



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم تحقیقات و فناوری

مشخصات کلی ، برنامه آموزشی و سرفصل دروس

دوره : کارشناسی

رشته : مهندسی معدن

گرایش : -

گروه : فنی و مهندسی



مصوب هفتصد و هشتاد و هفتمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی

وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری مورخ ۹۰/۷/۹

## برنامه آموزشی بازنگری شده دوره کارشناسی رشته مهندسی معدن

گروه: فنی و مهندسی

رشته: مهندسی معدن

گرایش:

دوره: کارشناسی

کد رشته:

شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی در هفتصد و هشتاد و هفتمین جلسه مورخ ۹۰/۷/۹ خود برنامه آموزشی بازنگری شده دوره کارشناسی رشته مهندسی معدن را در سه فصل (مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس) مصوب نمود.

**ماده ۱)** برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی معدن از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و موسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند، لازم الاجرا است.

**الف:** دانشگاهها و موسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری اداره می شوند.

**ب:** موسساتی که با اجازه رسمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و بر اساس قوانین تأسیس می شوند و بنا بر این تابع مصوبات شورای گسترش آموزش عالی می باشند.

**ج:** موسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل می شوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

### در صورت تصویب برنامه جدید:

**ماده ۲)** این برنامه از تاریخ ۹۰/۷/۹ برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می شوند لازم الاجرا است.

### در صورتیکه برنامه جدید جایگزین برنامه قبلی شود عبارت زیر جایگزین شود.

**ماده ۲)** این برنامه از تاریخ ۹۰/۷/۹ برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می شوند لازم الاجرا است و برنامه آموزشی دوره کارشناسی رشته مهندسی معدن مصوب جلسه ۳۳۴ مورخ ۷۶/۴/۸ برای این گروه از دانشجویان منسوخ می‌شود و دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی مشمول ماده ۱ می‌توانند این دوره را دایر و برنامه جدید را اجرا نمایند.

**ماده ۳)** مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس بازنگری شده دوره کارشناسی مهندسی معدن در سه فصل مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس برای اجرا به معاونت آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ابلاغ می‌شود.



رای صادره هفتصد و هشتاد و پنجمین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی  
مورخ ۹۰/۷/۹ در خصوص برنامه آموزشی دوره کارشناسی رشته مهندسی معدن

(۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی رشته مهندسی معدن که از  
طرف گروه فنی و مهندسی پیشنهاد شده بود، با اکثریت آراء به  
تصویب رسید  
(۲) این برنامه از تاریخ تصویب به مدت پنج سال قابل اجرا است و  
پس از آن نیازمند بازنگری است.

رای صادره هفتصد و هشتاد و هفتمین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی مورخ ۹۰/۷/۹  
در مورد برنامه آموزشی بازنگری شده دوره کارشناسی رشته مهندسی معدن صحیح است و به مورد اجرا  
گذاشته شود.

حسین نادری منش  
نایب رئیس شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی



سعید قدیمی  
دبیر شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس و ترم بندی

## دوره کارشناسی مهندسی معدن



گروه فنی و مهندسی

کمیته تخصصی مهندسی معدن

۱۳۹۰



۱- هدف

هدف این برنامه تربیت کارشناسانی است که علاوه بر آشنایی کلی با رشته معدن در یکی از زمینه‌های استخراج معدن، اکتشاف مواد معدنی، مکانیک سنگ و فرآوری مواد معدنی دارای تخصص نسبی باشند دروس این مجموعه ترکیبی از دروس عمومی، دروس علوم پایه، دروس اصلی مهندسی، دروس تخصصی مشترک و دروس تخصصی استخراج معدن، دروس تخصصی اکتشاف مواد معدنی، دروس تخصصی مکانیک سنگ و دروس تخصصی فرآوری مواد معدنی است.

۲- طول دوره

طول متوسط این دوره ۴ سال و برنامه‌های درسی آن در طول ۸ ترم بشرح پیوست برنامه‌ریزی شده است این دوره علاوه بر دروس نظری- عملی شامل یک واحد کارگاه، سه واحد پروژه و دو کارآموزی ۱ و ۲ جمعاً به میزان یک واحد می‌باشد.

۳- واحدهای درسی

تعداد کل واحدهای درسی این دوره ۱۴۰ واحد درسی بشرح زیر است:



- ۱- دروس عمومی ۲۰ واحد
- ۲- دروس علوم پایه ۳۲ واحد
- ۳- دروس اصلی ۳۵ واحد
- ۴- دروس تخصصی مشترک ۲۰/۵ واحد
- ۵- دروس تخصصی

استخراج معدن (۲۹/۵ واحد)، اکتشاف مواد معدنی، مکانیک سنگ و فرآوری مواد معدنی (هر کدام ۲۸/۵ واحد)

- ۶- دروس اختیاری ۲۰ واحد

هر دانشگاه یا مؤسسه به نسبت نیروی تخصصی موجود و امکانات خاص آزمایشگاهی می‌تواند از یک تا چهار بسته تخصصی استخراج معدن، اکتشاف مواد معدنی، مکانیک سنگ و فرآوری مواد معدنی را برای دانشجویان پذیرفته شده رشته معدن ارائه نماید و هیچ الزامی به ارائه تمام چهار بسته مذکور نمی‌باشد این مجموعه این ویژگی و انعطاف را دارد که با حفظ ساختار خود و با توجه به پیشرفت‌های حاصله در بخش معدن و علوم وابسته می‌تواند بسته‌های تخصصی جدید از جمله معدن و محیط زیست و غیره را پذیرا باشد بدون اینکه چهار چوب اولیه آن دستخوش تغییر اساسی شود. دانشجویان پس از گذراندن کلیه دروس پایه، اصلی و تخصصی مشترک، براساس معدل این دروس و علاقه خود یکی از چهار بسته تخصصی را در سال آخر انتخاب می‌نمایند که با گذراندن واحدهای مربوط فارغ‌التحصیل می‌شوند.

