و تعریف واکنش‌های تجزیه بیولوژیکی با فرآیندهای انتقال بیولوژیکی، مثال‌هایی از واکنش‌های انتقال بیولوژیکی، فعالیت‌های بیولوژیکی در محیط‌های زهاب اسیدی معدن).
- اثرات زیست محیطی عناصر مختلف و روش‌های کنترل و اصلاح آن
- تأثیر فرآیندهای مختلف معدن کاری بر محیط زیست.

♦ دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



## روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Nelson Eby, Principles of Environmental Geochemistry, 2003, Cengage Learning.
2. Baskaran, Mark (Ed.), Handbook of Environmental Isotope Geochemistry, 2012, Springer.
3. دولتی ارده جانی، ف.، شفایی تنکابنی، س.، ض.، میرحبیبی، ع. و بدیعی، خ.، بیوتکنولوژی، ژئوشیمی زیست محیطی و مدیریت پساب‌ها؛ جلد اول - پساب‌های معدنی، پژوهشکده صنایع رنگ ایران، ۱۳۸۴، چاپ دانشگاه صنعتی شاهرود.





درس پیش‌نیاز ...	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۲	هیدروژئولوژی پیشرفته
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■ سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم و مباحث هیدروژئولوژی کاربردی و کاربرد آن‌ها در اکتشاف منابع آب زیرزمینی و بررسی تأثیر آب در پروژه‌های معدنی و عمرانی

#### سرفصل درس:

- انواع آبخوان‌ها از نظر زمین شناسی، انواع آبخوان‌ها از نظر هیدرولیکی، انواع آبرفت‌ها (منشاء و نحوه‌ی پیدایش)، گستره‌های آبرفتی در ایران، دانه‌بندی و تخلخل در آبرفت‌ها، تخلخل مفید و غیرمفید در آبرفت‌ها، حرکت آب در محیط‌های متخلخل، سازنده‌های سخت‌آبدار، کارستها و نحوه‌ی پیدایش آن‌ها، انواع و اشکال مختلف کارست، نقش کارستها در هیدروژئولوژی و هیدرولوژی حوضه‌های آبریز، هیدرولوژی کارست و چشمه‌های کارستی، سازنده‌های سخت‌آبدار در ایران، گسترش کارستها در ایران، آبخوان‌های مناطق کویری ایران، آبخوان‌های مناطق کوهستانی ایران.
- قوانین حاکم بر جریان آب در محیط‌های متخلخل، هیدرولیک پیشرفته چاه‌های آب (حالات پایدار و ناپایدار سفره‌های محصور و آزاد، چاه‌های با نفوذ کامل و یا با نفوذ جزئی در سفره) شبکه‌های جریان، تداخل آب‌های شور و شیرین، استانداردهای آب شرب و آب مصرفی در صنعت، هیدرولوژی کارست و چشمه‌های کارستیک ردیابی آب‌های زیرزمینی، هیدرولیک محیط‌های سنگی درزه دار، هیدرولیک چاه‌های آب در سازندهای سخت.
- مدل‌های آب‌های زیرزمینی.

• دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.  
روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوطه و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		



منابع:

1. C. W. Fetter, Applied Hydrogeology(4<sup>th</sup> edition), 2001, Prentice Hall.
2. Neven Kresic, Hydrogeology and Groundwater Modeling, Second Edition, 2006, CRC Press.
3. Mary P. Anderson and William W. Woessner, Applied Groundwater Modeling: Simulation of Flow and Advection, 1992, Academic Press.
4. Singhal, B.B.S., Gupta, R.P. Applied Hydrogeology of Fractured Rocks, 2010, Springer.



درس پیش‌نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	اکتشاف منابع آب‌های زیرزمینی
			۲	
...	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با روش‌های مختلف در اکتشاف منابع آب‌های زیرزمینی

#### سرفصل درس:

- نقش شرایط زمین شناسی و زمین شناسی ساختاری در کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی، اهمیت مطالعات زمین شناسی و روش‌های برداشت‌های زمین شناسی در آب شناسی
- مطالعات دورسنجی (تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی) در اکتشاف منابع آب‌های زیرزمینی. کاربرد تصاویر ماهواره‌ای در مطالعات حوضه‌های آبریز و دشت‌های سیلابی، شناسایی اکیفرهای آبرفتی، شناسایی اکیفرهای سخت، شناسایی زونهای تغذیه سفره آب‌های زیرزمینی و پوشش‌های یخی برفی مناطق کوهستانی، شناسایی زونهای تخلیه سفره‌های آب‌های زیرزمینی
- به‌کارگیری GIS در مطالعات منابع آب زیرزمینی، بررسی خطاها و عدم دقت داده‌های جغرافیایی و تأثیر آن‌ها بر نتایج حاصله.
- نقش روش‌های ژئوفیزیکی در مطالعات منابع آب زیرزمینی، مهم‌ترین روش‌های ژئوفیزیکی در مطالعات آبخوان‌ها، کاربرد روش‌های ژئوالکتریک، روش مقاومت ویژه الکتریکی گمانه زنی الکتریکی و تفسیر داده‌ها، تهیه نیمرخ‌های مقاومت ویژه حقیقی و ظاهری، انتخاب محل گمانه‌های الکتریکی، برنامه ریزی برداشت‌های صحرائی، تهیه نقشه‌های هم ضخامت لایه‌های آبنار، هم عمق سنگ کف، هم ارتفاع سنگ کف و هم RT، تعیین بهترین نقاط جهت حفر چاه آب، آرایه‌های CRP، و دو قطبی جهت تهیه نیمرخ‌ها و مطالعات نایبوستگی‌ها و مناطق گسله، روش‌های لرزه‌ای و مطالعات آبخوان‌ها، معرفی و آشنایی با انواع روش‌های لرزه‌ای، نحوه برداشت‌های صحرائی، پردازش و تفسیر داده‌ها، لرزه نگاری شکست مرزی، لرزه‌نگاری بازتابی، روش گرانی سنجی در مطالعات آبخوان‌ها، چاه پیمایی در مطالعات منابع آب زیرزمینی و آبخوان‌ها، روش‌های SP، مقاومت ویژه الکتریکی، صوتی، رادیوالکتیویته، نرمال و روش‌های ویژه و کاربرد آن‌ها در مطالعات آبخوان‌ها.
- حفاری گمانه‌های اکتشاف آب‌های زیرزمینی
- بررسی پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان‌های اکتشاف شده و ارزیابی آبخوان‌ها از نظر ذخایر دینامیک و استاتیک

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد:

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Rubin, Yorum, Hubbard, Susan S. (Eds.), Hydrogeophysics, 2005, Water Science and Technology Library, Springer.
2. Robert A. Bissonand Jay H. Lehr, Modern Groundwater Exploration: Discovering New Water Resources in Consolidated Rocks Using Innovative Hydrogeologic Concepts, Exploration, Drilling, Aquifer Testing and Management Methods, 2004, Wiley-Interscience.
3. Kirsch, Reinhard (Ed.), Groundwater Geophysics, A Tool for Hydrogeology, 2009, Springer.





درس پیش نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	مدل سازی آب زیرزمینی
			۲	
...	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با روش‌های مختلف مدل سازی جریان آب زیرزمینی در پروژه‌های معدنی و عمرانی  
سرفصل درس:

- مدل سازی جریان آب زیرزمینی در حالات پایدار و ناپایدار، حالات یک بعدی، دوبعدی و جریان شعاعی پیرامون چاه به توسط مدل‌های زیر:
- مروری بر مدل‌های فیزیکی (تانک شنی) و مدل‌های آنالوگ، مدل‌های ترسیمی ( شبکه جریان)، مدل‌های ریاضی (Conformal Mapping)، روش‌های تحلیلی و غیره، مدل‌های عددی شامل روش‌های تفاضل محدود و روش المان محدود، حل و بحث شرایط مرزی مختلف از جمله شرط مرزی Dirichlet، شرط مرزی Nuemann و شرط مرزی Fourter.
- کاربرد مدل‌های عددی در شبیه سازی جریانات نشت، در شرایط مرزی ساده و پیچیده.
- مدل سازی جریان نشت آب در محیط‌های درزه دار سنگی به کمک روش‌های تحلیلی و عددی پروژه ی عملی در مدل سازی به روش‌های عددی.

※ دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.  
روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری		...
	...		
	عملکردی		
	...		

#### منابع:

1. Neven Kresic, Hydrogeology and Groundwater Modeling, Second Edition, 2006, CRC Press.
2. Mary P. Anderson and William W. Woessner, Applied Groundwater Modeling: Simulation of Flow and Advection, 1992, Academic Press.



درس پیش‌نیاز ...	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	طراحی سیستم‌های ذخیره و انتقال آب
			۲	
...	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با روش‌های مختلف طراحی سیستم‌های ذخیره و انتقال آب

سرفصل درس:

انواع سیستم‌های ذخیره آب ( مخازن سطحی، زیر سطحی و هوایی) اهداف ذخیره سازی آب، طراحی انواع مخازن ذخیره آب، مخازن آب هوایی، برآورد آب مورد نیاز و حجم مخازن در شبکه‌های آبیاری و شرب، انواع سیستم‌های انتقال آب (کانال‌های روباز، لوله‌ها) طرح و محاسبه شبکه‌های لوله کشی، تنظیم دبی و فشار در لوله‌ها بدون استفاده از پمپ، تجزیه و تحلیل شبکه‌های آب‌رسانی، شیر فلکه‌های مهم و کاربرد آن‌ها، انتخاب پمپ، اتصال موازی و سری پمپ‌ها، ضایعات در پمپ‌ها، ارتفاع پمپاژ، انواع لوله‌ها و موارد کاربرد آن‌ها در انتقال آب، انتقال آب توسط کانال‌های روباز، کنترل نشست و تیکسیر از کانال‌های روباز، کنترل رسوب در کانال‌های روباز، طراحی کانال‌های روباز، جریان‌ات پایدار و ناپایدار در کانال‌های روباز، عدد رینولد، مقاطع کنترل، کاربرد انواع مصالح در ساخت کانال‌های روباز، گذر آب از مخزن به یک کانال و بالعکس، انحنای کانال، تغییر تانگنسی شیب، سرریزها، جهش آب در کانال‌ها،

• دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوطه و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری		...
	...		
	عملکردی		
	...		

#### منابع:

1. Hydrodynamics and Transport for Water Quality Modeling, James L. Martin, Steven C. McCutcheon, 1999, CRC Press.

۲. کلانتر، و.، سیستم‌های انتقال آب، ۱۳۸۹، انتشارات دانشگاه یزد.

درس پیش‌نیاز ...	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	مهندسی آب‌های زیرزمینی و زهکشی
			۲	
...	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد ■				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با روش‌های حل مسائل و مشکلات آب زیرزمینی در پروژه‌های معدنی و عمرانی

#### سرفصل درس:

مشکلات و مسائل آب در پروژه‌های مهندسی معدن و عمران، اصول هیدرولیک آب‌های زیرزمینی، اندازه‌گیری آب بارندگی و رواناب، خاک‌ها، ماهیت مسایل زهکشی، ایستایی آب در خاک، حرکت آب در خاک، حرکت آب در سنگ‌های درز و شکافدار، اصول تجزیه و تحلیل تراوش آب، اندازه‌گیری نفوذ پذیری خاک‌ها، معادلات حاکم و روش‌های طراحی زهکشها، فاصله و عمق زهکشها، زهکشهای زیرزمینی، زهکشهای روباز، چاه‌های زهکشی، مرور یک پروژه عملی در زهکشی روباز و یک پروژه عملی در زهکشی زیرزمینی.

♦ دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری		...
	...		
	عملکردی		
	...		

#### منابع:

1. Jacques W. Delleur (editor), The Handbook of Groundwater Engineering, Second Edition, 2010, CRC Press.
2. William C. Walton, Principles of Groundwater Engineering, 1990, CRC Press.
3. Milton E. Harr, Groundwater and Seepage, 2011, Dover Publications.
4. Paul L. Younger, S.A. Banwart, Robert S. Hedin (editors), Mine Water: Hydrology, Pollution, Remediation, 2002, Kluwer Academic Press.

# کارشناسی ارشد مهندسی معدن، اقتصاد و مدیریت معدنی

مشخصات برنامه

## ۱- تعریف و هدف

مهندسی اقتصاد و مدیریت معدنی یکی از رشته‌های مهندسی معدن در مقطع کارشناسی ارشد می‌باشد و دوره‌ایست آموزشی، پژوهشی مرکب از دروس نظری و کاربردی که به منظور افزایش کارایی کارشناسان معدن و ایجاد زمینه‌ی کافی برای درک و توسعه‌ی آنچه در مرزهای فن‌آوری در این زمینه می‌گذرد تدوین شده است.

هدف این دوره ایجاد رشد علمی و تربیت افرادی است که دارای توانایی لازم جهت طراحی، مشاور فنی، مشاور فنی، نظارت و اجرای انواع پروژه‌ها در زمینه اقتصاد و مدیریت معدنی با توجه به نیازهای کشور بوده و توان کافی برای حل مسائلی که در این زمینه‌ها با آن روبرو می‌شوند را داشته باشند.

## ۲- نقش و توانایی

فارغ‌التحصیلان این دوره می‌توانند در پروژه‌های تحقیقاتی، اجرایی و تخصصی در زمینه‌ی طراحی و اجرای انواع پروژه‌ها در زمینه اقتصاد و مدیریت معدنی فعالیت کنند.

## ۳- ضرورت و اهمیت

رشته‌ی کارشناسی ارشد مهندسی مدیریت و اقتصاد معدنی با توجه کاربردهای وسیع آن ضمن تأمین نیازهای جدی ذکر شده در ایجاد زمینه‌های اشتغال هر چه بیشتر برای فارغ‌التحصیلان این رشته و جذب نیروی انسانی بیشتر نقش مؤثری خواهد داشت.

## ۴- شرایط پذیرش دانشجو

الف، جنسیت: مرد و زن

ب، مواد و ضرایب آزمون ورودی: دروس آزمون و ضرایب آن‌ها در جدول شماره‌ی ۲ ارائه شده است.

## ۵- طول دوره و شکل نظام

مدت لازم برای اتمام این دوره ۲ سال می‌باشد. حداقل و حداکثر مجاز برای اتمام این دوره مطابق آیین‌نامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد می‌باشد.



## جدول دروس

### ۱. تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد کل واحدهای لازم برای گذراندن این مجموعه ۳۲ واحد آموزشی، پژوهشی می‌باشد. واحدهای آموزشی شامل ۱۲ واحد الزامی و ۱۲ واحد اختیاری می‌باشد که با توجه به سوابق آموزشی دانشجو و به وسیله اساتید راهنما تعیین می‌شود. تعداد واحدهای پژوهشی ۸ واحد بوده که ۲ واحد آن به شکل سمینار، شامل مطالعات نظری، مرور بر نشریات و تهیه پیشنهاد پژوهشی در ارتباط با موضوع پروژه می‌باشد و ۶ واحد آن به پایان نامه اختصاص دارد (جدول ۱).

جدول ۱. تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد واحد	
۱۲	دروس الزامی
۱۲	دروس اختیاری
۲	سمینار
۶	پایان نامه
۳۲	جمع

### ۲. مواد آزمون ورودی

مواد آزمون ورودی هر سال توسط شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم تعیین و توسط سازمان سنجش اعلام می‌شود.

### ۳. دروس جبرانی

دروس جبرانی رشته حداکثر ۶ واحد، مطابق جدول ۲ می‌باشد. این واحدها در احتساب واحدهای لازم برای گذراندن این دوره در نظر گرفته نمی‌شوند و بر اساس رشته تحصیلی پذیرفته‌شدگان و دروس گذرانده شده در دوره کارشناسی توسط گروه تخصصی مشخص می‌شوند.

جدول شماره ۲. دروس جبرانی برای پذیرفته‌شدگان رشته‌های مختلف - کارشناسی ارشد رشته‌ی اقتصاد و مدیریت معدنی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	نوع درس	تعداد ساعت
۱	آمار و احتمالات مهندسی	۳	۳	-	نظری	جبرانی	۴۸
۲	مبانی اکتشاف مواد معدنی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
۳	مبانی استخراج مواد معدنی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
۴	تحقیق در عملیات	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
۵	اقتصاد معدنی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
۶	مبانی کانه آرایی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲





#### ۴. دروس الزامی

عناوین دروسی که کلیه دانشجویان موظف به گذراندن آنها می‌باشند به شرح جدول ۳ است:

جدول شماره ۳. دروس الزامی - کارشناسی ارشد رشته‌ی اقتصاد و مدیریت معدنی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	نوع درس	تعداد ساعت
۱	آمار و احتمالات پیشرفته	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۲	معدن‌کاری سطحی و زیرزمینی پیشرفته	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۳	اقتصاد سنجی و پیش‌بینی	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۴	مبانی اقتصاد و مدیریت	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸

#### ۵. دروس اختیاری:

حداقل ۱۲ واحد از بین دروس جدول ۴ بنا به تشخیص گروه تخصصی انتخاب می‌شود.