### مشابه قبلی

- ۱- ادغام دو رشته استخراج و اکتشاف در یک رشته مهندسی معدن
- ۲- افزودن چهار گرایش یا بسته تخصصی شامل استخراج، اکتشاف، فرآوری مواد معدنی و مکانیک سنگ به انتهای دوره به گونه‌ای که نه تنها دروس تخصصی دو رشته سابق را بیش از قبل پوشش داده است بلکه برخی از دروس تخصصی یا گرایش‌های مذکور از مقطع ارشد به برنامه اضافه شده است. این موضوع باعث می‌شود کارایی فارغ‌التحصیلان افزایش یابد.
- ۳- پویا بودن برنامه نسبت به قبل بگونه‌ای که می‌توان بسته‌ها یا گرایش‌های جدید را هم به این مجموعه برای سال چهارم اضافه کرد بدون اینکه ساختار و پایه برنامه دچار تغییر شود مانند گرایش محیط زیست معدنی. لذا دوره‌های جدید یا بین رشته‌ای را می‌توان به عنوان گرایش‌های جدید به مجموعه اضافه کرد یا می‌توان بسته‌های قدیمی و ناکارآمد را از آن حذف و برنامه را به روز نمود.
- ۴- اضافه نمودن ۲۰ واحد دروس اختیاری به مجموعه که دانشجویان می‌توانند با توجه به علاقه خود نسبت به اخذ آنها اقدام نمایند. علاوه بر ۲۰ واحد فوق دانشجویان هر گرایش می‌توانند از دروس تخصصی سایر گرایش‌ها نیز با رعایت پیش‌نیاز به عنوان درس اختیاری اخذ نمایند.
- ۵- حذف دروس غیر ضرور و غیر مرتبط مانند فیزیک ۳ و آزمایشگاه، اجزاء ماشین، مبانی مهندسی برق، دینامیک، ماشین‌های حرارتی از دروس پایه و اصلی
- ۶- اضافه نمودن دروس جدید مانند ریاضی مهندسی، روش و آرایه تحقیق، ترمودینامیک، ایمنی و بهداشت و محیط زیست، زبان تخصصی به عنوان دروس پایه و اصلی
- ۷- ادغام بعضی از دروس مانند نقشه برداری عمومی و معدنی در نقشه‌برداری معدنی، روشنایی، آبکشی در خدمات فنی ۱ و ۲
- ۸- لحاظ نمودن ۲۵ واحد تخصصی برای گرایش اکتشاف مواد معدنی، ۲۶ واحد تخصصی برای گرایش استخراج معدن، ۲۵ واحد تخصصی برای گرایش مکانیک سنگ و ۲۵ واحد تخصصی برای گرایش فرآوری مواد معدنی



## جدول دروس عمومی + معارف اسلامی

ردیف	گرایش	نام درس	تعداد واحد	نظری
۱	مبانی نظری اسلام	اندیشه اسلامی ۱ (مبدأ و معاد)	۲	۲۲
		اندیشه اسلامی ۲ (نبوت و امامت)	۲	۲۲
		انسان در اسلام	۲	۲۲
		حقوق اجتماعی و سیاسی در اسلام	۲	۲۲
۲	اخلاق اسلامی	فلسفه اخلاق (با تکیه بر مباحث تربیتی)	۲	۲۲
		اخلاق اسلامی (مبانی و مفاهیم)	۲	۲۲
		اخلاق خانواده	۲	۲۲
		آیین زندگی (اخلاق کاربردی)	۲	۲۲
		عرفان عملی اسلامی	۲	۲۲
۳	انقلاب اسلامی	انقلاب اسلامی ایران	۲	۲۲
		آشنایی با قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران	۲	۲۲
		اندیشه سیاسی امام خمینی «ره»	۲	۲۲
۴	تاریخ و تمدن اسلامی	تاریخ فرهنگ و تمدن اسلامی	۲	۲۲
		تاریخ تحلیلی صدر اسلام	۲	۲۲
		تاریخ امامت	۲	۲۲
۵	آشنایی با منابع اسلامی	تفسیر موضوعی قرآن	۲	۲۲
		تفسیر موضوعی نهج البلاغه	۲	۲۲
۶	-	زبان فارسی	۲	۴۸
۷	-	زبان انگلیسی	۲	۴۸
۸	-	تربیت بدنی ۱	۱	۳۲
۹	-	ورزش ۱	۱	۲۲
۱۰	-	دانش خانواده و جمعیت	۲	۳۲

\* دو درس به ارزش ۴ واحد از مجموعه دروس مبانی نظری اسلام

\* یک درس به ارزش ۲ واحد از مجموعه دروس اخلاق اسلامی

\* درس اخلاق خانواده براساس مصوبه جلسه ۲۲۶ مورخ ۹۰/۹/۱ شورای اسلامی شدن دانشگاهها در ردیف عناوین دروس گرایش اخلاق اسلامی قرار گرفته است.

\* یک درس به ارزش ۲ واحد از مجموعه دروس انقلاب اسلامی

\* یک درس به ارزش ۲ واحد از مجموعه دروس تاریخ تمدن اسلامی

\* یک درس به ارزش ۲ واحد از مجموعه دروس آشنایی با منابع اسلامی

\* ورزش ۲ و ۳ (اختیاری) هر کدام به ارزش یک واحد

\* تربیت بدنی ویژه و ورزش ویژه خاص ناتوانان ذهنی و حرکتی (اجباری) هر کدام به ارزش یک واحد (جایگزین تربیت بدنی ۱ و ورزش ۱)

مقطع کارشناسی

دروس پایه

تعداد واحد	عنوان درس
۳	ریاضی ۱
۳	ریاضی ۲
۳	معادلات دیفرانسیل
۳	آمار و احتمالات مهندسی
۳	برنامه سازی کامپیوتر
۲	محاسبات عددی
۳	شیمی عمومی
۱	آزمایشگاه شیمی عمومی
۳	فیزیک ۱
۱	آزمایشگاه فیزیک ۱
۳	فیزیک ۲
۱	آزمایشگاه فیزیک ۲
۳	ریاضی مهندسی
۳۲	جمع