جدول ۴. دروس اختیاری - کارشناسی ارشد رشته‌ی اقتصاد و مدیریت معدنی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	اقتصاد برای مدیران	۲
۲	مدیریت و بازاریابی	۲
۳	سیستم‌های مدیریت	۲
۴	تحلیل ریسک	۲
۵	بررسی‌های فنی اقتصادی در معادن سطحی	۲
۶	بررسی‌های فنی اقتصادی در معادن زیرزمینی	۲
۷	مبانی اختیارات حقیقی	۲
۸	اقتصاد منابع پایان‌پذیر	۲
۹	اقتصاد منابع بین‌الملل	۲
۱۰	شبیه‌سازی در معادن	۲
۱۱	کاربرد روش‌های هوشمند (فازی، شبکه‌های عصبی، الگوریتم ژنتیک)	۲
۱۲	مدل‌های تصمیم‌گیری	۲
۱۳	مدیریت و کنترل پروژه	۲
۱۴	نگهداری و تعمیرات	۲
۱۵	تأمین منابع مالی	۲
۱۶	مدیریت مالی	۲
۱۷	سری‌های زمانی	۲

۲	عیار حد	۱۸
۲	سنجش عملکرد	۱۹
۲	مدیریت استراتژیک	۲۰
۲	بررسی‌های فنی اقتصادی در فراوری مواد معدنی	۲۱
۲	مدیریت و سازمان‌دهی نیروی انسانی	۲۲
۲	هزینه و درآمد	۲۳
۲	بهره‌وری	۲۴
۲	ارزشیابی در معادن	۲۵
۲	ارزیابی ذخایر معدنی و زمین آمار	۲۶
۲	مدل‌سازی اماری	۲۷
۲	اقتصاد خرد	۲۸
۲	اقتصاد کلان	۲۹
۲	مدیریت معدن	۳۰
۲	اقتصاد معدنی پیشرفته	۳۱
۲	اخلاق در مهندسی	۳۲

تبصره ۱- در صورت تایید استاد راهنما و گروه مربوط، دانشجو می‌تواند حداکثر یک درس خود را از سایر رشته‌های مهندسی معدن یا سایر رشته‌های مرتبط اخذ نماید.

تبصره ۲- چنانچه گروه تخصصی بخواهد هر یک از دروس اختیاری فاقد سرفصل در این برنامه را ارائه کند؛ لازم است سرفصل پیشنهادی خود را با توجه به استانداردهای این برنامه تهیه و پس از تأیید مراجع ذی‌صلاح دانشگاه برای تصویب به کمیته‌ی برنامه‌ریزی مهندسی معدن وزارت متبوع ارسال نماید. بدیهی است سرفصل پیشنهادی پس از تصویب در کمیته قابل اجرا خواهد بود.

تبصره ۳- سرفصل درس مباحث ویژه با توجه به نیاز رشته و موضوعات جدید در زمینه‌های مرتبط با رشته‌ی تحصیلی توسط استاد مربوطه تهیه و پس از تصویب در گروه آموزشی دانشگاه برای حداکثر دو دوره قابل اجرا خواهد بود. پس از آن گروه آموزشی می‌بایست سرفصل درس را برای تصویب به کمیته برنامه‌ریزی مهندسی معدن ارسال نماید تا عنوان درس و سرفصل آن به صورت درس اختیاری جدید در برنامه ثبت گردد.

سرفصل دروس الزامی  
رشته‌ی اقتصاد و مدیریت معدنی



## ۶. سرفصل دروس الزامی

درس پیش‌نیاز ....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد ۳	آمار و احتمالات پیشرفته
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
			آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>	
Advanced Statistics & Probability				

اهداف کلی درس :

آشنایی با مفاهیم آماری و موارد کاربرد آن‌ها در تصمیم‌گیری

سرفصل درس:

معرفی متغیرهای تصادفی، آشنایی با برخی توابع احتمالی و توابع چگالی از جمله برنولی دو جمله‌ای، پواسن، نرمال، گای مربع، تی، اف، نمایی و ... ترکیب خطی متغیرهای تصادفی، گشتاورها، تصمیم‌گیری با استفاده از آزمون‌های عدم دقت، آزمون فرض‌های ناظر به یک و دو پارامتر بر اساس استفاده از منحنی‌های عملکرد، تخمین نقطه‌ای و فاصله‌ای، جانشین نمودن داده‌ها یا خطوط مستقیم (روند)

• دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
...	...	آزمون نوشتاری	...
		...	
		عملکردی	
		...	

منابع:

1. A.H. Browker and G.J. Lieberman and Edition, (1992), Engineering Statistics, Prentice Hall.
2. Rencher, A. C. (2002), Methods of Multivariate Analysis (2nd Ed.). John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA.
3. Johnson, R. A., Wichern, D.W. (2002), Applied multivariate statistical analysis (5th Ed.). Prentice Hall, New Jersey, USA.
4. Montgomery, D. C., Peck E. A. (1982), Introduction to Linear Regression Models (Wiley, New York).





درس پیش نیاز ....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد ۳	معدن کاری سطحی و زیرزمینی پیشرفته
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Advanced Surface and Underground Mining

#### اهداف کلی درس:

مقایسه معدنکاری سطحی و زیرزمینی، ارزیابی‌های اقتصادی و انتخاب معدنکاری سطحی و زیرزمینی، تعیین حد روباز - زیرزمینی، آماده‌سازی معادن سطحی و زیرزمینی، طراحی و برنامه‌ریزی در استخراج معادن سطحی و زیرزمینی

#### سرفصل درس:

- کلیات: اهمیت معدن و صنایع معدنی از گذشته تا حال، آمار تولیدات مواد معدنی در ایران و جهان، سهم مواد معدنی (از معدنکاری سطحی و زیرزمینی) در تولید انرژی، روندهای معدنکاری در حال و آینده
  - مقایسه معدنکاری سطحی و زیرزمینی، روند توسعه معدنکاری سطحی در مقایسه با زیرزمینی، تولیدات مواد معدنی از معدنکاری سطحی و زیرزمینی، موارد قابل مقایسه در معدنکاری سطحی و زیرزمینی (قابلیت تولید، آماده‌سازی و هزینه‌های آماده‌سازی، حوادث ناشی از کار، مصرف انرژی، مسائل زیست‌محیطی، مصرف مواد منفجره، هزینه‌های استخراج، بازیابی ماده معدنی، عیار حد و رقیق‌شدگی)، ملاحظات کلی در انتخاب روش استخراج سطحی یا زیرزمینی، مقایسه اقتصادی معدنکاری سطحی و زیرزمینی و تعیین عمق بهینه معدنکاری سطحی
  - انتخاب روش معدنکاری: ارزیابی و طبقه‌بندی روش‌های معدنکاری، فرآیند انتخاب روش استخراج ذخایر معدنی نرم و سخت، مقایسه روش‌های استخراج معادن سطحی و زیرزمینی، تکنیک‌های انتخاب روش استخراج (۱- مدل‌های کیفی شامل روش باشکوف و رایت، روش مورسون و روش طبقه‌بندی هارنمن، ۲- مدل‌های امتیازدهی عددی شامل روش نیکلاس، روش لایشر و روش UBC، و ۳- مدل‌های تصمیم‌گیری)
  - هزینه‌های معدنکاری: مقایسه اقتصادی معادن سطحی و زیرزمینی، هزینه‌های عملیاتی و سرمایه‌ای در معادن سطحی و زیرزمینی، تخمین هزینه‌ها در معادن سطحی و زیرزمینی
  - معادن سطحی: آماده‌سازی و بازکردن معادن سطحی، طبقه‌بندی روش‌های استخراج معادن سطحی، روش استخراج روباز، برنامه‌ریزی و طراحی معادن روباز (روش‌های تعیین محدوده نهایی و برنامه‌ریزی تولید)، استراتژی تعیین عیار حد، سنگ‌شکنی درون پیتی
  - معادن زیرزمینی: آماده‌سازی و بازکردن معادن زیرزمینی، قوانین حاکم بر آماده‌سازی معادن زیرزمینی، برنامه‌ریزی در معادن زیرزمینی، طبقه‌بندی روش‌های استخراج معادن زیرزمینی، روش استخراج جبهه‌کار طولانی، روش استخراج اتاق و پایه، روش‌های استخراج لایه‌های مجاور و ضخیم
- \* دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده یک پروژه مستقل ارائه نماید.



### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

### منابع:

- Hartman, H.L. (Ed.). 1992. "SME Mining Engineering Handbook", 2<sup>nd</sup> Edition, 2 vols. Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME), p. 2260.
- Darling, P. (Ed.). 2011. "SME Mining Engineering Handbook", 3<sup>rd</sup> Edition, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME), p. 1841.
- Hartman, H.L., Mutmanský, J.M. 2002. "Introductory Mining Engineering", John Wiley & Sons (2002), p. 570
- Hustrulid, W.A. (Ed.). 1982. "Underground Mining Methods Handbook", Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME).
- Hustrulid, W.A., Bullock, R.L. (Eds.). 2001, "Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies". Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME), p. 718.
- Gertsch, R.E., Bullock, R.L. (Eds.). 1998. "Techniques in Underground Mining", Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME).
- Hustrulid, W.A., Kuchta, M. 2006. "Open pit mine planning and design", 2<sup>nd</sup> Edition, 2 vols. Taylor & Francis, p. 972.
- Kennedy, B. A. 1990. "Surface Mining", 2<sup>nd</sup> Edition, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME). p. 1194.
- Bhattacharya, J. 2007. "Principles of Mine Planning", 2<sup>nd</sup> Edition, Allied Publishers PVT. Limited, New Delhi, p. 508.
- Botin, J.A. 2009. "Sustainable Management of Mining Operations", Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME). p. 381.
- Lane, K.F., 1988. "The economic definition of ore: cut-off grade in theory and practice", Mining Journal Books Limited, London, p. 149.
- مرتضی اصلانو، روش‌های استخراج معادن سطحی - دو جلدی، چاپ سوم (تجدید نظر شده)، انتشارات دانشگاه امیرکبیر. ۱۲
- Czaplicki, J.M. 2008. "Shovel-Truck Systems Modeling, Analysis and Calculations", CRC Press, Taylor & Francis, New York, p. 180.



درس پیش‌نیاز .....	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	اقتصادسنجی و پیش‌بینی
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Econometrics and Forecasting

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با روش‌های اقتصادسنجی، نظریه‌های اقتصادی و ترکیب آن با آمار اقتصادی و روش‌های ریاضی، استنتاج آماری و کاربرد آن در پیش‌بینی‌های اقتصادی با تمرکز بر اقتصاد معدنی همراه با ارائه مثال‌های عملی.

#### سرفصل درس:

تعاریف و اهداف (اقتصادسنجی، پیش‌بینی و نقش آمار)

مطالعه و پیش‌بینی اقتصادی: مقدمات آماری، سری‌های زمانی، تعیین روند، نوسانات دوره‌ای، وضعیت سنجی‌ها برای پیش‌بینی

رگرسیون: معادلات رگرسیون و ساخت مدل‌ها، تخمین الگوی ساده یک متغیره، آزمون فرض در الگوی یک متغیره، تخمین الگوی خطی عمومی و آزمون فرض در مورد پارامترها، آزمون فرض در مورد ترکیب خطی پارامترها، مسائل تخمین خطی، همبستگی زمانی جملات خطا، عدم وجود واریانس و روش‌های رفع، کاربرد متغیرهای کمکی، روش حداقل مربعات، خطا در متغیرهای مستقل

کاربردها: تخمین منحنی‌های عرضه و تقاضا، تخمین منحنی‌های تولید و هزینه، پیش‌بینی اقتصادی با مدل‌های اقتصادسنجی (با تمرکز بر بازار محصولات معدنی)، ارائه مثال

نظریه برنامه‌ریزی تولید: تحلیل روابط بین صنعتی، ضرایب فنی تولید و شرایط سازگاری درونی و برنامه‌های تولید، برنامه‌های فیزیکی و ارزش‌ها، تحلیل پویای داده‌ها- ستاده‌ها و سرمایه‌گذاری و مصرف، سرمایه‌گذاری و افزایش تولید، اثرات ترکیب فیزیکی سرمایه‌گذاری در محصول ملی، سرمایه‌گذاری و رشد اشتغال، کارایی سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف اقتصاد ملی (با تمرکز بر اقتصاد معدنی).

معرفی برنامه‌های کامپیوتری

ارائه مثال و مطالعه موردی

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

۱. لانگه، الکسار، آشنایی با اقتصادسنجی، ترجمه محمد حسن طوفانی نژاد، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۰
۲. دامودار گجراتی، مبانی اقتصادسنجی جلد یک و دو، ترجمه حمید ابریشمی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۱
3. Pindyck R.S. and Rubinfeld D.L., Econometric Models and Economic forecasts, MC Graw Hill Company





درس پیش‌نیاز ...	الزامی	نوع درس	تعداد واحد ۳	مبانی اقتصاد و مدیریت
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Principles of Economics and Managements

اهداف کلی درس:

آشنایی با مبانی علم اقتصاد خرد و کلان و زمینه‌های نظری این دو شعبه اصلی اقتصاد و همچنین فرآیند مدیریت، اجزای آن شامل برنامه‌ریزی، سازماندهی، رهبری و کنترل

سرفصل درس:

تعاریف و کلیات: تعاریف و مسائل اساسی اقتصاد (نیاز و کالا، عوامل تولید و کمیابی، بازار، منحنی امکان تولید).  
 مدیریت و مدیران: سازمان و مدیریت، فرآیند، طبقه‌بندی مدیران و سطوح مدیریت، نقش و چالش‌های مدیریت  
 سیر تحول تئوری‌های مدیریت: علت مطالعه تئوری‌ها، تئوری‌های مدیریت کلاسیک، روند تکاملی تئوری مدیریت، مکتب رفتاری، مکتب کمی (تحقیق در عملیات و علم مدیریت)  
 محیط خارجی: محیط خارجی سازمان‌ها، مسئولیت اجتماعی و اخلاقی، بعد جهانی و نوآوری  
 برنامه‌ریزی: برنامه‌ریزی و مدیریت استراتژیک، اجرای استراتژی، برنامه‌ریزی و روش‌های تصمیم‌گیری  
 سازماندهی: طراحی ساختار سازمانی، عدم تمرکز و تفویض اختیار، مدیریت منابع انسانی، مدیریت تغییر و تحول سازمانی  
 رهبری: انگیزش، عملکرد و رضایت شغلی، رهبری، گروه و کمیته، ارتباطات  
 کنترل: کنترل موثر، مدیریت عملیاتی (اجرایی)، مدیریت سیستم اطلاعات  
 مدیریت منابع: برنامه‌ریزی، تخصیص و زمان‌بندی منابع مصرفی شامل روش‌های سفارش کالا، درخواست کالا، سفارش مقرون به صرفه (روند سفارشات و خرید خارجی در ایران)  
 اقتصاد خرد:

تقاضا: تعریف، قانون و منحنی تقاضا، عوامل مؤثر در تقاضا، جایگاهی منحنی تقاضا، حساسیت تقاضا و انواع حساسیت  
 عرضه: تعریف، قانون و منحنی عرضه، عوامل مؤثر در عرضه، تغییرات عرضه، حساسیت و انواع حساسیت عرضه  
 قیمت و تعادل بین عرضه و تقاضا: پیش‌بینی تقاضا (تجزیه و تحلیل همبستگی، رگرسیون و سری‌های زمانی)، پیش‌بینی و تغییرات عرضه

نظریه‌های رفتار مصرف‌کننده: تقاضا و مطلوبیت، تقاضا و منحنی‌های بی‌تفاوتی

نظریه‌های رفتار تولیدکننده: تولید (تابع و مراحل تولید)، هزینه (ثابت، متغیر، نهایی، کل متوسط ...)