دروس اصلی

تعداد واحد	عنوان درس
۲	زمین شناسی عمومی
۲	نقشه کشی صنعتی و CAD
۳	استاتیک
۳	مقاومت مصالح
۳	مکانیک سیالات
۳	ترمودینامیک
۲	روش و ارایه تحقیق
۲	کانی شناسی توصیفی
۱	آزمایشگاه کانی شناسی توصیفی
۱	کانی شناسی نوری و فرایند و آزمایشگاه
۲	زمین شناسی ساختاری
۲	زمین شناسی اقتصادی
۱	برداشت زمین شناسی
۱	روش های تجزیه مواد معدنی
۱	آزمایشگاه روش های تجزیه مواد معدنی
۲	سنگ شناسی
۱	آزمایشگاه سنگ شناسی
۱	بازدید زمین و معدن
۱	کارتوگرافی
۱	کارگاه عمومی
۳۵	جمع



دروس تخصصی مشترک

تعداد واحد	عنوان درس
۳	نقشه برداری معدنی
۱	عملیات نقشه برداری معدنی
۲	مبانی مکانیک سنگ
۱	آزمایشگاه مبانی مکانیک سنگ
۲	مبانی کانه آرایی
۱	آزمایشگاه مبانی کانه آرایی
۲	اقتصاد معدنی
۲	ایمنی، بهداشت و محیط زیست
۲	مبانی اکتشاف مواد معدنی
۲	مبانی استخراج مواد معدنی
۲	زبان تخصصی
۰/۵	کارآموزی ۱
۲۰/۵	جمع





# چهار بسته‌ی تحصی

## ۱- بسته استخراج معدن

تعداد واحد	عنوان درس
۲	چالزنی وانفجار
۲	بارگیری و انتقال مواد
۲	خدمات فنی در معادن ۱
۲	خدمات فنی در معادن ۲
۳	معدنکاری سطحی
۳	معدنکاری زیرزمینی
۲	کنترل زمین و نگهداری
۳	حفر چاه و فضاهاى زیرزمینی
۲	تهویه در معادن
۲	تحقیق در عملیات
۳	طراحی معادن
۰/۵	کارآموزی ۲
۳	پروژه
۲۹/۵	جمع



۲- بسته اکتشاف معدن

تعداد واحد	عنوان درس
۱	مینرالوگرافی
۲	حفاری اکتشافی
۲	زمین شناسی اقتصادی ایران
۲	ژئوشیمی اکتشافی (۱)
۲	ژئوفیزیک اکتشافی (۱)
۲	دورسنجی و GIS
۲	آبهای زیرزمینی
۲	چاه نگاری
۱	سنگ شناسی میکروسکوپی
۲	ژئوشیمی اکتشافی (۲)
۲	ژئوفیزیک اکتشافی (۲)
۱	آزمایشگاه و عملیات ژئوفیزیک
۲	تجزیه و تحلیل داده‌های اکتشافی
۲	ارزیابی ذخائر معدنی
۰/۵	کارآموزی ۲
۳	پروژه
۲۸/۵	جمع





۳- بسته مکانیک سنگ

تعداد واحد	عنوان درس
۲	چالزنی و انفجار
۲	خدمات فنی در معادن (۱)
۳	معدنکاری سطحی
۳	معدنکاری زیرزمینی
۲	کنترل زمین و نگهداری
۳	حفرچاه و فضاهاى زیرزمینی
۲	مکانیک سنگ تخصصی
۲	مهندسی دیواره های شیبدار
۲	مقاومت مصالح تخصصی
۲	پی سازی
۲	ژئوتکنیک
۰/۵	کارآموزی ۲
۳	پروژه
۲۸/۵	جمع



۴- بسته فراوری مواد معدنی

تعداد واحد	عنوان درس
۲	مبانی مهندسی فرایند
۲	نمونه برداری
۱	مینرالوگرافی
۲	سینتیک مواد
۲	خردایش و طبقه بندی
۱	آزمایشگاه خردایش و طبقه بندی
۲	جدایش فیزیکی
۱	آزمایشگاه جدایش فیزیکی
۲	فلوتاسیون
۱	آزمایشگاه فلوتاسیون
۳	مبانی هیدرومتالورژی و آزمایشگاه
۲	فرآیندهای تولید کک، گندله و سیمان
۲	فناوری و مدیریت پسماند
۲	انتقال مواد در فرایندهای فراوری
۰/۵	کارآموزی ۲
۳	پروژه
۲۸/۵	جمع



۵- دروس اختیاری

عنوان درس	تعداد واحد	گرایش
کاربرد مواد معدنی	۲	فرآوری مواد معدنی و اکتشاف
شیمی فیزیک	۲	فرآوری مواد معدنی و اکتشاف
استخراج سنگ‌های ساختمانی و تزئینی	۲	همه گرایش‌ها
ماشین آلات معدنی	۲	استخراج
مطالعات امکان‌سنجی در معدنکاری و فرآوری مواد معدنی	۲	همه گرایش‌ها
زمین‌شناسی نفت	۲	اکتشاف
زمین‌آمار	۲	اکتشاف
زمین‌شناسی مهندسی	۲	مکانیک سنگ
شیمی آلی کاربردی	۲	فرآوری مواد معدنی
جمع	۱۸	

دانشجویان رشته مهندسی معدن در هر گرایش می‌توانند علاوه بر دروس اختیاری فوق، دروس تخصصی سایر گرایش‌ها را با رعایت پیش‌نیاز (یا هم‌نیاز) به عنوان درس اختیاری اخذ نمایند.

- ۱- دانشجویان گرایش استخراج باید حداقل ۳ واحد از بین دروس اختیاری در سقف ۱۴۱ واحد اخذ نمایند.
- ۲- دانشجویان گرایش اکتشاف باید حداقل ۴ واحد از بین دروس اختیاری در سقف ۱۴۱ واحد اخذ نمایند.
- ۳- دانشجویان گرایش مکانیک سنگ باید حداقل ۴ واحد از بین دروس اختیاری در سقف ۱۴۱ واحد اخذ نمایند.
- ۴- دانشجویان گرایش فرآوری مواد معدنی باید حداقل ۴ واحد از بین دروس اختیاری در سقف ۱۴۱ واحد اخذ نمایند.