درآمد: انواع درآمد (درآمد کل، متوسط، نهایی)، نظریه تجزیه و تحلیل نقطه سر به سر، چگونگی تعیین قیمت و میزان تولید



بازار: انواع بازار (رقابت کامل، انحصاری، رقابت انحصاری)

اقتصاد کلان:

مفهوم و اندازه‌گیری در آمد ملی: مفاهیم، مدارها یا بنگاه‌های اقتصادی، روش‌های اندازه‌گیری (روش تولید، درآمد، مخارج)، معیارهای ارزیابی (ناخالص و خالص ملی و داخلی)، درآمد اشخاص، درآمد قابل تصرف، درآمد ملی به قیمت جاری و ثابت، درآمد سرانه

مصرف ملی: میل متوسط و نهایی به مصرف، عوامل مؤثر بر مصرف

تعیین درآمد ملی: در اقتصاد دو بخشی (تعیین درآمد با نمودار و توابع، سرمایه‌گذاری و ضریب تکاثر و عامل زمان، صرفه‌جویی و درآمد)، در اقتصاد سه بخشی (نقش دولت، تأثیر مخارج دولتی بر درآمد ملی، اثر مالیات‌ها بر درآمد ملی، اثر مخارج دولتی و مالیات‌ها بر درآمد ملی، بودجه متعادل)

نقش سرمایه‌گذاری در تعیین درآمد ملی: بازدهی نهایی سرمایه، منحنی بازدهی نهایی سرمایه‌گذاری، منحنی تقاضا برای سرمایه‌گذاری، اصل شتاب

تقاضا و عرضه پول: نظریه بهره، تقاضا برای پول (معاملات، احتیاط و سفته)، عرضه پول، تعیین نرخ بهره

تعادل، تحولات تعادل و عدم تعادل اقتصادی: افزایش عرضه پول، انتقال منحنی سرمایه‌گذاری، مکانیسم‌های رونق اقتصادی یا تعادل کلی اقتصادی، مکانیسم‌های رکورد و بحران، دوران‌های عمومی اقتصادی، بحران‌های اقتصادی اخیر  
سیاست‌های اقتصادی: سیاست‌های مالی، سیاست‌های پولی

تورم: تعریف، انواع و علل، روش‌های رفع تورم

اشتغال

اقتصاد بین‌الملل: تجارت بین‌الملل (نظریه‌های تجارت بین‌الملل، منحنی امکانات تولید، تجارت تحت شرایط هزینه‌های ثابت)، مالیه بین‌الملل (تراز پرداخت‌های خارجی، نظام بین‌المللی ارزی، تعیین نرخ ارز)

• دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد:

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		



منابع:

۱. مارتانیان، علی و اعرابی سید محمد، مدیریت جلد ۱ و ۲، مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، ۱۳۷۵
۲. کونتز، هروله و دیگران؛ ترجمه طوسی، محمد علی؛ اصول مدیریت (۱ و ۲)؛ مرکز آموزش مدیریت دولتی، ۱۳۷۲
۳. محتشم دولتشاهی، طهماسب؛ مبانی علم اقتصاد؛ انتشارات خجسته؛ ۱۳۷۴
۴. سالواتوره، دومینیک؛ تئوری و مسائل اقتصاد خرد؛ ترجمه حسن سبحانی؛ نشر نی، ۱۳۷۴
۵. منتظر ظهور، منصور؛ اقتصاد خرد و کلان؛ انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۵
۶. محتشم دولتشاهی، طهماسب؛ اقتصاد خرد؛ انتشارات کسرانی، ۱۳۷۲
۷. موریس، اس. چارلز؛ تحلیل اقتصادی، نظریه و کاربرد؛ ترجمه حسن سبحانی، انتشارات دانشگاه تهران.



سرفصل دروس اختیاری کارشناسی ارشد

رشته‌ی اقتصاد و مدیریت معدنی





۷. سرفصل دروس اختیاری کارشناسی ارشد رشته‌ی اقتصاد و مدیریت معدنی

درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۲	اقتصاد منابع پایان‌پذیر
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

آشنایی با مبانی اقتصاد منابع پایان‌پذیر، به ویژه منابع انرژی‌های فسیلی، مسائل منابع پایان‌پذیر، ارزیابی بهره‌برداری بهینه از منابع پایان‌پذیر

سرفصل درس:

کلیات: تعاریف و مفاهیم اولیه، اهمیت اقتصادی و اجتماعی مواد معدنی و انرژی، انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه جوامع بشری  
 تقاضا، عرضه و منابع انرژی: تقاضاهای انرژی در ایران و جهان، کاربرد، امکانات و موانع کاربرد منطقی انرژی، مصرف انرژی در ایران و جهان و تحولات ساختار آن، ذخایر انرژی‌های فسیلی و هسته‌ای

مبانی محاسبات اقتصادی و اقتصاد نفت، گاز، زغال‌سنگ و انرژی هسته‌ای: مبانی روش‌های محاسبات اقتصادی؛

اقتصاد نفت (تعاریف، فرآوری، واردات، صادرات، مصرف و قیمت نفت خام و فرآورده‌ها، بازار جهانی و سیاست‌های نفتی)؛ اقتصاد گاز (طبقه‌بندی گازها؛ فرآوری و انتقال گازها، ذخایر، قیمت‌گذاری)؛ اقتصاد زغال‌سنگ (طبقه‌بندی و تجارت بین‌المللی زغال‌سنگ)؛ اقتصاد هسته‌ای (آشنایی با منابع و فرآیند تولید انرژی هسته‌ای، سیاست‌های تولید انرژی هسته‌ای)

اقتصاد منابع پایان‌پذیر:

- تخصیص منابع: تعادل، تعادل و بازده
- هزینه‌های بیرونی (Externalities)؛ تعادل بازار و بازده در رقابت آزاد، بازار و هزینه‌های بیرونی، منابع با مالکیت عام
- تعادل در طی زمان: ارجحیت سازگار، کالاهای بادوام، بازارهای آتی
- استخراج منابع پایان‌پذیر: امکانات برنامه‌های بین‌زمانی، منابع پایان‌پذیر ضروری و غیر ضروری، ...
- منابع پایان‌پذیر و رفاه بین‌نسلی

- تئوری‌های قیمت گذاری و بهره‌برداری بهینه از منابع پایان پذیر: هاتلینگ، گری، و ... برنامه‌ی حداقل - حداکثر (Max - Min)، بهینه بهره‌مندی
  - تعیین حقوق دولتی بهینه ذخایر معدنی در قالب اقتصاد منابع پایان پذیر
  - رقابت ناکامل و منابع پایان پذیر: انحصار، نقش کشش تقاضا، هزینه استخراج و انحصار، کارتل‌ها
  - مالیات منابع پایان پذیر: مالیات فروش و سود، روباتی (حقوق دولتی)
  - عدم اطمینان و تخصیص منابع: تولید اطلاعات، تحقیق و توسعه، عدم اطمینان در مورد ذخایر و ارزش اجتماعی اکتشاف، ...
  - روند قیمت‌ها در بازار منابع پایان پذیر
  - رویکردهای مختلف مدیریت منابع معدنی (Mineral resource management) MRM
  - تکنیک‌های برآورد ارزش ذخایر معدنی (mineral reserve valuation)
- \* دانشجوی موفف است در قالب میاخذ نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

#### منابع:

1. Dasguta, P.S. & Heal, G.M.; Economic theory and Exhaustible Resources, Cambridge University Press, 1979
2. Sabcohi Y.; Energy System, Fundamentals of Energy Economics, 1992 .



درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۲	بررسی‌های فنی و اقتصادی در فرآوری مواد معدنی
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با مبانی بررسی‌های فنی و ارزیابی اقتصادی در فرآوری مواد معدنی و فراگیری عملی

#### سرفصل درس:

- کلیات
- مروری بر روش‌های مختلف فرآوری
- مبانی و مراحل فرآوری یک ماده معدنی: اطلاعات پایه (ویژگی‌های ماده معدنی و محصول آن و ...)، مطالعات آزمایشگاهی و ارائه فلوشیت، مطالعات نیمه صنعتی و ارائه فلوشیت، تعمیم نتایج آزمایشگاهی نیمه صنعتی و صنعتی
- مروری بر مبانی طراحی کارخانه فرآوری: عوامل موثر در تعیین ظرفیت کارخانه با توجه به ظرفیت معدن و ... (بازار، سرمایه، آب، برق و ...)، مبانی انتخاب نوع و تعداد ماشین‌آلات فرآوری (سنگ شکن‌ها، آسیاها، سرندها، کلاسیفایرها، تیکنرها، سلول‌های فلوتاسیون و ...)، عملیات جاتی (سدهای باطله، حمل و نقل مواد و ...)، مطالعات زیست محیطی مرتبط با فرآوری، برآورد مواد مصرفی (آب، برق، مواد شیمیایی، گلوله‌های فولادی، چکش‌ها و ...)، برآورد نیروی انسانی مورد نیاز
- برآورد تسهیلات و تأسیسات: تأسیسات زیربنایی، تأمین آب و برق، تأمین نیروی انسانی، امکانات اداری و رفاهی و ...
- برآورد هزینه‌های پروژه (سرمایه‌ای، عملیاتی، زیست محیطی و ...)
- روش‌ها و چگونگی کاهش هزینه‌ها، تحلیل گزینه‌های مهم فنی از دیدگاه اقتصادی و نقش آن‌ها در قیمت تمام شده فرآوری
- معرفی سازنده‌های مختلف ماشین‌آلات و مواد شیمیایی
- معرفی نرم افزارهای مربوطه از جمله USIMPAC



- تکنیک‌های تحلیل جریان مواد (material flow analysis) و به‌کارگیری آن در فعالیتهای زنجیره تأمین کارخانجات فرآوری اقتصاد عملیات فرآوری و ذوب
  - بهینه‌سازی مؤلفه‌های فنی و اقتصادی کارخانجات با استفاده از روش‌های MODM
  - برنامه ریزی تولید صنایع معدنی با تکیه بر مواد خام
  - تکنیک‌های بازاریابی و تجارت مواد و محصولات معدنی
  - ارائه یک مثال: یک مورد عملی انجام شده به تفصیل برای کلیه مراحل اعم از فنی و اقتصادی و تصمیم‌گیری
- ♦ دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

#### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

۱. نعمت‌اللهی، حسین، کانه‌آرایی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۰
۲. مجموعه کتاب‌های کانه‌آرایی، رضایی بهرام
3. Weiss, N.I., Handbook of Mineral processing, SME, 1985
4. Hartman, Mining Eng. Handbook, chapter 6.3, Cost and Costs Estimation, SME 1992
5. Mular, A.L., Mining and Mineral processing Equipment costs and preliminary capital cost estimations, CIM, 1982
6. Noakes, M., Cost Estimation Handbook for the Australian Mining Industry, AusIMM, 1993
7. Mular, B., Mineral processing plant Design, SME, 1985





درس پیش‌نیاز ---	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	بررسی‌های فنی و اقتصادی در معادن زیرزمینی
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

فراگیری عملی و کاربردی مطالعات امکان‌سنجی در پروژه‌های معدنی زیرزمینی

#### سرفصل درس:

- مروری بر مطالعات امکان‌سنجی با تمرکز بر معادن زیرزمینی
  - چک لیست مطالعات امکان‌سنجی در معادن زیرزمینی
  - مقایسه و تحلیل گزینه‌های مهم فنی در معادن زیرزمینی از دیدگاه اقتصادی و نقش آن‌ها در قیمت تمام شده استخراج
  - روش‌ها و چگونگی کاهش هزینه و افزایش درآمد در معادن زیرزمینی
  - بهینه‌سازی مؤلفه‌های فنی و اقتصادی معادن
  - برنامه ریزی تولید معادن زیرزمینی
  - ارائه یک مثال: یک مورد انجام شده به تفصیل برای کلیه مراحل اعم از فنی و اقتصادی و تصمیم‌گیری
  - کار عملی (یک واحد - دو ساعت) یا پروژه
  - ✓ طرح یک مسئله برای هر گروه از دانشجویان
  - ✓ ارائه کار هر گروه در کلاس
- ⊕ دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجویان در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Hartman, H.L., Mining Eng. Handbook; SME, Chapter 6.3, 1992.
2. Hustrulid, W., Underground Mining Methods Handbook, SME, 1978
3. مجموعه کتب راهنمای برآورد هزینه پروژه‌های معدنی



درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	بررسی‌های فنی و اقتصادی در معادن سطحی
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

فراگیری عملی و کاربردی مطالعات امکان‌سنجی در پروژه معدنی روباز یا کواری

سرفصل درس:

- مروری بر مطالعات امکان‌سنجی (فنی و اقتصادی) با تمرکز بر معادن سطحی
  - چک لیست مطالعات امکان‌سنجی در معادن سطحی (روبار یا سنگ‌های تزئینی و نما)
  - مقایسه و تحلیل گزینه‌های مهم فنی در معادن روباز از دیدگاه اقتصادی و نقش آن‌ها در قیمت تمام شده استخراج
  - روش‌ها و چگونگی کاهش هزینه و افزایش درآمد در معادن سطحی
  - روش اختیارات حقیقی و بکارگیری آن در ارزیابی پروژه‌های معدنی (ROV) Real Options Valuation
  - بهینه‌سازی مؤلفه‌های فنی و اقتصادی معادن
  - برنامه ریزی تولید معادن
  - بازاریابی و تجارت مواد و محصولات معدنی
  - اصول مکان‌یابی بهینه تأسیسات معدنی
  - ارائه یک مثال: مورد انجام شده به تفصیل برای کلیه مراحل اعم از فنی و اقتصادی و تصمیم‌گیری
  - کار عملی (یک واحد- دو ساعت) یا پروژه
  - ✓ طرح یک مسئله برای هر گروه از دانشجویان
  - ✓ ارائه کار هر گروه در کلاس
- دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجویان در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

### مراجع:

1. Hustrulid, W., Open pit mine planning and design, Balkama, 1995.
2. Hartman, H.I.; Mining Eng. Handbook, SME, Chapter 6.3, 1992.
3. Kennedy, B.A.; Surface Mining, SME, 1992.

۴. مجموعه کتب راهنمای برآورد هزینه پروژه‌های معدنی





درس پیش‌نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	تحلیل ریسک
			۲	
.....	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

- آشنایی با فرآیند تحلیل ریسک و روش‌ها و ابزارهای مورد نیاز جهت تحلیل ریسک‌های عملیاتی و مالی در ارزیابی پروژه‌های معدنی.

سرفصل درس:

مقدمه‌ای بر ریسک و تحلیل ریسک

استاندارد مدیریت ریسک Risk Management Standard

فرآیند تحلیل ریسک

✓ برنامه ریزی ریسک Risk Planning

✓ ارزیابی ریسک Risk Assessment

✓ واکنش به ریسک Risk Treatment

روش‌های تحلیل ریسک

✓ تجزیه و تحلیل حالات خطا و اثرات آن FMEA

✓ تحلیل خطر و قابلیت عملیاتی HAZOP

✓ تحلیل اگر-چه ساخت یافته SWIFT

✓ تحلیل درخت خطا Fault Tree Analysis

✓ تحلیل درخت رویداد Event Tree Analysis

✓ شبکه‌های بیز Bayesian Networks

ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها در شرایط عدم قطعیت

✓ تخمین‌های سه گانه در ارزیابی پروژه‌ها

✓ تحلیل حساسیت

✓ قاعده‌های تصمیم‌گیری برای ارزیابی پروژه‌ها

✓ درخت تصمیم

✓ ضرب تغییرات

✓ تحلیل همبستگی



✓ شبیه سازی جریان های نقدی  
 ارزش در معرض خطر (VaR) برای ریسک های مالی  
 ویژگی های قراردادهای اختیار  
 اختیارهای واقعی و ارزش گذاری آنها  
 تحلیل شرایط بحرانی پروژه  
 ریسک ذخیره (منابع معدنی) بر تعیین عیار حد  
 تاثیر ریسک بر محاسبه ی حداقل نرخ جذب کننده

• دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می پذیرد.

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

مراجع:

1. Aven, T. Risk Analysis: Assessing Uncertainties Beyond Values and Probabilities, John Wiley & Sons Ltd, 2008.
2. Aven, T. Foundations of Risk Analysis: A Knowledge and Decision-Oriented Perspective. John Wiley & Sons, Ltd. 2003.
3. Hull, J.C., Options, Futures, and other Derivatives, 8th Edition, Pearson Prentice Hall, Inc, 2012.
4. Mun, J. Real Options Analysis Course Business Cases and Software Applications, John Wiley and Sons, Inc., 2003.
5. Blank, L. and Tarquin, A. Engineering Economy, 7th edition, McGraw-Hill, 2011.
6. Mackenzi, B.W., The economics of mineral Exploration, Queen's University, 1994.
7. Sternole, F.J., Economic Evaluation and Investment Decision Methods, Investment Evaluations Corporation , 1993.
8. Forries, T.F., Evaluating mineral projects , AIME , 1998.
9. IAEA, Guidebook on the development of projects for Uranium Mining and Ore processing.



مدیریت و کنترل پروژه	تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز ....
	۲			
	تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	
	۳۲			
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم و مشخصات کاری پروژه شامل زمان، هزینه و پارامترهای کیفی و فنی اجرایی، مبانی و تکنیک‌های مدیریت و کنترل پروژه، برنامه‌ریزی، زمان بندی، سازماندهی و کنترل فعالیت‌ها (با تمرکز بر پروژه‌های معدنی).