جداول واحدها

همراه با پیش نیاز و هم نیاز



جدول ۱- تعداد واحدهای گرایش های مختلف رشته مهندسی معدن

اکتشاف مواد معدنی	استخراج معدن	مکانیک سنگ	فرآوری مواد معدنی	
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	دروس عمومی
۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	دروس پایه
۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	دروس اصلی
۲۰/۵	۲۰/۵	۲۰/۵	۲۰/۵	دروس تخصصی مشترک
۲۸/۵	۲۹/۵	۲۸/۵	۲۸/۵	دروس تخصصی
۴	۳	۴	۴	دروس اختیاری
۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰	جمع



ردیف	نام درس	تعداد واحد	نوع درس	پیش نیاز	هم نیاز
۱	ریاضی ۱	۳	نظری	-	-
۲	ریاضی ۲	۳	نظری	ریاضی ۱	-
۳	معادلات دیفرانسیل	۳	نظری	ریاضی ۲	-
۴	آمار و احتمالات مهندسی	۳	نظری	-	معادلات دیفرانسیل
۵	برنامه سازی کامپیوتر	۳	نظری	ریاضی ۱	-
۶	محاسبات عددی	۲	نظری	برنامه سازی کامپیوتر	معادلات دیفرانسیل
۷	شیمی عمومی	۳	نظری	-	-
۸	آزمایشگاه شیمی عمومی	۱	عملی	-	شیمی عمومی
۹	فیزیک ۱	۳	نظری	-	-
۱۰	آزمایشگاه فیزیک ۱	۱	عملی	-	فیزیک ۱
۱۱	فیزیک ۲	۳	نظری	فیزیک ۱	-
۱۲	آزمایشگاه فیزیک ۲	۱	عملی	آزمایشگاه فیزیک ۱	فیزیک ۲
۱۳	ریاضی مهندسی	۳	نظری	معادلات دیفرانسیل	-



جدول دروس اصلی (۲۵ واحد)

ردیف	نام درس	تعداد واحد	نوع درس	پیش نیاز	هم نیاز
۱	زمین شناسی عمومی	۲	نظری	-	شیمی عمومی
۲	کانی شناسی توصیفی	۲	نظری	زمین شناسی عمومی، شیمی عمومی	-
۳	آزمایشگاه کانی شناسی توصیفی	۱	عملی	-	کانی شناسی توصیفی
۴	زمین شناسی ساختاری	۲	نظری	زمین شناسی عمومی	-
۵	برداشت زمین شناسی	۱	عمل صحرایی	سنگ شناسی و آزمایشگاه، کارتوگرافی	-
۶	استاتیک	۳	نظری	ریاضی ۱	-
۷	مقاومت مصالح	۳	نظری	استاتیک	-
۸	مکانیک سیالات	۳	نظری	مقاومت مصالح	-
۹	نقشه کشی صنعتی و CAD	۲	نظری و عملی	-	-
۱۰	ترمودینامیک	۳	نظری	آزمایشگاه فیزیک ۲، آزمایشگاه شیمی عمومی	-
۱۱	روش های تجزیه ی مواد معدنی	۱	نظری	کانی شناسی نوری و فرآیند و آزمایشگاه	-
۱۲	آزمایشگاه روش های تجزیه ی مواد معدنی	۱	عملی	آزمایشگاه شیمی عمومی	روش های تجزیه ی مواد معدنی
۱۳	روش و ارائه ی تحقیق	۲	نظری و عملی	گذراندن حداقل ۱۰۰ واحد درسی	-
۱۴	بازدید زمین و معدن	۱	عمل صحرایی	زمین شناسی عمومی	-
۱۵	سنگ شناسی	۲	نظری	کانی شناسی نوری و فرآیند و آزمایشگاه	-
۱۶	آزمایشگاه سنگ شناسی	۱	عملی	-	سنگ شناسی
۱۷	زمین شناسی اقتصادی	۲	نظری	سنگ شناسی	-
۱۸	کارتوگرافی	۱	نظری و عملی	زمین شناسی ساختاری	-
۱۹	کانی شناسی نوری و فرآیند و آزمایشگاه	۱	نظری و عملی	کانی شناسی توصیفی	-
۲۰	کارگاه عمومی ۱	۱	عملی	-	-



ردیف	نام درس	تعداد واحد	نوع درس	پیش نیاز	هم نیاز
۱	نقشه برداری معدنی	۳	نظری	ریاضی ۲ - نقشه کشی صنعتی و CAD	-
۲	عملیات نقشه برداری معدنی	۱	عملی صحرائی	نقشه برداری معدنی	-
۳	مبانی کانه آرایبی	۲	نظری	ترمودینامیک، سنگ شناسی، مکانیک سیالات	-
۴	آزمایشگاه مبانی کانه آرایبی	۱	عملی	-	مبانی کانه آرایبی
۵	مبانی مکانیک سنگ	۲	نظری	سنگ شناسی، مقاومت مصالح	-
۶	آزمایشگاه مبانی مکانیک سنگ	۱	عملی	-	مبانی مکانیک سنگ
۷	اقتصاد معدنی	۲	نظری	آمار و احتمالات مهندسی، مبانی استخراج مواد معدنی	-
۸	ایمنی، بهداشت و محیط زیست	۲	نظری	مبانی کانه آرایبی و آزمایشگاه، مبانی استخراج مواد معدنی	-
۹	زبان تخصصی معدن	۲	نظری	زبان خارجی، اقتصاد معدنی	-
۱۰	مبانی اکتشاف مواد معدنی	۲	نظری	زمین شناسی اقتصادی - آمار و احتمالات مهندسی	-
۱۱	مبانی استخراج مواد معدنی	۲	نظری	-	مبانی مکانیک سنگ
۱۲	کارآموزی ۱	۰/۵	عملی	گذراندن حداقل ۸۰ واحد درسی	-