#### سرفصل درس:

- اصول مدیریت و کنترل پروژه (تعریف و سازمان پروژه، دوره زمانی، وظایف مدیریت پروژه، ...)
  - معرفی روش‌های برنامه‌ریزی شبکه و ساختار شبکه (اطلاعات و روش‌های تهیه اطلاعات، ترسیم و تنظیم شبکه، قوانین رسم شبکه مسیر بحرانی، ...)
  - محاسبات زمانی (تاریخ وقوع رویدادها، شناوری زمان، مسیرهای شبکه، مسیر بحرانی-CPM، فعالیت‌های بحرانی، ... به هنگام نمودن شبکه‌ها ...)
  - موازنه زمان - هزینه (مدلهای بررسی زمان - هزینه، هزینه‌های پروژه، ضریب زاویه هزینه، تغییرات مجموع هزینه‌ها و زمان بهینه، روش‌های ابتکاری در موازنه زمان - هزینه، ...)
  - نمودارهای گانت و شبکه‌های دارای مقیاس زمان (نمودار گانت، تبدیل CPM به گانت)
  - روش‌های تخصیص و تسطیح منابع
  - برآورد زمان
  - شبکه‌های دارای زمان احتمالی (PERT)، اصول و کاربرد آمار و احتمال در مدیریت پروژه، برنامه‌ریزی پروژه به وسیله PERT، اشاره به کاربرد شبیه سازی مونت کارلو...
  - شبکه‌های دارای فعالیت‌های احتمالی (GERT)
  - کنترل هزینه (نمودار کنترل جریان نقدینگی، شاخص‌های هزینه و پیشرفت)
  - آشنایی با نرم افزارهای مرتبط (Primavera, PERT/ TIME, MS Project)
  - روش‌های مدیریت پروژه‌های معدنی به تفکیک اکتشاف بهره برداری و کارخانجات صنایع معدنی پروژه‌های احداث فضاهای زیرزمینی
  - ارائه مطالعه موردی به کمک نرم افزار با تمرکز بر پروژه‌های معدنی
- \* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طریق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

### منابع:

- ۱- حاج شیر محمدی، علی، مدیریت و کنترل پروژه، جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان، ۱۳۶۷
- ۲- بانکی، محمد تقی، برنامه‌ریزی شبکه‌ای
- ۳- نادری پور، محمود، برنامه‌ریزی و کنترل پروژه
- ۴- پخشایی شهر بایگی، محمدعلی، اصول دانش مدیریت پروژه، انتشارات آرون، ۱۳۸۰





درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۲	تحقیق در عملیات پیشرفته
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

#### اهداف کلی درس:

استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی پویا، عدد صحیح، مدل‌های احتمالی و برنامه‌ریزی غیر خطی در تصمیم‌گیری‌ها

#### سرفصل درس:

- مروری بر برنامه‌ریزی خطی (روش برداری، مدل‌سازی در برنامه‌ریزی خطی، روش سیمپلکس، سیمپلکس اصلاح‌شده، برنامه دوگان، تئوری بازی‌ها، تئوری حمل و نقل، تحلیل حساسیت ...)
- برنامه‌ریزی پویا (اصول و تعاریف، عناصر مدل، معادله برگشت، محاسبه برگشت به جلو و عقب، حل مسائل خطی به صورت پویا، حالات مختلف برنامه‌ریزی پویا)
- برنامه‌ریزی اعداد صحیح (تعریف و کاربرد برنامه‌ریزی اعداد صحیح؛ روش‌های حل مسائل برنامه‌ریزی خطی؛ روش ضمنی در برنامه‌ریزی صفر و یک...)
- مدل‌های احتمالی (مروری بر تئوری احتمالات، تئوری تصمیم‌گیری و بازی، تصمیم‌گیری در شرایط ریسک، تئوری بازی، روش‌های حل تئوری بازی، تئوری صف)
- برنامه‌ریزی غیرخطی (اصول کلاسیک بهینه‌سازی، مسایل بدون محدودیت، مسائل با محدودیت، برنامه‌ریزی کوادراتیک، برنامه ریزی مسائل جدا پذیر)
- آشنایی با برنامه‌های کامپیوتری (سیمپلکس، عدد صحیح، صفر و یک، تئوری صف، برنامه‌ریزی غیرخطی ...)
- ارائه مطالعه موردی یا تمرکز بر پروژه‌های معدنی

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



## روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

## منابع:

۱. اسغریور، جواد؛ تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات (۱ تا ۴)، انتشارات دانشگاه تهران
۲. اسغریور، محمدجواد؛ کاربردهای برنامه‌ریزی خطی
۳. آریانزاد میربهادر قلی؛ برنامه‌ریزی خطی، دانشگاه علم و صنعت
۴. طه، حمدی؛ آشنایی با تحقیق در عملیات
۵. هیلیر و لیبرمن. "تحقیق در عملیات- برنامه‌ریزی ریاضی"، جلد اول و دوم، ترجمه: دکتر محمد یزدی و دکتر آصف وزیری؛ انتشارات، (۱۳۶۶)، تهران.
۶. بردلی، استیفن، هکس، آرنولد و مگنتتی، تامس، "برنامه‌ریزی ریاضی"، ترجمه: هدایت ذکایی آشتیانی و حسین تقی‌زاده، موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، تهران، (۱۳۸۰).
۷. طه، حمدی، "آشنایی با تحقیق در عملیات"، جلد اول، ترجمه: محمد باقر یازرگان، مرکز نشر دانشگاهی، (۱۳۶۶)، تهران.
۸. بازارا، مختار، جارویس، جان و شرالی، حنیف، "برنامه‌ریزی خطی"، ترجمه دکتر اسماعیل خرم، نشر کتاب دانشگاهی، تهران، (۱۳۸۲).
۹. رائو، اس. اس. "بهینه‌سازی ریاضی"، ترجمه: شهیدی‌پور، سید محمد مهدی، جلد اول، انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد، (۱۳۷۳).
10. Wayne L. Winston , Operations Research - Applications and Algorithms (with CD-ROM and InfoTrac), Indiana University , 4th Edition , Duxbury Press, 2004
11. .F. S. Hillier, Gerald J. Lieberman, Introduction to Operations Research, Seventh Edition, Mc Graw-Hill Inc., New York, (2001).



## ب: دوره دکتری

### مشخصات برنامه

#### ۱- تعریف و هدف

دوره دکتری مهندسی معدن بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی در این زمینه است که به اعطای مدرک می انجامد و رسالت آن تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه‌های مختلف علوم و فناوری در رفع نیازهای کشور و گسترش مرزهای دانش مؤثر باشند.

محور اصلی فعالیت‌های علمی دوره دکتری، به تناسب موضوع، تحقیق نظری، تحقیق تجربی و یا تلفیقی از این دو است و آموزش وسیله برطرف ساختن کاستی‌های اطلاعاتی داوطلب و هموار ساختن راه حصول به اهداف تحقیق می‌باشد.

هدف از دوره دکتری مهندسی معدن، ضمن احاطه یافتن بر آثار علمی مهم در یک زمینه خاص از مهندسی معدن، رسیدن به یک یا چند مورد از موارد زیر است:

- آشنا شدن با روش‌های پیشرفته تحقیق و کوشش برای نوآوری در این زمینه
- دستیابی به جدیدترین مبانی علمی، تحقیقاتی و فناوری
- نوآوری در زمینه‌های علمی، تحقیقی و کمک به پیشرفت و گسترش مرزهای دانش
- تسلط یافتن بر یک یا چند امر، همچون تعلیم و تحقیق و برنامه‌ریزی، اجرای هدایت و نظارت و ارزیابی، تجزیه و تحلیل و حل مسائل علمی و گشودن مشکلات عملی جامعه در یکی از زمینه‌های مهندسی معدن

#### ۲- نقش و توانایی

از فارغ‌التحصیلان دوره دکتری انتظار می‌رود که ضمن اشراف بر آخرین یافته‌های علمی و اجرایی تخصص مربوط به خود، در مواردی که در حین طرح و اجرای یک پروژه معدنی راه حل مشخص و مدونی وجود ندارد قادر باشند با استفاده از آموزه‌های دوران تحصیل خود (بخش آموزشی و پژوهشی)، راه حل مناسب، بهینه و قابل قبول در سطح جامعه حرفه‌ای ارائه نمایند. بخش دیگری از فعالیت فارغ‌التحصیلان این دوره تدریس در دانشگاه‌ها و تربیت مهندسی معدن توانمند در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی می‌باشد که بالطبع انتظار می‌رود در تولید علم و تبدیل علم به ایده و ثروت نقش موثری داشته باشند.



### ۳- شرایط پذیرش دانشجو

شرایط ورود به دوره دکتری مهندسی معدن مطابق با آئین نامه مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی بوده و در این راستا موارد زیر نیز مد نظر می‌باشد.

الف - داشتن مدارک کارشناسی ارشد در رشته‌ی مهندسی معدن و یا سایر رشته‌های مهندسی کاملاً مرتبط

تبصره: داوطلبان پذیرفته شده با مدارک به غیر از کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی معدن، می‌بایست دروس جبرانی تعیین شده توسط کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده را با توجه به کمیته‌های تخصصی مربوط بگذرانند.

ب- برگزاری امتحانات کتبی و شفاهی اختصاصی جهت ورود به دوره دکتری، تابع قوانین وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد.

ج- پذیرش، تشخیص و تأیید صلاحیت علمی داوطلب در ورود به دوره دکتری نهایتاً به عهده دانشکده پذیرنده، زیر نظر مدیریت دانشگاه و با توجه به مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد.

### ۴- طول دوره و شکل نظام

دوره دکتری مهندسی معدن دارای دو مرحله آموزشی و پژوهشی (تدوین رساله) می‌باشد. نحوه ورود و خاتمه هر مرحله، و حداقل و حداکثر طول دوره مطابق آیین نامه دوره دکتری است.

### ۵- مرحله آموزشی

در مرحله آموزشی دوره دکتری مهندسی معدن، گذراندن ۱۲ تا ۱۸ واحد درسی از دروس دوره‌ی دکتری (غیر از عنوان‌های گذرانده شده در مقطع کارشناسی ارشد) طبق جدول زیر ضروری است.

مجموع واحدهای انتخاب شده از جدول دروس اختیاری دکتری	حداقل ۶ واحد
مجموع واحدهای انتخاب شده از جدول دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی*	حداکثر ۱۲ واحد
مجموع واحدهای درسی در مقطع دکتری	۱۲-۱۸ واحد

\*گروه آموزشی موظف به ارائه‌ی دروسی است که دانشجو در مقطع کارشناسی ارشد نگذرانده باشد.





#### تبصره ۵:

دانشجو موظف است در طول اولین نیمسال تحصیلی، استاد راهنمای خود را انتخاب نماید. در همین زمان کلیات زمینه تحقیقاتی دانشجو و ریز دروس مربوط باید توسط دانشجو وزیر نظر استاد راهنما تهیه و به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده برسد.

#### ۶- امتحان جامع

دانشجویانی که حداقل ۱۲ واحد دروس مرحله آموزشی خود را با موفقیت گذرانده باشند لازم است در آزمون جامع که بر اساس آئین نامه موسسه برگزار می‌گردد شرکت نمایند. این آزمون به صورت کتبی یا شفاهی برگزار شده و دانشجو حداکثر دو بار می‌تواند در آن شرکت نماید.

#### ۷- مرحله تدوین رساله

دانشجویان بعد از تصویب زمینه کلی تحقیقاتی خود می‌توانند فعالیت‌های پژوهشی خود را آغاز نمایند. دانشجویانی که در امتحان جامع پذیرفته می‌شوند، در مرحله تدوین رساله ثبت‌نام می‌کنند. تعداد کل و احدهایی که دانشجو در مرحله تدوین رساله بنام واحد پروژه تحقیقاتی می‌بایست اخذ کند ۱۸ تا ۲۴ واحد می‌باشد که هر نیمسال ۶ واحد آن را ثبت‌نام کند. در هر حال مجموع واحدهای درسی و رساله دانشجو نباید از ۳۶ واحد کمتر باشد. تمدید مراحل آموزشی و پژوهشی یا توجه به سنوات دانشجو و مطابق آئین نامه دکتری خواهد بود. ثبت‌نام و اخذ واحدهای رساله لزوماً به معنی تصویب و قبول رساله نیست و ارزیابی رساله مطابق با آئین نامه دوره دکتری انجام می‌شود.

#### تبصره ۱

دانشجو موظف است حداکثر یک نیمسال بعد از قبولی در آزمون جامع پیشنهاد نهایی رساله خود را با راهنمایی و همکاری اساتید راهنما و مشاور تهیه نموده تا توسط استاد راهنما در جلسات شورای گروه، تخصصی و کمیته بررسی پیشنهاد رساله از موضوع رساله و چارچوب کلی آن دفاع شود.

#### تبصره ۲

ا. جهت بررسی پیشرفت کار رساله، دانشجو موظف است هر شش ماه یکبار گزارش مراتب را به کمیته مشاورین رساله (مشکل از استاد راهنما و مشاورین) ارائه نماید.

ب. در راستای ارزیابی کارهای انجام شده، دانشجو گزارش پیشرفت کار رساله را در انتهای هر سال (از آغاز مرحله پژوهش) به کمیته تخصصی بررسی و هدایت رساله مشکل از استاد راهنما و مشاورین رساله و تعدادی از اساتید داخل یا خارج از موسسه در ترکیب کمیته ارزیابی پیشنهاد گروه تخصصی و تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده تعیین می‌شود، ارائه می‌نماید.

ج. توصیه می‌شود نماینده (یا هیئت نمایندگان) حاضر در کمیته تخصصی بررسی و هدایت هر رساله از هیأت داوران آن رساله باشند.



د. تغییر استاد راهنما و یا موضوع رساله، تنها یک بار و با تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده امکان پذیر می باشد؛ بدیهی است ستوات تحصیلی دانشجو نباید از حداکثر مدت مجاز تجاوز کند.

### تبصره ۳

پس از تکمیل و تدوین رساله در موعد تعیین شده و تائید کیفیت علمی و صحت مطالب آن از طرف استاد راهنما، دانشجو موظف است از رساله دکتری خود در حضور هیأت داوری دفاع نماید.

### ۸- دروس مرحله آموزشی دوره دکتری

اخذ دروس دوره دکتری باید به صورت زیر انجام گیرد:

- حداقل دو درس دوره دکتری می بایست از بین دروس ارائه شده در جدول دروس اختیاری دکتری و با ارزش مجموع ۶ واحد انتخاب شود.
- بقیه دروس دوره دکتری می بایست به تشخیص گروه آموزشی و از بین دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی تا سقف ۱۲ واحد انتخاب گردد.
- گروه آموزشی موظف به ارائه دروسی است که دانشجو در مقطع کارشناسی ارشد نگذرانده باشد.
- در دوره دکتری، در صورت تأیید استاد راهنما و گروه مربوط، دانشجو می تواند حداکثر دو درس خود را از سایر رشته های مهندسی معدن و یا سایر رشته های مرتبط اخذ نماید.
- اگر دانشکده ای مایل به ارائه یک یا چند درس اختیاری تحصیلات تکمیلی باشد که در لیست دروس ارائه شده توسط وزارت نباشد، می باید عنوان و سیلابس درس پیشنهادی را پس از تأیید مراجع ذی صلاح دانشگاه جهت بررسی به دفتر برنامه ریزی آموزش عالی وزارت علوم ارسال نماید.
- دکتری مهندسی معدن در چهار رشته تخصصی فراوری مواد معدنی، مکانیک سنگ، استخراج مواد معدنی و اکتشاف مواد معدنی ارائه می شود.
- دروس سمینار ۱ و ۲ هر کدام به ارزش ۱ واحد و یا هدف تهیه پروپوزال رساله دکتری می باشد، سمینار ۱ در سطح عمومی و سمینار ۲ در سطح تخصصی زمینه تحقیقاتی صورت می پذیرد.



## جدول دروس:

### ۱- فراوری مواد معدنی:

#### ۱-۱- دروس اختیاری دکتری

باید حداقل ۶ واحد از جدول زیر انتخاب شود:

#### جدول دروس اختیاری دکتری فراوری مواد معدنی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	تعداد ساعت
۱	شیمی محلول	۳	۳	-	نظری	۴۸
۲	مدل سازی و شبیه سازی پیشرفته سیستم های فراوری مواد معدنی	۳	۳	-	نظری	۴۸
۳	کنترل و دفع مواد زائد و پساب ها	۳	۳	-	نظری	۴۸
۴	مدیریت صنعتی در معادن و کارخانه های فراوری مواد معدنی	۳	۳	-	نظری	۴۸
۵	الکتروشیمی در فراوری مواد معدنی	۳	۳	-	نظری	۴۸
۶	کنترل فرایندهای فراوری مواد معدنی	۳	۳	-	نظری	۴۸
۷	سمینار ۱	۱	۱	-	-	-
۸	سمینار ۲	۱	۱	-	-	-

#### ۱-۲- دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی

- این دروس به تشخیص گروه آموزشی و تا سقف ۱۲ واحد از جدول دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی انتخاب می شود. بدیهی است دروسی که دانشجو در دوره کارشناسی ارشد خود گذرانده است نمی تواند مجدداً در دوره دکتری اخذ نماید.
- در دوره دکتری، در صورت تایید استاد راهنما و گروه مربوط، دانشجو می تواند حداکثر دو درس خود را از سایر رشته های مهندسی معدن و یا سایر رشته های مرتبط اخذ نماید.



## سرفصل دروس اختیاری دکتری فراوری مواد معدنی





درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	شیمی محلول
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Solution Chemistry

اهداف کلی درس: آشنایی با شیمی محلول در محیط‌های مختلف از نظر تعادل ترمودینامیک، سینتیک و ماهیت واکنش‌ها و کنترل محیط، آشنایی با رفتار مواد معدنی در فرایندهای شیمیایی

#### سرفصل درس:

کلیات: مفاهیم اولیه، ضرورت و کاربرد آن در فرایندهای مختلف مانند آسیا، فلوتاسیون و هیدرومتالورژی

طبقه بندی مواد معدنی از دیدگاه شیمی محلول و ویژگی‌های مواد، خواص، نوع و شبکه‌های بلوری در مورد کانی‌های کم محلول، بسیار کم محلول و غیر محلول در آب

طبقه بندی کانی‌ها با توجه به رفتار آن‌ها در فرایندهای شیمیایی

تعادل شیمیایی در محیط‌های آبی: اندرکنش، تئوری ذبی هوکل، معادلات پیتزر (pitzer)، الکترولیت‌های ترکیبی، ثابت تعادل و ترمودینامیک، مثال‌های نمونه

شیمی سطح و شیمی کلوئیدی: خواص سینتیکی، فصل مشترک‌ها، خواص الکتریکی، حالت و پایداری کلوئیدی، رئولوژی محیط و امولسیون

ترمودینامیک واکنش‌ها در شیمی محلول، اکسایش و کاهش سیستم‌ها، ترمودینامیک محلول‌های الکترولیت، رسوب فلزات از محلول به روش احیاء یا هیدروژن، رسوب ترکیبات از محلول

دیاگرام‌های Eh-pH برای سیستم‌های مختلف و کاربرد آن‌ها

الکتروشیمی و اندرکنش در شیمی محلول - سولفیدهای صنعتی: (پلاروگرافی-ولتامتری جرخشی، کروئوآمپرومتری، ولتامتری خطی، کروئوولتامتری)

سینتیک واکنش‌های هتروژن در هیدرومتالورژی: کنترل انتقال، کنترل شیمیایی، روش‌های آزمایشگاهی برای مطالعه سینتیک انحلال مواد اولیه و کنسانتره سینتیک، رسوب فلزات از محلول به وسیله گازها، مثال‌های کاربردی

شیمی فرایندهای انحلال: بررسی انحلال سیلیکات‌ها و سولفیدها

« دانشجو موظف است در غالب منابع نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. J.F. Zemaitis, (1986), Aqueous electrolyte chemistry-Aich-E. USA.
2. L. Burkhart, (1986), Aqueous precipitation in hydrometallurgy ATME-USA.
3. A.R. Burkin, (2001), Chemical hydrometallurgy, theory and practice, Imperial college press-UK.
4. D. Shah, (1985), Introduction to colloid and surface chemistry, Butterworths London.
5. C.K. Gupta & T. K. Mukherjee, (1990), Hydrometallurgy in Extraction Processes, Vol 1 & 2, CRC Press.
6. E. Jackson,(1986), Hydrometallurgical Extraction and reclamation, Ellis Horwood.
7. Other books on: - kinetics of reaction

-Chemistry of leaching



درس پیش نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	مدل سازی و شبیه سازی پیشرفته سیستم های فراوری مواد معدنی
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Advanced Modeling and Simulation of Mineral Processing Systems

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با مدل های ریاضی فرایندهای فراوری مواد معدنی شامل خردایش، طبقه بندی و جدایش و شبیه سازی رایانه ای مدارها با چیدمان های رایج در کارخانه های فراوری مواد معدنی  
 آشنایی بیشتر با مفاهیم مطرح در مهندسی فرایند و مدل سازی ریاضی فرایندهای مختلف مورد استفاده در کارخانه های فراوری مواد معدنی  
 آشنایی بیشتر با کاربرد شبیه سازی در طراحی کارخانه های جدید  
 توانایی بیشتر دانشجویان برای استفاده از شبیه سازی رایانه ای برای بهینه سازی عملکرد کارخانه های فراوری مواد معدنی در حال کار

#### سرفصل درس:

مدل سازی و شبیه سازی پیشرفته در:

- توزیع اندازه ذرات
  - آزادی کانی
  - طبقه بندی اندازه ذره
  - خردایش
  - جدایش جامد - مایع
  - جدایش نقلی
  - جدایش مغناطیسی
  - فلوتاسیون
  - شبیه سازی کارخانه های کانه آرای
  - کار با نرم افزارهای مختلف مورد استفاده در مدل سازی و شبیه سازی کارخانه های فراوری مواد معدنی مانند PFC3D و MODSIM
- \* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



درس پیش نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۳	مدیریت صنعتی در معادن و کارخانه‌های فراوری مواد معدنی
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Industrial Management in Mines and Mineral Processing Plants

#### اهداف کلی درس:

آشنایی با مبانی و مفاهیم علم مدیریت و نیز نگرش و رفتار فردی و سازمانی در معادن و کارخانه‌های فراوری مواد معدنی

#### سرفصل درس:

تاریخچه و سیر تکوین و تحول دانش مدیریت و آشنایی با مکاتب فکری مدیریت در یک‌صد سال اخیر  
 سازمان دهی، انواع ساختارهای سازمانی و نقش آن در کندی و یا پیشرفت امور، مثال از ساختار سازمانی معادن و کارخانه‌های  
 فراوری مواد معدنی، ساختارهای سازمانی مراکز تحقیق و توسعه  
 اصول برنامه ریزی فعالیت‌های معدنی  
 هدایت، رهبری، انگیزش، آموزش و تحقیقات  
 آشنایی با انواع و طبقه بندی مهارت‌های مدیران معدنی  
 اصول مکان یابی و طراحی صنعتی کارخانه‌های فراوری و معادن  
 اصول مدیریت و مدل‌های برنامه ریزی تولید و عملیات معدنی  
 مدیریت کیفیت در معدن کاری و فراوری مواد معدنی  
 مدیریت مالی، اقتصادی در سرمایه گذاری در معادن  
 مدیریت زنجیره تامین کارخانجات فراوری و مواد اولیه  
 اصول ارزیابی، سنجش عملکرد، نظارت و کنترل در فعالیت‌های معدنی  
 مبانی و تکنیک‌های ارزیابی بهره وری  
 مبانی اقتصاد خرد و بکارگیری در فعالیت‌های معدنی  
 تعمیر و نگهداری تجهیزات و ماشین آلات در معادن و کارخانجات  
 مبانی و تکنیک‌های برنامه ریزی استراتژیک در فعالیت‌های معدنی  
 بکارگیری تکنیک‌های تحقیق در عملیات در فعالیت‌های معدنی و صنایع معدنی  
 مدل های کمی تصمیم گیری در مدیریت فعالیت‌های معدنی و صنایع معدنی  
 ایمنی و شاخص‌های عملکردی آن در صنایع معدنی  
 مدل‌های کمی تحلیل ریسک و بحران در معادن





مدیریت منابع انسانی، مدیریت HSE و بازیافت مواد معدنی، مدیریت انرژی  
 مدیریت بازرگانی و آشنایی با قوانین تجارت و شرکت‌های معدنی  
 کارآفرینی و کار گروهی در فعالیت‌های معدنی  
 اصول و مبانی مدیریت پروژه های صنعتی و معدنی

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	-
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. داوود پور، حمید، مدیریت تولید، چاپ دهم، ۱۳۸۵
2. Scott G Britton, Organizational management: analyzing your management structure to improve underground mine supervisory training programs, Mining science and Technology, Volume 1, Issue 1, October 1983, Pages 77-86.
3. Qi-Yuan Lin, Yen-Laing Chen, Jiah-shing chen and Yu-chen chen, Mining inter- organizational relating knowledge for an alliance formed by competitive firms, Information 7 management, Volume 40, Issue 5, May 2003, Pages 431-442.
4. John J.Sammarco, Operationalizing normal accident theory for safety – related computer systems, safety Science, Volume 43, Issue 9, November 2005, Pages 697- 714.
5. Imai, M, Kaizen-The key to Japan competitive success, McGraw Hill, 1991.
6. 6-Kath, R, Paradigms in economic development, printed in USA, 1993.
7. Coventry, W. F., Management made simple, 2002.
8. Iwao, K., 20 Keys to workplace improvement, 1995.
9. Trencce, R. M., People in organizations- Organization behavior background, 1996
10. Korman, A.K., Organizational Behavior, 2002.
11. Daft, R.L., Organization theory and design, (Vol 1&2), 2004
12. Benisun,M., Kisun,J., Manpower planning, 1996.



درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۳	الکتروشیمی در فرآوری مواد معدنی
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Electrochemistry in Mineral Processing

#### اهداف کلی درس:

ارزیابی نقش پارامترها، شاخص‌ها و واکنش‌ها الکتروشیمیایی در فرآیندهای مختلف فرآوری مواد شامل خردایش، فلوتاسیون، جداسازی فازها، هیدرو و الکترو متالورژی و آموزش کاربرد روش‌های الکتروشیمیایی در محور فرآوری مواد

#### سرفصل درس:

مروری بر مباحث الکتروشیمی در شیمی پالپ و فلوتاسیون  
 تشریح الکتروشیمی تعادلی در سیستم‌های چند فازی و بررسی توابع ترمودینامیکی و روابط انتقال جرم  
 بررسی توابع ترمودینامیکی حاصل از اندازه‌گیری پتانسیل و محاسبه انحلال از داده‌های الکتروشیمیایی  
 الکتروشیمی و پدیده‌های سطحی و کاربرد آن در فرآوری مواد  
 روش‌های دستگاهی اندازه‌گیری پارامترها و شاخص‌های الکتروشیمیایی در سیستم‌های جامد-مایع  
 جایگاه الکتروشیمی در خردایش و فعال‌سازی مکانیکی (مکانوشیمیایی) مواد معدنی  
 بررسی نقش شاخص‌های الکتروشیمیایی در فرآیند جذب مواد شیمیایی در سیستم‌های جامد-مایع و گاز  
 نقش شاخص‌های الکتروشیمیایی در شکل‌گیری سیستم‌های گالوانیکی در جامدات (کانی‌های سولفیدی)  
 تشریح و ارزیابی نقش پارامترهای الکتروشیمیایی در بیولچینگ  
 الکتروبیولچینگ مواد معدنی به ویژه کانی‌های سولفیدی  
 خوردگی و روش‌های کنترل آن در سیستم‌های فرآوری مواد  
 مثال‌های کاربردی الکتروشیمی در فرآوری مواد  
 سمینار و مباحث ویژه الکتروشیمی در فرآوری مواد

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



## روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

## منابع:

1. F.M. Doyle, G.H. Kelsall, R. Woods " Electrochemistry in Mineral and Metal Processing" Electrochemical Society, 2003
2. K. Wandelt, S. Thurgat "Solid-Liquid Interface" Springer, 2003
3. C.G.Zoski " Handbook of Electrochemistry" Elsevier, 2007
4. R. Alkire, D. M. Kolb, J. Lipkowski, P. N. Ross "Advances in Electrochemical Science and Engineering" Vol 9, Wiley, 2006
5. R. Alkire, D. M. Kolb "Advances in Electrochemical Science and Engineering" Vol 7, Wiley, 2002
6. H. Gerischer, C. W. Tobias ""Advances in Electrochemical Science and Engineering" Vol 2, Wiley, 1992
7. International Journal of Mineral Processing - Elsevier, [www.journals.elsevier.com](http://www.journals.elsevier.com)
8. Hydrometallurgy - Journal - Elsevier, [www.journals.elsevier.com](http://www.journals.elsevier.com)
9. Journal of The Electrochemical Society, [www.electrochem.org](http://www.electrochem.org)
10. Academician A.N. Frumkin, an outstanding physical chemist. The journal covers ...
11. Journal of Applied Electrochemistry, [www.springer.com](http://www.springer.com)



درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۳	کنترل فرایندهای فراوری مواد معدنی
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Control of Mineral Processing Systems

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

کنترل و اهداف آن در فراوری مواد معدنی

مرور بر مبنای کنترل

- انواع بیکره بندی سیستم‌های کنترلی (Feedback, Feedforward, Interferential)
- انواع کنترلرها (P, PI, and PID)
- کنترلرهای خطی و غیر خطی
- مدل‌سازی دینامیک برای سیستم‌های کنترلی

- تابع تبدیل لاپلاس

- z-transform

- شناسایی سیستم‌ها

طراحی و آنالیز سیستم‌های کنترلی پسخور (Feedback Control) و پیشخور (Feedforward Control)

سیستم‌های کنترل چند حلقه‌ای (Multiple loops)

- Cascade control

- Selective control systems

- Split-range control

طراحی سیستم‌های کنترلی برای فرایندهای چند متغیره (Multivariable control)

آشنایی با فیلتر کردن داده‌ها

آشنایی با کنترل پیشرفته (Adaptive control, Predictive control)

آشنایی با حسگرهای نرم در فراوری مواد معدنی (تخمینگرهای جریان و عیار، آنالیز تصویر و ...)

♦ دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر اسناد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.





## روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

## منابع:

1. Flintoff, B.C., Mular, A.L., 1992, A practical guide to process controls in minerals industry, Gastown Printers Ltd., Vancouver, B.C., Canada.
2. Liptak, B.G., 1995. Process control. Butterworth-Heinemann Ltd.
3. Liptak, B.G., 1995. Process measurement and analysis. Butterworth-Heinemann Ltd.
4. King, R.P. , 2001. Modeling and simulation of mineral processing systems. Butterworth-Heinemann Ltd.
5. Glen, H.W., 1993. Measurement, control and optimization in mineral processing. The South African Institute of Mining and Metallurgy.
6. Scheiner, B.J., Stanley, D.A., Karr, C.L. 1993. Emerging computer techniques for the minerals industry. SME Inc., Littleton.
7. Sbarbaro, D., Del villar, R., 2010. Advanced Control and Supervision of Mineral Processing Plants, Springer.

۸. بتیسی، صد و یار احمدی، محمد رضا، موازنه جرم در مدار سیستم فراوری مواد، انتشارات دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ویرایش دوم.

۱۳۹۱



## ۲- مکانیک سنگ:

### ۱-۲- دروس اختیاری دکتری

باید حداقل ۶ واحد از جدول زیر انتخاب شود:

جدول دروس اختیاری دکتری مکانیک سنگ

ردیف	نام درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	تعداد ساعت
۱	مکانیک شکست پیشرفته	۳	۳	-	نظری	۴۸
۲	دینامیک سنگ پیشرفته	۳	۳	-	نظری	۴۸
۳	روش‌های تحلیل عددی پیشرفته	۳	۳	-	نظری	۴۸
۴	مکانیک چینه‌ها و روش‌های کنترل	۳	۳	-	نظری	۴۸
۵	حقاری عمیق	۳	۳	-	نظری	۴۸
۶	فرایندهای توأمان در مکانیک سنگ	۳	۳	-	نظری	۴۸
۷	سمینار ۱	۱	۱	-	-	-
۸	سمینار ۲	۱	۱	-	-	-

### ۱-۲- دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی

- این دروس به تشخیص گروه آموزشی و تا سقف ۱۲ واحد از جدول دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی انتخاب می‌شود. بدیهی است دروسی که دانشجو در دوره کارشناسی ارشد خود گذرانده است نمی‌تواند مجدداً در دوره دکتری اخذ نماید.
- در دوره دکتری، در صورت تایید استاد راهنما و گروه مربوط، دانشجو می‌تواند حداکثر دو درس خود را از سایر رشته‌های مهندسی معدن و یا سایر رشته‌های مرتبط اخذ نماید.



# سرفصل دروس اختیاری دکتری مکانیک سنگ



درس پیش نیاز: ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	مکانیک شکست پیشرفته
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	Advanced Fracture Mechanics
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس: ارائه مبانی تحلیلی و عددی موضوع مهم مکانیک شکست در مصالح مهندسی می باشد. هر دو قسمت مباحث تئوری و بنیادی و مبانی عددی و محاسباتی مکانیک شکست در مسائل ترد، نیمه ترد و با تغییر شکل های ماندگار محدود مورد بررسی قرار می گیرد.