ردیف	نام درس	تعداد واحد	نوع درس	پیش نیاز	هم نیاز
۱	ژئوفیزیک اکتشافی ۱	۲	نظری	زمین شناسی ساختاری، آزمایشگاه فیزیک ۲	-
۲	ژئوشیمی اکتشافی ۱	۲	نظری	زمین شناسی اقتصادی، آمار و احتمالات مهندسی	-
۳	حفاری اکتشافی	۲	نظری	مکانیک سیالات، زمین شناسی ساختاری	-
۴	زمین شناسی اقتصادی ایران	۲	نظری	زمین شناسی اقتصادی،	ژئوشیمی اکتشافی ۱
۵	منیرالوگرافی	۱	نظری-عملی	زمین شناسی اقتصادی	-
۶	ارزیابی ذخایر معدنی	۲	نظری	آمار و احتمالات مهندسی، مبانی اکتشاف مواد معدنی	-
۷	ژئوفیزیک اکتشافی ۲	۲	نظری	ژئوفیزیک اکتشافی ۱	-
۸	چاه نگاری	۲	نظری	حفاری اکتشافی	ژئوفیزیک اکتشافی ۲
۹	ژئوشیمی اکتشافی ۲	۲	نظری	ژئوشیمی اکتشافی ۱	-
۱۰	آب های زیرزمینی	۲	نظری	مکانیک سیالات، زمین شناسی ساختاری	-
۱۱	تجزیه و تحلیل داده های اکتشافی	۲	نظری	ارزیابی ذخایر معدنی	-
۱۲	آزمایشگاه و عملیات ژئوفیزیک	۱	عملی	-	ژئوفیزیک اکتشافی ۲
۱۳	سنگ شناسی میکروسکوپی	۱	عملی	آزمایشگاه سنگ شناسی	-
۱۴	دورسنجی و GIS	۲	نظری-عملی	کارتوگرافی	-
۱۵	کارآموزی ۲	۰/۵	عملی	کارآموزی ۱	-
۱۶	پروژه	۳	عملی	گذراندن حداقل ۱۲۰ واحد درسی	-



ردیف	نام درس	تعداد واحد	نوع درس	پیش نیاز	هم نیاز
۱	چالزنی و انفجار	۲	نظری	مبانی استخراج مواد معدنی	
۲	بارگیری و انتقال مواد	۲	نظری		چالزنی و انفجار
۳	تهویه در معادن	۲	نظری	مکانیک سیالات	چالزنی و انفجار
۴	خدمات فنی ۱	۲	نظری	مکانیک سیالات، مبانی استخراج مواد معدنی	
۵	خدمات فنی ۲	۲	نظری	خدمات فنی ۱	
۶	معدنکاری سطحی	۳	نظری	مبانی مکانیک سنگ	چالزنی و انفجار
۷	معدنکاری زیرزمینی	۳	نظری	کنترل زمین و نگهداری	معدنکاری سطحی
۸	طراحی معادن	۳	نظری- عملی	تهویه در معادن،	معدنکاری زیرزمینی
۹	کنترل زمین و نگهداری	۲	نظری	مبانی مکانیک سنگ	
۱۰	حفر چاه و فضاها زیرزمینی	۳	نظری	چالزنی و انفجار، کنترل زمین و نگهداری	
۱۱	تحقیق در عملیات	۲	نظری	مبانی استخراج مواد معدنی، آمار و احتمالات مهندسی	
۱۲	کارآموزی ۲	۰/۵	عملی	کارآموزی ۱	
۱۳	پروژه	۳	عملی	گذراندن حداقل ۱۲۰ واحد درسی	



ردیف	نام درس	تعداد واحد	نوع درس	پیش نیاز	هم نیاز
۱	چالزنی و انفجار	۲	نظری	مبانی استخراج مواد معدنی	-
۲	خدمات فنی درمعدن ۱	۲	نظری	مکانیک سیالات، مبانی استخراج مواد معدنی	-
۳	معدنکاری سطحی	۳	نظری	مبانی مکانیک سنگ	چالزنی و انفجار
۴	معدنکاری زیرزمینی	۳	نظری - عملی	کنترل زمین و نگهداری	معدنکاری سطحی
۵	کنترل زمین و نگهداری	۲	نظری	مبانی مکانیک سنگ	-
۶	حفر چاه و فضاهای زیرزمینی	۳	نظری	چالزنی و انفجار، کنترل زمین و نگهداری	-
۷	مکانیک سنگ تخصصی	۲	نظری	مبانی مکانیک سنگ	-
۸	مهندسی دیواره‌های شیب‌دار	۲	نظری	معدنکاری سطحی	-
۹	ژئوتکنیک	۲	نظری	مبانی مکانیک سنگ	-
۱۰	پی سازی	۲	نظری	مقاومت مصالح تخصصی، مکانیک سنگ تخصصی	-
۱۱	مقاومت مصالح تخصصی	۲	نظری	مبانی مکانیک سنگ	-
۱۲	کارآموزی ۲	۰/۵	عملی	کارآموزی ۱	-
۱۳	پروژه	۳	عملی	گذراندن حداقل ۱۲۰ واحد درسی	-