سرفصل درس:

- جایگاه تئوری های تحلیل آسیب
- پلاستیسیته، مکانیک شکست، مکانیک خرابی
- مروری بر مکانیک شکست الاستیک خطی و الاستو- پلاستیک
- روش های عددی در مکانیک شکست
- ترک گسسته (discrete crack) - ترک پخش شده (smearred crack)
- مبانی و فرمول بندی اجزا محدود سینگولار روش های عددی محاسبه K, G و J
- تحلیل شکست خزش و خستگی
- مکانیک شکست دینامیکی
- ریزمکانیک و اصول همگن سازی
- رفتار میکرو و ماکرو شکست
- اصول روش های up-scaling در مواد دارای ریزترک - حل Eshelby ریزترک در محیط نامحدود
- روش های همگن سازی (homogenization) - خواص مکانیکی موثر
- مدل های اندر کنش ریزترک ها:
- تقریب Voigt and Reuss approximation
- الگوی توزیع رفیق (Non-interacting (dilute) distribution
- الگوی Mori-Tanaka model
- الگوی Self-consistent method
- الگوی Differential scheme



- مکانیک خرابی

- امان حجمی معرف (REV)، عملیات averaging
- مدل های خرابی ماکروسکوپی (phenomenological) و ریزمکانیکی (micromechanical)
- متغیر خرابی و یکپارچگی - سطوح خرابی (ناتسور کرنش خرابی، صلیبیت و متغیر خرابی)
- اصول تنش، کرنش و انرژی موثر - قانون جریان خرابی (evolution law)
- تابع تسلیم خرابی (damage criteria) - قانون سخت شوندگی / نرم شوندگی سطح خرابی



- ترمودینامیک خرابی

انلاف انرژی در فرآیند خرابی

تابع انرژی آزاد

نیروی ترمودینامیک متناظر با خرابی

بازگشت ناپذیری (قانون دوم ترمودینامیک)

اثرات اصطکاک ریزترک ها بر خرابی سنگ

اثرات باز و بسته شدن ریزترک ها (Unilateral effects) بر خرابی

مدلهای خرابی همسانگرد و ناهمسانگرد

موضعی شدن کرنش (strain localization) و چندشاخگی (bifurcation)

وابستگی به مش (mesh dependency) و راههای جلوگیری از آن

\* دانشجوی موظف است در قالب میاحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Elasticity, Tensor, Dyadic and Engineering Approaches. Pei Chi Chou and Nicolas J. Pagano.
2. Discontinuity analysis for rock engineering, Priest S.D., 1992.
3. Fundamentals of Discrete Element Methods for Rock Engineering: Theory And Applications, Jing L., Ove S. 2007.
4. Fundamentals of Rock Mechanics. Jaeger and Cook, Third Edition, Chapman and Hall 1972.
5. Elastic and Plastic Fracture by A.G. Atkins & Y-W Mai Ellis Harwood Ltd , Publisher (January 1, 1988)
6. Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, R.W. Hertzberg, and Fourth Edition ISBN-10: 0470527803 | ISBN-13: 978-0470527801.
7. Fracture Processes in Concrete, Rock and Ceramics, Vol.1.by A. Bakker, J.G. Rotts and J.G.M. van Mier Published by CRC Press 1991.
8. Elementary Engineering Fracture Mechanics by David Brick, Kluwer academic publisher 1982.
9. Fracture Mechanics by Nestor Perez Kluwer academic publisher,
10. Fracture mechanics with an introduction to micromechanics by Frederick F. Ling, 2011
11. Engineering Damage mechanics Lemaitre J, Desmorat R. 2005. Berlin: Springer;



درس پیش‌نیاز .....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	دینامیک سنگ پیشرفته
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Advanced Rock Dynamics

### اهداف کلی درس :

#### سرفصل درس:

قوانین حرکت و معادله موج در محیط‌های پیوسته و ناپیوسته

مفاهیم انرژی کرنشی، معادلات موج، امواج ایجاد شده از زلزله و انفجار، انتشار موج در محیط‌های پیوسته و ناپیوسته، میرایی در محیط‌های ناپیوسته، قوانین انتقال و انعکاس موج از سطوح ناپیوستگی‌ها، شرایط مرزی حاکم بر عبور موج از محیط‌های پیوسته و ناپیوسته

دینامیک انفجار سنگ

مکانیزم انفجار و فرآیند احتراق ماده منفجره، مکانیزم تولید و انتشار امواج الاستیک، پلاستیک و شوک در محیط، مکانیزم اندرکنش امواج قوی (امواج شوک، امواج پلاستیک) با محیط‌های سنگی، رفتار سنگ تحت عملکرد امواج با انرژی بالا، دینامیک برخورد در محیط‌های سنگی

خواص دینامیکی و شکست سنگ‌ها

خواص تک محوره، سه محوره، کشش و برش سنگ‌ها و توده سنگ‌ها، آزمایش چگنی فشار بار هایپوستون (SHPB) در خصوصیات کامل (رفتار بعد از شکست) و شکست سنگ‌ها و تحلیل موج در سنگ‌ها، خواص دینامیکی سنگ درزه‌دار.

مهندسی زلزله و پارامترهای موثر در تحلیل لرزه‌ای

تعریف زلزله، خسارات ناشی از زلزله در سازه‌های سطحی و زیرزمینی، گسل‌ها، گسل‌های فعال و صدمات ناشی از حرکت آن‌ها، مفاهیم زلزله شناسی، بزرگی، شدت، میرایی، انرژی زلزله، شتاب، طیف و تاریخچه زمانی زلزله، رخدادهای لرزه‌ای، تعیین ویژگی‌های لرزه‌ای منطقه و زلزله پایه طراحی و تحلیل خطر زلزله.

روش‌های تحلیلی و عددی سازه‌های زیرزمینی تحت بارهای زمین لرزه روش‌های تحلیلی و عددی دینامیکی تحلیل سازه‌های زیرزمینی. تأثیر بارهای دینامیکی بر نگهداری سازه‌های زیرزمینی.

موارد خاص

✓ بارهای دینامیکی ناشی از حرکت قطار و تحلیل آن

✓ بارهای دینامیکی ناشی از بمب‌های شدیدانفجار و تحلیل آن

✓ بارهای دینامیکی سیکلی

© دانشجوی موظف است در قالب مساحت نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



## روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Zhou, Y. & Zhao, J., 2011, Advances in Rock Dynamics and Application, CRC Press.
2. Zhao, J. & Jianchun, L., 2013, Rock Dynamics and Application – State of the art, CRC Press.



درس پیش‌نیاز: ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	روش‌های تحلیل عددی پیشرفته
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	Advanced Numerical Methods
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

آشنایی با روش‌های عددی در حل مسائل مربوط به خاک و سنگ

سرفصل درس:

- مروری بر روش اجزاء محدود خطی:

روش کار مجازی، المان‌های مثلثی، روش اجزاء محدود ایزوپارمتریک

- روش اجزاء محدود غیر خطی (غیرخطی مادی):

بیان انواع معادلات رفتاری غیر خطی و معادلات کلی آن‌ها شامل:

الاستیسته غیرخطی، الاستویلاستیک با جریان‌های همراه و غیر همراه و معادلات دیفرانسیل مربوطه، دیسکو پلاستیسته و معادلات مربوطه

انتگرال گیری از معادلات الاستویلاستیک و دیسکو پلاستیسته به روش صفحات برشی (Cutting Plane) و نزدیک‌ترین نقطه تصویر CPP (Closest Projection Point)

روش نیوتون، رانسون استاندارد برای حل معادلات اجزاء محدود غیر خطی (روش حل غیر صریح)

- المان‌های تماسی (Contact) و درزه، و تماسی سازه خاک

بیان شرایط سینماتیک سطوح تماس، درزه‌ها، معادلات رفتاری مختلف مربوط به سطوح تماس و درزه‌ها (الاستیک، الاستیک پلاستیک)

انتگرال گیری از معادلات رفتاری مربوط به درزه، تماس و تماسی سازه خاک

بیان روش کار مجازی برای درزه‌ها و ارایه المان‌های مربوطه

- حل مسائل در برگرفته فشار آب حفره‌ای

چگونگی در نظر گرفتن فشار آب حفره‌ای در حالت پایا (فشار ثابت)

- حل مسائل تحکیم به روش پیوست

- حل مسائل دینامیک جامدات دینامیکی

معرفی ماتریس جرم، ماتریس استهلاک خطی و طریقه بدست آوردن آن‌ها بیان کلی معادلات دینامیکی خطی به صورت ماتریسی

حل به صورت انتگرال گیری مستقیم، روش تفاضل مرکزی، روش دیلسون و روش نیومارک

برهم گذاری تبدیل به پایه جابجایی عمومی شده مدال (Modal Generalized Displacee)، با در نظر گرفتن استهلاک و بدون در نظر گیری استهلاک

چگونگی تعیین استهلاک رایلی، بیان المان‌های مرزی جاذب

حل مسائل غیر خطی به روش دینامیکی صریح (Explicit)

✽ دانشجوی موظف است در قالب پروژه آموزشی آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.





### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوطه و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

### منابع:

1. Finite Element Procedures: K. J. Balhe published by prentice hall, 1982.
2. Finite Element Hand Book: D. H. Norrie published by Mc Graw Hill, (1993)
3. Non Linear Finite Element Method, Liao



درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۳	مکانیک چینه‌ها و روش‌های کنترل
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Mechanics of Strata and Methods of Control

اهداف کلی درس:

درک بهتر از رفتار لایه‌ها تحت اثر تنش و روش‌های کنترل آن‌ها

سرفصل درس:

- اهمیت کنترل طبقه در مهندسی معدن و توسعه انرژی و کارهای عمرانی

کانی‌ها و فلزات استراتژیک

عرضه و تقاضای انرژی

- آخرین دستاوردها در کاربردهای کنترل طبقه

روش‌های عمده معدنکاری و حفاری

مفاهیم طراحی در مهندسی سنگ

اهمیت و جایگاه داده‌های ژئوتکنیکی

آخرین پیشرفت‌ها و نوآوری‌ها

- بهسازی و تقویت طبقات و چینه‌ها با ملحقات تقویتی (بولت‌ها)

مکانیسم اندرکنش سنگ و نگهداری

بولت‌های مکانیکی و تزریقی

راهنمای طراحی برای سیستم بولت

- کنترل طبقه و توزیع تنش و طراحی پایه‌های زیرزمینی

- کنترل طبقه و توزیع تنش و تغییر شکل‌ها در اطراف کارگاه‌های جبهه‌کار طولانی

تجارب جبهه‌کار طولانی در کشورهای مختلف

مکانیک کنترل طبقه

نشست سطح زمین در طول معدن‌کاری به روش جبهه‌کار طولانی

- کنترل طبقه، توزیع تنش و پایداری چاه‌های معدنی، عمرانی و نفتی

روش‌های متداول کنترل طبقه در چاه‌های معدنی، عمرانی و نفتی

- کنترل پایداری کف فضاها و زیرزمینی و رفتار طبقات

آنالیز ظرفیت باربری (تحمل)

اندازه‌گیری درجای ظرفیت باربری (تحمل)

آنالیز فاکتور برآمدگی

- استخراج نفت به روش معدنکاری - نوآوری‌ها در زمینه توسعه انرژی

روش‌های معدنکاری نفت سنگین



### معدنکاری شیل های نفتی

- کنترل طبقات در تونل های ذخیره سازی و دفع مواد رادیواکتیو
  - وضعیت برنامه ی دفع مواد رادیواکتیو در کشورهای پیشرفته
  - شناسایی میزان نشست مخازن
  - مفاهیم طراحی مخازن
  - مفاهیم کنترل طبقه در طراحی مخزن
  - آزمایش های درجا در سایت های مخزن
  - چالش های ژئوتکنیکی
  - رفتار طبقات در پدیده انفجار سنگ و کنترل آن
  - رخداد انفجار سنگ
  - اندازه گیری ها و آنالیز داده ها
  - تبادل انرژی
  - مکانیسم انفجار سنگ: منبع انرژی جنبشی
  - کنترل مخاطره ی انفجار سنگ
  - طراحی لنگه ها و پایه های زیر آبی
  - اصول بایندار سازی و نگهداری در محیط های استاتیکی و دینامیکی
- ☛ دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

### روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می پذیرد.



پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

### منابع:

1. Evillascusay potvin(ed.), Ground support in mining and underground construction, Balkema, Singapore.
2. Z.T. Bienawski, 1987. Strata control in mineral Engineering, Balkema, Rotterdam.
3. M.J. Jermik, 1987. Ground mechanics in hard rock mining, Balkema, Rotterdam.
4. S. Peng, J. Zhang, 2007. Engineering geology for underground rocks, Springer, New York.
5. A. Hudson, P. Harison, 1997. Engineering Rock Mechanics, Pegramon, UK.
6. Y. Zhao (ed.), 2011. Advances in rock dynamics and applications, CRC Press Book.

درس پیش‌نیاز: ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	حفاری عمیق
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

مکانیزم حفاری و نفوذ در سنگ

روش‌های حفاری عمیق

دکل‌ها و دستگاه‌های حفاری

سیال حفاری

تجهیزات درون گمانه‌ای

منتهای حفاری مغزه‌گیری

طراحی عملیات حفاری عمیق

مانده یابی و تحلیل ریسک

گزارش دهی و تحلیل لاگ گمانه‌ها

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Bourgoyne, Adam T. Millheim, Keith K. Chenevert, Martin E. Young, F.S. Applied Drilling Engineering. SPE, 1986
2. Bourgoyne, A.T. Young, F.S "A Multiple Regression Approach to Optimal Drilling and Abnormal Pressure Detection". SPE, 1974, PP 371-374





3. Yasar, E. Ranjith, P.G. Viete, D.R. "An experimental investigation into the drilling and physico-mechanical properties of a rock-like brittle material". *J. Petroleum Sci. and Eng.* 2011, PP 185-193
4. Lund, J. Cooley, C. Gonzalez, J. Sexton, T. "Laboratory drill rig for PDC bearing and cutter development". *Diamond Tooling J.* 2007, 20-24
5. Speer, John W. "A Method for Determining Optimum Drilling Techniques". Presented at the spring meeting of the Southern District, Division of Production, Houston, Texas, February 1958
6. Garnier, A.J. Lingen, N.H. "Phenomena Affecting Drilling Rates at Depth". SPE, 1959, 232-239
7. Eren, Tuna, "Real-Time-Optimization of Drilling Parameters during Drilling Operations". PhD thesis, The Graduate School Of Natural And Applied Sciences Of Middle East Technical University, 2010



درس پیش‌نیاز: ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	فرایندهای توأمان در مکانیک سنگ
			۳	
نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

آشنایی با تئوری‌های مکانیک جامدات در سنگ

سرفصل درس:

بررسی رفتار دگرشکل پذیری محیط‌های متخلخل در فضای دو بعدی و سه بعدی و به روش‌های تحلیلی و عددی  
 بررسی رفتار دگرشکل پذیری محیط‌های درزه دار و دارای تخلخل دوگانه و به روش‌های تحلیلی و عددی  
 بررسی معیارهای مقاومتی توده سنگ متخلخل در محیط‌های مختلف  
 بررسی معیارهای مقاومتی توده سنگ متخلخل درزه دار و دارای تخلخل دوگانه در محیط‌های مختلف  
 معادلات و محاسبات نفوذپذیری محیط‌های متخلخل درزه دار و دارای تخلخل دوگانه  
 معادلات ترمودینامیکی و برآورد تنش‌های حرارتی و دگرشکل پذیری سنگ‌ها  
 معادلات نفوذ و انتقال در سنگ‌ها و بر روی پدیده‌های انتقال مواد و انحلال شیمیایی  
 پدیده‌های توأمان یک‌طرفه (کوچک) در سنگ‌ها



- روش‌های تحلیلی و عددی پدیده توأمان مکانیکی- نفوذپذیری  
 - روش‌های تحلیلی و عددی پدیده توأمان حرارتی - مکانیکی- نفوذپذیری  
 پدیده‌های توأمان شیمیایی - مکانیکی- نفوذپذیری  
 پدیده‌های توأمان دو طرفه و چند طرفه (بزرگ) در سنگ‌ها  
 - پدیده توأمان تنش- نفوذپذیری  
 مقدمه‌ای بر پدیده‌های توأمان در سنگ‌ها تحت بار دینامیکی

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوطه و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	....		
	عملکردی		
	....		