ردیف	نام درس	تعداد واحد	نوع درس	پیش نیاز	هم نیاز
۱	منیرالوگرافی	۱	نظری - عملی	زمین شناسی اقتصادی	-
۲	نمونه برداری	۲	نظری	مبانی اکتشاف مواد معدنی	-
۳	خردایش و طبقه بندی	۲	نظری	آزمایشگاه مبانی کانه آرای	-
۴	آزمایشگاه خردایش و طبقه بندی	۱	عملی	-	خردایش و طبقه بندی
۵	جدایش فیزیکی	۲	نظری	آزمایشگاه مبانی کانه آرای	-
۶	آزمایشگاه جدایش فیزیکی	۱	عملی	-	جدایش فیزیکی
۷	فلوتاسیون	۲	نظری	آزمایشگاه مبانی کانه آرای	-
۸	آزمایشگاه فلوتاسیون	۱	عملی	-	فلوتاسیون
۹	فناوری و مدیریت پسماند	۲	نظری	ایمنی، بهداشت و محیط زیست	-
۱۰	سینتیک مواد	۲	نظری	ترمودینامیک	-
۱۱	انتقال مواد در فرایندهای فراوری	۲	نظری	آزمایشگاه مبانی کانه آرای	-
۱۲	مبانی مهندسی فرایند	۲	نظری	ترمودینامیک	-
۱۳	فرایندهای تولید کک، گندله و سیمان	۲	نظری	آزمایشگاه مبانی کانه آرای	-
۱۴	مبانی هیدرومتالورژی و آزمایشگاه	۳	نظری	فلوتاسیون	-
۱۵	کارآموزی ۲	۰/۵	عملی	کارآموزی ۱	-
۱۶	پروژه	۳	عملی	گذراندن حداقل ۱۲۰ واحد درسی	-



ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	پیش نیاز، (هم نیاز)	گرایش
۱	کاربرد مواد معدنی	۲	مبانی اکتشاف مواد معدنی	اکتشاف، فرآوری
۲	شیمی فیزیک	۲	ترمودینامیک	اکتشاف، فرآوری
۳	استخراج سنگهای ساختمانی و تزئینی	۲	مبانی استخراج مواد معدنی	همه گرایش‌ها
۴	ماشین آلات معدنی	۲	بارگیری و انتقال مواد	استخراج
۵	زمین شناسی نفت	۲	زمین شناسی اقتصادی ایران	اکتشاف
۶	زمین آمار	۲	مبانی اکتشاف مواد معدنی	همه گرایش‌ها
۷	زمین شناسی مهندسی	۲	مبانی مکانیک سنگ	اکتشاف، مکانیک سنگ
۸	شیمی آلی کاربردی	۲	آزمایشگاه شیمی عمومی	فرآوری
۹	مطالعات امکان سنجی در معدنکاری و فرآوری مواد معدنی	۲	اقتصاد معدنی	همه گرایش‌ها
۱۰	حقوق معدن	۲	--	همه گرایش‌ها

**توجه:**

دانشجویان رشته مهندسی معدن در هر گرایش می‌توانند علاوه بر دروس اختیاری فوق، دروس تخصصی سایر گرایش‌ها را با رعایت پیش نیاز (یا هم نیاز) به عنوان درس اختیاری اخذ نمایند.



دروس پایه

۳۲ واحد



# ریاضی ۱

(حساب دیفرانسیل و انتگرال ۱)

Calculus I

تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: ندارد

هدف:



## سرفصل‌ها

مختصات دکارتی، مختصات قطبی، اعداد مختلط، جمع و ضرب و ریشه، نمایش هندسی اعداد مختلط، نمایش قطبی اعداد مختلط، تابع، جبر توابع، حد و قضایای مربوطه‌ی حد، بینهایت و حد در بی‌نهایت، حد چپ و راست، پیوستگی، مشتق، مشتق‌های مشتق‌گیری، تابع معکوس و مشتق آن، مشتق توابع مثلثاتی و توابع معکوس آن‌ها، قضیه‌ی رل، قضیه‌ی میانگین، بسط تیلور، کاربردهای مهندسی و فیزیکی مشتق، منحنی‌ها و شتاب در مختصات قطبی، کاربرد مشتق در تقریب ریشه‌های معادلات، تعریف انتگرال توابع پیوسته و قطعه‌ی پیوسته، قضایای اساسی حساب دیفرانسیل و انتگرال، تابع اولیه، روش‌های تقریبی برآورد انتگرال در محاسبه‌ی مساحت و حجم و طول منحنی و گشتاور و مرکز ثقل و کار و ... (در مختصات دکارتی و قطبی)، لگاریتم و تابع نمایی و مشتق آن‌ها، تابع‌های هذلولی، روش‌های انتگرال‌گیری مانند تعویض متغیر و جزء و تجزیه‌ی کسرها، برخی تعویض متغیرهای خاص دنباله و سری عددی و قضایای مربوطه سری توان و قضیه‌ی تیلور با باقیمانده.

\* تبصره- ترتیب ریز مواد درسی ریاضی (۱) پیشنهادی است و دانشگاه‌ها با توجه به کتابی که انتخاب می‌کنند، می‌توانند ترتیب را تغییر دهند.

## ریاضی ۲

(حساب دیفرانسیل و انتگرال ۲)

Calculus II



تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: ریاضی ۱

هدف:

سرفصل‌ها

معادلات پارامتری، مختصات فضایی، بردار در فضا، ضرب عددی، ماتریس‌های  $3 \times 3$ ، دستگاه معادلات خطی سه مجهولی، عملیات روی سطرها، معکوس ماتریس، حل دستگاه معادلات، استقلال خطی پایه و تبدیل خطی و ماتریس آن، دترمینان  $3 \times 3$  و مقدار و بردار ویژه، ضرب برداری، معادلات خط و صفحه، دو تابع برداری و مشتق آن، سرعت و شتاب، خمیدگی و بردارهای قائم بر منحنی، تابع چند متغیره، مشتق سوئی و جزئی، صفحه‌ی مماس و خط قائم، گرادیان، قاعده‌ی زنجیری برای مشتق جزئی، دیفرانسیل کامل، انتگرال‌های دوگانه و سه‌گانه و کاربرد آنها در مسائل هندسی و فیزیکی، تعویض ترتیب انتگرال‌گیری (بدون اثبات دقیق)، مختصات استوانه‌ای و کروی، میدان برداری، انتگرال رویه‌ها، دیورژانس، چرخه، لاپلاسین، پتانسیل قضایای گرین و دیورژانس و استوکس

\* تبصره- ترتیب ریز مواد درسی ریاضی (۲) پیشنهادی است و دانشگاه‌ها با توجه به کتابی که انتخاب می‌کنند، می‌توانند ترتیب را تغییر دهند.