منابع:

1. Fundamental of Discrete Elements Method, Jing and stephansson, 2008.
2. Fundamental of Rock mechanic, Jaeger, Cook and Zimmerman, 2007.
3. Flow and Transport in Porous Media and Fractured, M. Sahim, 2011.
4. 4-Flow and Contaminant Transport in Fractured Rock, Jacob Bear, C-F. Tsang, Ghislain De Marsily, 1993.
5. Diffusion and Advection Phenomenon



### ۳- استخراج مواد معدنی

#### ۳-۱- درس اختیاری دکتری

باید حداقل ۶ واحد از جدول زیر انتخاب شود:

جدول دروس اختیاری دکتری استخراج مواد معدنی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	تعداد ساعت
۱	تحلیل سیستم‌ها در معدن	۳	۳	-	نظری	۴۸
۲	زمین آمار پیشرفته	۳	۳	-	نظری	۴۸
۳	مدل‌سازی ذخایر معدنی	۳	۳	-	نظری	۴۸
۴	تکنیک‌های بهینه‌سازی استخراج روباز	۳	۳	-	نظری	۴۸
۵	تکنیک‌های بهینه‌سازی استخراج زیرزمینی	۳	۳	-	نظری	۴۸
۶	برنامه‌ریزی تولید	۳	۳	-	نظری	۴۸
۷	سمینار ۱	۱	۱	-	-	-
۸	سمینار ۲	۱	۱	-	-	-

#### ۳-۲- درس اختیاری تحصیلات تکمیلی

- این درس به تشخیص گروه آموزشی و تا سقف ۱۲ واحد از جدول دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی انتخاب می‌شود. بدیهی است دروسی که دانشجو در دوره کارشناسی ارشد خود گذرانده است نمی‌تواند مجدداً در دوره دکتری اخذ نماید.
- در دوره دکتری، در صورت تایید استاد راهنما و گروه مربوط، دانشجو می‌تواند حداکثر دو درس خود را از سایر رشته‌های مهندسی معدن و یا سایر رشته‌های مرتبط اخذ نماید.





## سرفصل دروس اختیاری دکتری استخراج مواد معدنی



درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	تحلیل سیستم‌ها در معدن
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Systems analysis in Mine

اهداف کلی درس: هدف از ارائه این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم و مبانی نظری سیستم‌ها و روش‌های تجزیه و تحلیل سیستم‌ها است. در این درس رهیافت سیستمی و ابزارهای آن معرفی می‌شوند. همچنین تلاش می‌شود که شیوه‌های کاربرد ابزارهای معرفی شده در حل مسائل واقعی مهندسی معدن نشان داده شوند.

#### سرفصل درس:

آشنایی با نگرش سیستمی، مفاهیم کلیدی علم سیستم‌ها و نظریه عمومی سیستم‌ها،

مروری بر فرآیند مدل‌سازی ریاضی،

آشنایی با نظریه تصمیم‌گیری،

آشنایی با برنامه‌ریزی ریاضی و انواع مدل‌های آن،

مروری بر مدل‌سازی خطی،

مروری بر مدل‌سازی شبکه‌ای،

مروری بر مدل‌سازی صفر-یک و مختلط،

مروری بر مدل‌سازی پویا،

مروری بر مدل‌سازی غیر خطی،

مروری بر مدل‌سازی احتمالی و هندسی،

مروری بر مدل‌سازی مسائل تصمیم‌گیری با چند معیار،

آشنایی با نظریه مجموعه‌های فازی و برنامه‌ریزی ریاضی فازی،

« دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



## روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
...	...	آزمون نوشتاری	...
		...	
		عملکردی	
		...	

## منابع:

۱. هیلبر، و لیبرمن، "برنامه‌ریزی ریاضی"، ترجمه: دکتر محمد مدرس یزدی و دکتر اصف وزیری، انتشارات، (۱۳۶۶)، تهران.
۲. برادلی، استیفن، هکس، آرنولد و مگنتسی، تاسی، "برنامه‌ریزی ریاضی"، ترجمه: هدایت ذکایی آشتیانی و حسین نفی‌زاده، موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، تهران، (۱۳۸۰).
۳. طه، حمدی، "آشنایی یا تحقیق در عملیات"، جلد اول، ترجمه: محمد باقر بازرگان، مرکز نشر دانشگاهی، (۱۳۶۶)، تهران.
۴. بازارا، مختار، جارویس، جان و شرالی، حنیف، "برنامه‌ریزی خطی"، ترجمه دکتر اسماعیل خرم، نشر کتاب دانشگاهی، تهران، (۱۳۸۲).
۵. درانو، اس. اس. "بهبودسازی ریاضی"، ترجمه: شهیدی‌پور، سید محمد مهدی، جلد اول و دوم، انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد، ۱۳۷۳.
۶. عرب‌مازار، علی اکبر، "تصمیم‌گیری کاربردی"، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران، (۱۳۶۹).
7. Bazzara, Mokhtar, Sherali, H. and Shetty, C. M., "Nonlinear programming, Theory and Algorithms", John Wiley and Sons, (1993), N.Y.
8. Klir, George, "Facets of Systems Science", Plenum Press, N.Y., (1990).
9. Murty, D. N. P., Page, N. W., and Rodin, E.Y., "Mathematical Modelling: A tools for problem solving in engineering", Pergamon Press, London, (1990).
10. Ching-Lai Hwang and Kwangsun Yoon, Multiple Attribute Decision Making- Methods and Applications, Springer-Verlag, 1981.
11. Shu-Jen Chen and Chin-Lai Hwang, Fuzzy Multiple Attribute Decision Making- Methods and Applications, Springer-Verlag, 1992.



درس پیش‌نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	زمین آمار پیشرفته
			۳	
.....	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Advanced Geostatistics

اهداف کلی درس:

آشنایی با روش‌های پیشرفته زمین آمار در تخمین پارامترهای توده معدنی

سرفصل درس:

مروری بر روش‌های کریجینگ ساده (Simple Kriging) و کریجینگ معمولی (Ordinary Kriging)

کریجینگ در حالت وجود روند کریجینگ عمومی (Universal Kriging)

فاکتوریال کریجینگ (Factorial Kriging)

کو کریجینگ (CoKriging)

روش‌های کریجینگ غیر خطی شامل:

لاگ نرمال کریجینگ (Lognormal Kriging)

کریجینگ چند گوسی (Multi-Gaussian Kriging)

کریجینگ رتبه ای (Rank Kriging)

کریجینگ شاخص (Indicator Kriging)

کریجینگ نابوسته (Disjunctive Kriging)

کریجینگ احتمال (Probability Kriging)

شبیه سازی زمین آماری (Geostatistical Simulation)

اصول شبیه سازی تصادفی

الگوریتم‌های شبیه سازی مبتنی بر توزیع گوسی شامل روش شبیه سازی توأرهای دوار، روش شبیه سازی گوسی متوالی.

الگوریتم‌های شبیه سازی مبتنی بر شاخص شامل شبیه سازی متغیرهای بیوسته و شبیه سازی متغیرهای رشته‌ای

روش شبیه سازی p-Field





الگوریتم‌های شبیه سازی بولین (صفر و یک)

الگوریتم بهینه سازی به روش حسی شبیه سازی آنیلی (Simulated Annealing)

زمین آمار چند نقطه‌ای

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. P. Goovaerts, Geostatistics for natural resources evaluation. Oxford university press, New York, 1997.
2. A. Journel and C. J. Huijbregts. Mining Geostatistics. Academic Press, New York, 1978.
3. C. V. Deutsch and A. Journel. GSLIB, Geostatistical Software Library and User's Guid. Axford University Press, New York, 1998.
4. Christian Lantuejoul, 2010, " Geostatistical Simulation, Models and algorithms", Springer, 269 pp.
5. Michael Edward Hohn.1988. "Geostatistics and petroleum geology" computer mrtode in geoscinces Von Nostrand Reinhold perss 1988.
6. Massimo. Guarasoi, M. David and C. J. Huijbregts. "Advanced Geostatistics in the mining industry " D.Reidel Publishing Company
7. Kirkpatrick, S.; Gelatt Jr, C. D.; Vecchi, M. P. (1983). "Optimization by Simulated Annealing". Science **220** (4598): 671-680
8. Granville, V.; Krivanek, M.; Rasson, J.-P. (1994). "Simulated annealing: A proof of convergence". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 16 (6): 652-656
9. Press, WH; Teukolsky, SA; Vetterling, WT; Flannery, BP (2007). "Section 10.12. Simulated Annealing Methods". Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing (3rd ed.). New York: Cambridge University Press.



درس پیش‌نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	مدل‌سازی ذخایر معدنی
			۳	
---	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Ore Body Modelling

اهداف کلی درس:

آشنایی با اصول و مبانی مدل‌سازی دوبعدی و سه بعدی ذخایر معدنی

سرفصل درس:

مروری بر مفهوم و ضرورت مدل‌سازی، تقسیم بندی مدل‌ها، مدل‌سازی کانسارها و مدل‌سازی ذخایر معدنی

مروری بر انواع مدل‌های کانسارهای فلزی و غیر فلزی از دیدگاه زمین‌شناسی اقتصادی

بررسی تفاوت انواع روش‌های مدل‌سازی ذخایر معدنی (روش‌های دستی، روش‌های کامپیوتری، مدل‌های دوبعدی و سه بعدی)

آشنایی با سیستم‌ها: تعریف، دسته بندی سیستم‌ها، ویژگی‌ها

آشنایی با مدل‌ها: تعریف، دسته بندی مدل‌ها، رابطه واقعیت- سیستم و مدل، مدل‌های کامپیوتری، نگاه سیستمی به کانسارها، متغیر کانسار- تابع مکانی، انواع مدل‌های زمین‌شناختی، عیاری و اقتصادی کانسار

سازماندهی پایگاه داده و مدیریت داده‌ها: انواع داده‌های مورد نیاز، انواع پایگاه داده، فایل‌های داده‌ها، داده‌های دیجیتالی نقشه‌ها، رقومی سازی نقشه‌ها، استفاده از دیجیتالایزر، نرم افزارهای دیجیتالایزر، واری و صحت سنجی داده‌ها

آماده سازی داده‌ها و یکپارچه سازی آن‌ها، دلایل و انواع یکپارچه سازی، داده‌های واقعی و داده‌های مجازی، رویکردهای پیوسته یا گسسته در یکپارچه سازی، فرآیند یکپارچه سازی

مبانی تکنیک‌های شبکه بندی دو بعدی و خانه بندی سه بعدی

مراحل اجرای مدل‌سازی، انواع فایل‌های مورد استفاده، نقاط داده، نقاط محاسبه، تنظیم و توجیه نقاط داده، ایجاد و توجیه شبکه، ابعاد و چگالی شبکه، انواع نشانی دهی نقاط مدل

مرور تحلیلی بر الگوریتم‌های تخمین تابع کانسار: الگوریتم چندضلعی بندی یا نزدیک‌ترین همسایه، الگوریتم مثلث بندی با درون یابی خطی، الگوریتم عکس فاصله، الگوریتم زمین آماری (کریجینگ)

بررسی و تحلیل پارامترهای تخمین: جستجوی داده‌ها، پنجره جستجو، فاصله و راستای جستجو، فاصله معادل، قوانین جستجو، جستجوی پویا، داده‌های تکراری، قطاع بندی، ناهمسانگردی، پارامترهای اختصاصی الگوریتم‌ها

محاسبه مدل، گزارش مدل، نمایش مدل، نمایش‌های جدولی، منحنی‌های تراز دوبعدی و رویه‌های سه بعدی

نرم افزارهای مدل‌سازی

\* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
...	...	آزمون نوشتاری	...
		...	
		عملکردی	
		...	

منابع:

1. حسینی پاک، غلی اصغر، (۱۳۷۹)، مدل‌سازی کانسارهای فلزی و غیر فلزی و کاربرد اکتشافی آن، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۲ص
2. عطایی پور، مجید، (۱۳۹۱)، مبانی مدل‌سازی دوبعدی ذخائر معدنی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۳۰۷ص.
3. Badiozamani, K. (1992), "Computer Methods", SME Mining Engineering Handbook (2nd edition),
4. Erickson Jr, A. T. (1992), "Geologic Interpretation, Modelling and Representation", SME Mining Engineering Handbook (2nd edition), H. Hartman (ed.), Chapter 5.5, SME-AIME, New York, pp. 333-343.
5. Noble, A. C. (1992), "Ore Reserve/Resource Estimation", SME Mining Engineering Handbook (2nd edition), H. Hartman (ed.), Chapter 5.6, SME-AIME, New York, pp. 344-359.
6. Journel, A. G. and Huijbregts, Ch. J. (1991), Mining Geostatistics, Academic Press, London, Fifth printing, pp. 361-367.
7. Hartman H, 1992, SME Mining Engineering Handbook, chapter 8.4: "Computers Methods" & section 5: mining Geology
8. Hustrulid W, and Kuchta M, "Open pit mine planning and design", 2<sup>nd</sup> Edition, Taylor & Francis Group, London, (2006), Vol. 1, 2, 971 pages
9. Kennedy (1990), Surface Mining, Ch.3: "Ore reserve estimation"
10. Golden software Inc. (2004), Help for 2D grinding Model
11. Datamine Documents (Online)
12. Gemcan Documents (Online)





تعداد واحد	نوع درس	الزامی	درس پیش نیاز ....	تکنیک‌های بهینه‌سازی استخراج روباز
تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	....	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Open pit Optimization Techniques

اهداف کلی درس:

ایجاد مهارت در بهینه‌سازی در طراحی معادن روباز

سرفصل درس:

مروری بر ویژگی‌های معادن جدید مانند عمق، نسبت باطله برداری بالا، تأثیرات منفی زیست محیطی، سرمایه‌گذاری، و ماشین آلات با ظرفیت و قیمت بالا، نحوه محاسبه شاخص باطله "Strip Index" و کاربرد آن، تعیین پتانسیل کانسار در مرحله اکتشاف به منظور استفاده از روش روباز، نحوه تعیین عیار حد بهینه، تولید بهینه سالانه، عیار حد دینامیکی (نظریه لاین) با هدف پیشینه کردن سود و ارزش خالص فعلی (NPV)، انتخاب ماشین آلات و تجهیزات مناسب با توجه به نوع کانسنگ و عملیات در معادن روباز، محاسبه ذخایر استخراج پذیر، تقسیم بندی تکنیک‌های بهینه سازی شامل روش‌های متقین "Rigorous"، ابتکاری "Heuristics"، تصادفی "Stochastic"، استاتیکی و دینامیکی. تکنیک‌های متداول تعیین محدوده بهینه معادن روباز مثل لرج و گروسمن، مخروط شناور، زانو-کیم "Zhao-Kim"، کوروبوف "Korobov"، تحلیل جریان شبکه "Network flow analysis"، و برنامه ریزی خطی، تکنیک‌های بهینه‌سازی تولید مانند روش گرشان "Gershon's Method"، تحلیل پارامتریک، روش ونگ و سویم "Wang and Sevim's method"، و روش‌های هوش مصنوعی.

• دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
....	....	آزمون نوشتاری	....
		....	
		عملکردی	
....	....	....	....



منابع:

1. Annels, A. E., "Mineral Deposit Evaluation", Chapman & Hall Publishing Company, London (1991), 436 pages
2. Wright, E. A., "Open pit mine design models", Trans Tech Publishing, Clausthal Germany (1990), 187 pages
3. Wang, G and Sevim, H, "Alternative to parameterization in finding a series of maximum metal pits for production planning", SME, (1995), P 178-182
4. Gershon, M, "Heuristic approaches for mine planning and production scheduling", International Journal of Mining and Geological Engineering, (1987), 5(1), P 1-13
5. Gordon, T, "Pit optimization and mine production scheduling", 26<sup>th</sup> APCOM proceedings, (1996), Chapter 35, P 221-228
6. Kim, Y.C., and Zhao, Y, "A new optimum pit limit design algorithm", 23<sup>rd</sup> APCOM proceedings, (1992), P 423-434





درس پیش نیاز ---	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۳	تکنیک‌های بهینه‌سازی استخراج زیر زمینی
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Optimization Techniques of Underground Mining

اهداف کلی درس:

آشنایی با تکنیک‌ها و الگوریتم‌های بهینه‌سازی در طراحی‌های معادن زیر زمینی

سرفصل درس:

کلیات، تعاریف، وضعیت موجود بهینه‌سازی طراحی‌ها در استخراج زیر زمینی

آشنایی با اصول مدل‌سازی: مدل‌سازی عیاری، اقتصادی، دوبعدی، سه بعدی، ابعاد ثابت، ابعاد متغیر

آشنایی با بهینه‌سازی محدوده نهایی استخراج در معادن زیرزمینی

مقایسه‌ی وضعیت موجود در معادن روباز و زیر زمینی

ویژگی‌های اساسی استخراج به روش‌های زیر زمینی در مقایسه با روباز

آشنایی با الگوریتم‌های موجود برای تعیین محدوده‌ی نهایی استخراج زیر زمینی

الگوریتم‌های کل‌گرا و جزء‌گرا

الگوریتم‌های جستجو گر و ریاضی محور

تکنیک‌های زمین آماری و استفاده از جبر تصویری

کاربرد برنامه ریزی پویا و الگوریتم Riddle

استفاده از تقسیم‌های هشت‌گانه به کمک Auto CAD

استفاده از تکنیک شاخه و حد Branch & Bound

استفاده از مفهوم Floating Stope و الگوریتم Datamine

کاربرد مفهوم همسایگی و الگوریتم MVN



آشنایی با پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه:

- ✓ کاربرد تکنیک‌های برنامه ریزی خطی LP.
- ✓ برنامه ریزی پویا (DPL), Mixed Integer programming (MIP), شبیه سازی و سایر تکنیک‌ها برای حل مسائل و بهینه سازی طراحی‌های استخراج زیر زمینی مانند: طراحی معدن و برنامه ریزی تولید، کنترل عیار، ترتیب استخراج، حمل و نقل، عیار حد و زمان بندی فعالیت‌ها

• دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

ارزیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
...	...	آزمون نوشتاری	...
		...	
		عملکردی	
		...	