معادلات دیفرانسیل  
Differential Equations



تعداد واحد: ۳ واحد  
نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)  
(هم نیاز) پیش نیاز: ریاضی ۲

سرفصل‌ها

طبیعت معادلات دیفرانسیل و حل آنها، خانواده‌ی منحنی‌ها و مسیره‌های قائم، الگوهای فیزیکی، معادله‌ی جدانشدنی، معادله‌ی دیفرانسیل خطی مرتبه‌ی اول، معادله‌ی همگن، معادله‌ی خطی مرتبه‌ی دوم، معادله‌ی همگن با ضرایب ثابت، روش ضرایب نامعین، روش تغییر پارامترها، کاربرد معادلات مرتبه‌ی دوم در فیزیک و مکانیک، حل معادله‌ی دیفرانسیل با سری‌ها، تابع‌های بسط و گاما، چند جمله‌ای لژاندار، مقدمه‌ای بر دستگاه معادلات دیفرانسیل، تبدل لاپلاس و کاربرد آن در حل معادلات دیفرانسیل.

آمار و احتمالات مهندسی  
Probability and Statistics for Engineers



تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: (معادلات دیفرانسیل)

هدف: آشنایی با تئوری‌های پایه احتمالات و آمار و روش‌های تحلیل آماری

### سرفصل‌ها

طبیعت و هدف آمار ریاضی، جمع آوری داده‌ها و انواع آن‌ها، نمایش داده‌ها (جدولی و نموداری)، میانگین و واریانس نمونه، آزمایش تصادفی و برآمد و پیشامد، احتمال و قضایای مربوطه و جایگشت و ترکیب، متغیرهای تصادفی و توزیع گسسته و پیوسته، میانگین و واریانس توزیع، توزیع‌های نرمال و دوجمله‌ای و پواسن و نمایی، توزیع چند متغیره‌ی تصادفی، نمونه‌گیری و اعداد تصادفی، برآورد پارامترهای آماری، فاصله‌ی اطمینان، آزمون فرض و آزمون  $X^2$  و تصمیم‌گیری، آشنایی با تحلیل واریانس، تحلیل رگرسیون، همبستگی، آزمون‌های ناپارامتری، اعتبارسنجی فرضیات مدل، زوج‌های اندازه‌گیری و برازش خط مستقیم بر داده‌ها، آشنایی با کنترل آماری

### منابع

۱. کرویت سیک، اروین؛ "ریاضیات مهندسی پیشرفته"؛ ترجمه‌ی شیدفر، عبدالله و فرمان، حسین؛ جلد دوم؛ مرکز نشر دانشگاهی؛ تهران؛ چاپ سوم؛ ۱۳۷۲
2. Montgomery, Runger and Hubele; "Engineering Statistics"; John Wiley; 1998

برنامه سازی کامپیوتر  
Computer programming



تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: ریاضی ۱

هدف: شناخت اجزای کامپیوتر، زبان‌های برنامه نویسی، نرم افزارها، الگوریتم، برنامه و حل مسائل

سرفصل‌ها

- مقدمه و تاریخچه‌ی مختصر کامپیوتر ( ۱ تا ۲ ساعت)
- اجزاء سخت افزار: پردازنده‌ی مرکزی، حافظه‌ی اصلی، امکانات جانبی ( ۲ تا ۳ ساعت)
- زبان و انواع آن: زبان ماشین، زبان اسمبلی، زبان‌های سطح بالا ( ۲ تا ۳ ساعت)
- نرم افزار و انواع آن: تعریف، سیستم عامل و انواع آن، برنامه‌های مترجم، برنامه‌های کاربردی ( ۱ تا ۲ ساعت)
- مراحل حل مسئله: تعریف مسئله، تحلیل مسئله، تجزیه‌ی مسئله به مسائل کوچکتر و تعیین ارتباط بین آن‌ها (۱ساعت)
- الگوریتم: تعریف، عمومیت دادن راه حل و طراحی الگوریتم، بیان الگوریتم به کمک روند نما، بیان الگوریتم به کمک شبه کد، دنبال کردن الگوریتم، مفهوم زیر الگوریتم (۴ تا ۶ ساعت)
- برنامه و حل مسائل: تعریف برنامه، ساختار کلی برنامه، ساختمان‌های اساسی برنامه سازی:
  - ساخت‌های منطقی: ترتیب و توالی، تکرار، شرطها و تصمیم‌گیری، مفهوم بازگشتی
  - ساخت‌های داده‌ای: گونه‌های داده‌ای ساده ( صحیح، اعشاری، بولین، نویسه‌ای یا کاراکتری)، گونه‌های داده‌ای مرکب ( آرایه، رکورد، مجموعه)
  - زیرروال‌ها: نحوه‌ی انتقال پارامترها
  - آشنائی با مفهوم فایل، فایل پردازی، عملیات ورودی/خروجی

\* مفاهیم فوق باید با یکی از سه زبان پاسکال، فرترن ۷۷ یا بالاتر و یا زبان C آموزش داده شوند.



## محاسبات عددی Numerical methods

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: (معادلات دیفرانسیل) برنامه‌سازی کامپیوتر

هدف: شناسایی فرآیندهایی که از مسائل ریاضی، جواب‌های عددی و عملی به دست می‌دهند و ایجاد زمینه‌ی لازم برای درک مباحث شبیه‌سازی و مدل‌سازی.