منابع:

1. Hartman, H (ed.), SME Mining Eng. Handbook, (1992)
2. Hustrulid, W.A.(ed.), SME Underground Mining Methods, (1992)
3. Series of APCOM, MPES, CAMI,..., Proceedings
4. Series of SME Mining Engineering, CIM Bulletin, IOM3,... periodicals



درس پیش نیاز ---	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۳	برنامه ریزی تولید
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Production Planning

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

مروری بر روش های طراحی محدوده نهایی معادن روباز و زیرزمینی  
 مروری بر تکنیک های تحقیق در عملیات با تاکید بر مدل سازی شامل روش برنامه ریزی خطی، برنامه ریزی عدد صحیح،  
 برنامه ریزی صفر و یک و غیره  
 تعریف برنامه ریزی تولید کوتاه مدت، میان مدت و بلندمدت و نقش آن در اقتصاد معدن  
 تعریف پوش یک، نقش آن در برنامه ریزی تولید بلندمدت و الگوریتم های طراحی آن شامل الگوریتم بیست های لانه ای لرج و  
 گراسمن، الگوریتم گرشان، الگوریتم ونگ و سویم، الگوریتم رمضان و غیره.  
 الگوریتم های ریاضی برنامه ریزی تولید بلند مدت شامل:  
 -الگوریتم جانسون (برنامه ریزی خطی)  
 -الگوریتم گرشان (برنامه ریزی عدد صحیح مختلط)  
 -الگوریتم داگدلن و جانسون و غیره  
 روش های ریاضی جهت تعیین عیار حد فراوری شامل الگوریتم لین، برنامه ریزی خطی و غیره  
 حل هم زمان مسئله تعیین عیار حد و برنامه ریزی تولید بلند مدت  
 نقش عدم قطعیت در برنامه ریزی تولید بلند مدت و تأثیر آن در مدل سازی  
 مدل سازی برنامه ریزی های کوتاه مدت و میان مدت در معادن  
 کار با نرم افزارهای مهم برنامه ریزی تولید مثل NPVSCHEDULER, SURPAC, ویتل.  
 استفاده از روش های مبتنی بر هوش مصنوعی، مثل الگوریتم ژنتیک، در برنامه ریزی تولید.  
 \* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. طراحی و برنامه ریزی معادن روباز، نویسنده: هوسترولید، ویلیام و کوچتا - مارک مترجمین: مهندس علی اصغر خدایاری و مهندس مهدی باوری، سال انتشار ۱۳۸۳، انتشارات دانشگاه صنایع و معادن ایران.
2. B. A. Kennedy, Bruce A. Kennedy, "Surface Mining", Society for Mining, Metallurgy and Exploration (U.S.), SME, Dey 11, 1368 AP - Technology & Engineering - 1194 pages
3. W. Hustrulid, and M. Kuchta, 2006, "Open pit mine planning and design", 2<sup>nd</sup> Edition, Taylor & Francis Group, London, , Vol. 1, 2, 971 pages
4. H.L. Hartman, (Ed.). 1992. "SME Mining Engineering Handbook", 2nd Edition, 2 vols. Littleton, CO:Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME), 2260 pp





۴- اکتشاف مواد معدنی

۴-۱- درس اختیاری دکتری

باید حداقل ۶ واحد از جدول زیر انتخاب شود:

جدول درس اختیاری دکتری اکتشاف مواد معدنی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	تعداد ساعت
۱	مدیریت و طراحی پروژه‌های اکتشافی	۳	۳	-	نظری	۴۸
۲	روش‌های نوین در اکتشاف	۳	۳	-	نظری	۴۸
۳	اکتشاف عناصر خاص	۳	۳	-	نظری	۴۸
۴	تحلیل داده‌های ژئوفیزیک اکتشافی	۳	۳	-	نظری	۴۸
۵	تحلیل داده‌های ژئوشیمی اکتشافی	۳	۳	-	نظری	۴۸
۶	سمینار ۱	۱	۱	-	-	-
۷	سمینار ۲	۱	۱	-	-	-

۴-۲- درس اختیاری تحصیلات تکمیلی

- این درس به تشخیص گروه آموزشی و تا سقف ۱۲ واحد از جدول درس اختیاری تحصیلات تکمیلی انتخاب می‌شود. بدیهی است دروسی که دانشجو در دوره کارشناسی ارشد خود گذرانده است نمی‌تواند مجدداً در دوره دکتری اخذ نماید.
- در دوره دکتری، در صورت تایید استاد راهنما و گروه مربوط، دانشجو می‌تواند حداکثر دو درس خود را از سایر رشته‌های مهندسی معدن و یا سایر رشته‌های مرتبط اخذ نماید.



# سرفصل دروس اختیاری دکتری اکتشاف مواد معدنی



درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۳	مدیریت و طراحی پروژه‌های اکتشافی
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Management and Design of Exploratory Projects

اهداف کلی درس:

آشنایی با تکنیک‌های مدیریت و طراحی پروژه‌های اکتشافی (ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفاری)

سرفصل درس:

مروری بر اصول مدیریت و کنترل پروژه و کاربرد در پروژه‌های اکتشافی  
 ارزیابی احتمال کشف در برداشت‌های ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفاری  
 ارزیابی احتمال کشف کانسارها از طریق هوایی و زمینی و حفاری  
 توابع هزینه برداشت‌های ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفاری  
 جدول بندی توابع هزینه‌های اکتشافی  
 کاربرد و مثال‌های بهینه سازی در برداشت‌های ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفاری  
 تحلیل داده‌ها، آنالیز فاکتوری، آنالیز احتمال و آنالیز روند و کاربرد روش‌های زمین آماری در برداشت‌ها  
 \* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		



منابع:

۱. ابطحی، مهدی و پیریانی، قاسم، مبانی نظری و روش‌های عملی مدیریت برنامه ریزی و کنترل پروژه، انتشارات موسسه علمی دانش پژوهان برین- اصفهان ۱۳۸۹
۲. حسنی پاک، ع.، ۱۳۸۵، طراحی پروژه‌های اکتشافی (ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفاری)، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۸۰ ص
۳. حسنی پاک، ع.، ۱۳۸۴، بهینه سازی پروژه‌های اکتشافی، انتشارات دانشگاه یزد، ۲۴۷ ص
4. Hansruedi, M., Curtis, A., 2010. Boerner, D.E.: "Recent Advances in Optimized Geophysical Survey Design, Geophysics", VOL.75, NO.5, pp. 75A177-75A194.





درس پیش‌نیاز ....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۳	روش‌های نوین در اکتشاف
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Novel Methods in Mineral Exploration

اهداف کلی درس:

آشنایی با آخرین روش‌ها و فناوری‌های اکتشافی و نیز چشم‌اندازهای آتی آن‌ها

سرفصل درس:

بررسی آخرین روش‌ها و فناوری‌های نوین و نیز چشم‌اندازهای آینده در زمینه‌هایی مانند:

تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی ناحیه‌ای و محلی و استفاده از آن‌ها در اکتشاف منابع زیرزمینی، اخذ و پردازش تصاویر ماهواره‌ای و کاربرد در اکتشاف منابع زیرزمینی، تلفیق داده‌های اکتشافی و مدل‌سازی پتانسیل‌های معدنی، دستگاه‌ها، روش‌های برداشت، پردازش و تفسیر داده‌های ژئوفیزیک اکتشافی (ژئوفیزیک زمینی، درون‌چاهی، هوایی و دریایی)، روش‌های نمونه‌گیری، دستگاه‌های آنالیز صحرایی و آزمایشگاهی، پردازش و تفسیر داده‌های ژئوشیمی اکتشافی، حفاری‌های اکتشافی و نرم افزارهای معدنی

• دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
....	آزمون نوشتاری	....	....
	....		
	عملکردی		
....	....		



#### منابع:

(توصیه می‌شود از به روزترین کتابها و جدیدترین مقالات در زمینه روش‌های نوین اکتشافی در ارائه این درس استفاده شود. معمولاً در کنفرانس ده سالانه اکتشاف مواد معدنی با نشانی [www.dmec.ca](http://www.dmec.ca) جدیدترین دستاوردها در زمینه روش‌ها و فناوری‌های اکتشافی در جهان عرضه می‌شود که مجموعه مقالات آن می‌تواند در ارائه خطوط کلی برای این درس مفید باشد).

1. Bernd Milkereit (editor), 2007, Proceedings of the Fifth Decennial International Conference on Mineral Exploration, ISBN -9784320.



درس پیش‌نیاز ---	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	اکتشاف عناصر خاص
			۳	
نظری	نوع واحد	تعداد ساعت		
		۴۸		
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Exploration of Trace and Rare Elements

اهداف کلی درس: آشنایی با متالورژی و روش‌های مختلف اکتشاف عناصر و فلزات خاص  
سرفصل درس:

تعریف عناصر خاص (عناصر نادر و عناصر نادر خاکی، عناصر رادیواکتیو، عناصر گران‌بها و ...)

توزیع فلزات خاص در پوسته زمین و روش‌های اکتشافی آن‌ها

ژئوشیمی فلزات خاص

توزیع فلزات در ادوار مختلف زمین‌شناسی و تیپ‌های اصلی ذخیره فلزات خاص

متالورژی فلزات و ارتباط آن با محیط‌های آذرین-رسوبی-دگرگونی

متالورژی فلزات و ارتباط آن با محیط‌های تکتونیکی و معیارهای اکتشافی آن‌ها

اکتشاف مواد رادیواکتیو

روش‌های اکتشافی مناسب برای فلزات خاص (زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی و دورسنجی)

اهمیت اقتصادی، عیار، تناژ قابل استفاده از فلز در صنعت

♦ دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوطه و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
---	آزمون نوشتاری	---	---
	---		
	عملکردی		
	---		



## منابع:

۱. خاکزاد احمد، ۱۳۸۷، متالورژی و اکتشاف فلزات خاص برای دانشجویان رشته‌های زمین‌شناسی، معدن، شیمی معدنی، مواد ذوب، فلزات و گرایش‌های وابسته، انتشارات هنر برای دانش، تهران، ۲۱۶ صفحه.
2. Goldfellow, W., 2006. "Mineral Deposits of Canada. Geological Association of Canada, Mineral Deposit Division", Special Publication n.5, 1068p.
3. Moon, C. J., Whateley, M. K. G., Evans, A. M., 2006, "Introduction to Mineral Exploration". Blackwell Publishing Ltd., 481p.
4. Goldfarb, R. J. and Nielsen, R. L. (editors), 2002, "Integrated Methods for Discovery: Global Exploration in the Twenty-first Century", Society of Economic Geologists Special Publication Number 9, Littleton, Colorado, 382p. (ISBN1-887483-91-8)
5. Sawkins, E. J., 1990, "Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics", Berlin, Springer-Verlag, (2nd edition)



درس پیش‌نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	تحلیل داده‌های ژئوفیزیک اکتشافی
			۳	
---	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	Analysis of Geophysical Exploration Data
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

آشنایی با مسائل پردازش و تحلیل داده‌های ژئوفیزیکی در اکتشاف منابع زیرزمینی

سرفصل درس:

مروری بر روش‌های ژئوفیزیک در اکتشاف مواد معدنی، منابع هیدروکربور، آب‌های زیرزمینی و بررسی‌های محیط زیستی، فاکتورهای موثر در طراحی پروژه‌های ژئوفیزیک اکتشافی (لرزه نگاری، گرانی سنجی، مغناطیس سنجی، ژئوالکتریک، الکترومغناطیس و ...) و بررسی نقش هر فاکتور، مروری بر فناوری و دستگاه‌های اندازه‌گیری ژئوفیزیکی برداشت داده‌ها (شناسایی منطقه مورد مطالعه، طراحی پارامترهای عملیات، برداشت داده‌ها و نمایش آن‌ها، اندازه‌گیری‌های زمینی، هوایی (نوع پرواز، ارتفاع پرواز و فاصله بین خطوط، تعیین محل، موقعیت گیرنده) و دریایی (تعیین طول پیمایش، فاصله بین خطوط پیمایش، تعیین عمق آب، موقعیت گیرنده). پردازش سیگنال (تحلیل سری‌های زمانی ژئوفیزیکی، کاربرد فوریه و فوریه زمان کوتاه، موجک و مزیت‌های آن)، تبدیل هیلبرت، تبدیل لاپلاس، تبدیل ورتنر، طیف انرژی و ... پردازش داده‌ها (تصحیح داده‌ها و استفاده از فیلترهای مناسب): روش‌های پردازش و تصحیح داده‌های ژئوفیزیکی متناسب با روش مورد نظر، اعتبار سنجی و تعیین صحت داده‌های ژئوفیزیکی، تفسیر داده‌ها (کیفی و کمی): مدل‌سازی پیشرو، مدل‌سازی وارون، روش‌های تحلیلی، کاربرد شبکه عصبی در تحلیل داده‌های ژئوفیزیکی، بررسی دیدگاه‌های جدید در برداشت و تحلیل داده‌های ژئوفیزیک اکتشافی و بررسی روندهای آتی در این زمینه تجزیه و تحلیل تلفیقی داده‌های ژئوفیزیکی مطالعات موردی از تحلیل داده‌های ژئوفیزیکی با ذکر نمونه‌های کاربردی در اکتشافات لرزه نگاری، گرانی سنجی، مغناطیس سنجی، ژئوالکتریک، الکترومغناطیس و ...

© دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.





## روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

## منابع:

1. Blakely, R. J., 1996, "Potential theory in gravity and magnetic application, Cambridge University Press.
2. Menke, 1984, Introduction to geophysical data analysis: Discrete inverse theory, Academic Press Inc, Orlando Florida.
3. Meju Max, A., 1990, Geophysical data analysis: understanding inverse problem theory and practice, Society of Exploration Geophysics.
4. William Menke, Lamont-Doherty, 2012, "Geophysical Data Analysis: Discrete Inverse Theory, MATLAB Edition". Earth Observatory of Columbia University, Palisades, NY, USA, 330 p.
5. Tarantola, 2004, "Inverse Problem Theory and Methods for Model Parameter Estimation".



درس پیش‌نیاز .....	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۳	تحلیل داده‌های ژئوشیمی اکتشافی
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Analysis of geochemical Exploration Data

اهداف کلی درس:

آشنایی با مسائل پردازش و تحلیل داده‌ها در ژئوشیمی معدنی و زیست محیطی

سرفصل درس:

مروری بر تجزیه و تحلیل آماری (کلاسیک، چند متغیره، زمین آماری) داده‌های ژئوشیمیایی، مروری بر روش‌های جداسازی زمینه و آنومالی‌های ژئوشیمیایی (روش‌های کلاسیک و روش‌های نوین)، مروری بر روش‌های تخمین، استخراج ویژگی از داده‌ها و اهمیت استفاده از روش‌های باز شناخت الگو در تحلیل داده‌های ژئوشیمیایی، مروری بر روش‌های طبقه بندی و روش‌های خوشه بندی در تحلیل داده‌های ژئوشیمیایی

شرح و ارزیابی روش‌های نوین ژئوشیمی اکتشافی

بررسی دیدگاه‌های جدید در تحلیل داده‌های ژئوشیمیایی و بررسی روندهای آتی اکتشافات ژئوشیمیایی

کاربرد روش‌های منطق فازی، شبکه عصبی، فراکتال و سایر روش‌های جدید در تحلیل داده‌های ژئوشیمیایی

تجزیه و تحلیل داده‌های ژئوشیمی معدنی

تجزیه و تحلیل داده‌های ژئوشیمی زیست محیطی

تجزیه و تحلیل تلفیقی داده‌های ژئوشیمیایی با سایر داده‌های اکتشافی

ارائه چند مورد مطالعاتی از تحلیل داده‌های ژئوشیمیایی

♦ دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری	...	...
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

۱. حسنی باگ، ع. ۱۳۷۴، تحلیل داده‌های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
2. Swan, A. R. H., and McCabe, P., 1995, "Introduction to geological data analysis", Jhon Wiley and Sons, 4545 pp.
3. The journal of Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis ,URL: <http://geea.geoscienceworld.org>
4. The journal of Applied Geochemistry: ELSEVIER, URL: <http://www.journals.com/applied-geochemistry/>
5. The journal of Geochemical Exploration: ELSEVIER, URL: <http://www.journals.com/journal-of-geochemical-exploration/>
6. Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation, By: Hugh Richard Rollinson, Longman Scientific & Technical, (1993)
7. Discriminant Analysis Applied to Geochemical Data, By: R Brenner, Elsevier Scientific Pub. Co., (2008), 320 pages.