### سرفصل‌ها

اعداد و خطاها، حل معادلات غیرخطی با یک متغیر (روش‌های نصف کردن، رگولافاسی، سکانت، تکرار نیوتن، مولر، جستجوی گام به گام و نقطه ثابت)، حل دستگاه معادلات خطی (حذف گوسی)، روش‌های عددی در جبر خطی، درون‌یابی و برون‌یابی، تخمین عددی توابع (روش حداقل مربعات، تخمین خطی به روش حداقل مربعات، تخمین درجه دو و سه به روش حداقل مربعات، تخمین به روش حداقل مربعات با توابع نمایی و کسری)، مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری عددی، حل عددی معادلات دیفرانسیل مرتبه‌ی اول و دوم، عملیات روی ماتریس‌ها و مقادیر ویژه‌ی ماتریس‌ها و تعیین آن‌ها با تکرار، بسط‌های مجانبی، آشنایی با نرم‌افزار MATLAB

### منبع:

- ۱- کرویت سیک، اروین؛ "ریاضیات مهندسی پیشرفته"؛ ترجمه‌ی شیدفر، عبدالله و فرمان، حسین؛ جلد دوم؛ مرکز نشر دانشگاه تهران؛ چاپ سوم؛ ۱۳۷۲
- ۲- انصاری، علی؛ "محاسبات عددی با FORTRAN و MATLAB"؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۸۳



تعداد واحد: ۳ واحد  
نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)  
(هم نیاز) پیش نیاز: ندارد

### سرفصل‌ها

- کلیات: علم شیمی، نظریه‌ی اتمی دالتون، قوانین ترکیب شیمیایی، وزن اتمی و اتم گرم، عدد آووگادرو، تعریف مول، محاسبات شیمیایی
- ساختمان اتم: ماهیت الکتریکی ماده، ساختمان اتم، تجربه‌ی راترفورد، تابش الکترومغناطیس، منشاء نظریه‌ی کوانتوم (نظریه‌ی تابش کلاسیک)، اثر فتوالکتریک اتم بوهر، طیف اشعه و عدد اتمی، مکانیک کوانتومی (دوگانگی ذره و موج)، طیف خطی گیتار، اصل عدم قطعیت، معادله‌ی شرودینگر، ذره در جعبه، اتم هیدروژن، اعداد کوانتومی  $s$  و  $l$  و  $m$  و  $n$ ، اتم‌های با بیش از یک الکترون، جدول تناوبی، شعاع اتم، انرژی یونی، الکترون خواهی، بررسی هسته‌ی اتم و مطالعه‌ی ایزوتوپ‌ها، رادیواکتیویته، ترموشیمی و اصل ترموشیمی، واکنش‌های خودبخودی، انرژی آزاد و انتروپی، معادله‌ی گیبس و هلمهولتز
- حالت گازی: قوانین گازها، گازهای حقیقی، نظریه‌ی جنبشی گازها، توزیع سرعت‌های مولکولی، گرمای ویژه‌ی گازها
- پیوندهای شیمیایی: پیوندهای یونی و کووالان، اوربیتال‌های اتمی و مولکولی، طول پیوند، زاویه‌ی پیوندی قاعده‌ی هشتایی، پیوندهای چندگانه، قطبیت پیوندها، پدیده‌ی رزونانس، پیوند هیدروژنی، پیوندهای فلزی، نیمه رساناها، نارساها
- مایعات و جامدات و محلول‌ها: تبخیر، فشار بخار، نقطه‌ی جوش، نقطه‌ی انجماد، فشار بخار جامدات، تصفیه، مکانیزم حل شدن فشار بخار محلول‌ها و قوانین مربوط به آن
- تعادل در سیستم‌های شیمیایی: واکنش‌های برگشت پذیر و تعادل شیمیایی، ثابت‌های تعادل (گازها، جامدات، مایعات)، اصول لوشاتلیه
- سرعت واکنش‌های شیمیایی: سرعت واکنش، اثر غلظت در سرعت، معادلات سرعت، کاتالیزورها
- اسیدها، بازها و تعادلات یونی: نظریه‌ی آرنیوس، نظریه‌ی برونستدلوری، نظریه‌ی لوئیس، الکترولیت‌های ضعیف، آمفی پروتیک هیدرولیز، محلول‌های تامپون

اکسایش و کاهش: حالت اکسایش، نظریه‌ی نیم واکنش، موازنه‌ی واکنش‌های اکسایش و کاهش، پیل گالوانی و معادله‌ی نرنست، سایر پیل‌های شیمیایی (پیل‌های سوختی، باتری‌ها،



آزمایشگاه شیمی عمومی  
Laboratory of General Chemistry



تعداد واحد: ۱ واحد

نوع درس : عملی (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: ( شیمی عمومی )

هدف:

### سرفصل‌ها

آشنایی با وسایل و مواد شیمیایی و رعایت موارد ایمنی در آزمایشگاه - تکنیک‌های محلول سازی به غلظت دلخواه، رسوب و توزین، تیتراسیون، تقطیر ( آب مقطر، اسانس‌گیری)، تبلور، اندازه‌ی نزول نقطه‌ی انجماد، اندازه‌گیری دانسیته، جرم اتمی، تعیین فرمول یک جسم ( آلی و معدنی)، کاتیون شناسی و آنیون شناسی، تعیین گرمای واکنش و سرعت واکنش، نحوه‌ی تجزیه و تحلیل اطلاعات کسب شده در آزمایش‌ها، خطا در اندازه‌گیری و روش محاسبه‌ی آن، میزان دقت دستگاه‌های اندازه‌گیری.

فیزیک ۱  
Physics I



تعداد واحد: ۳ واحد  
نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)  
(هم نیاز) پیش نیاز: ندارد  
هدف:

سرفصل‌ها

اندازه‌گیری، بردارها، حرکت در یک بعد، حرکت در یک صفحه، دینامیک ذره، کار، بقاء انرژی، دینامیک سیستم‌های ذرات، سینماتیک و دینامیک دورانی، تعادل اجسام صلب، تعاریف دما و گرما، قانون صفر و اول و دوم ترمودینامیک، نظریه‌ی جنبشی گازها

کتاب پیشنهادی

1. 1-Halliday, D. and Resnick, R. ; "Fundamentals of Physics"; John Wiley & Sons Inc. ; 1986





تعداد واحد: ۱ واحد

نوع درس: عملی (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: ( فیزیک ۱ )

هدف:

### سرفصل‌ها

تعیین گرمای ویژه مایعات به روش سرد شدن، تعیین ضریب انبساط حجمی مایعات، تعیین گرمای نهان ذوب یخ، تعیین گرمای نهان تبخیر، تعیین ضریب انبساط طولی جامدات، ترمومتر گازی، تعیین کشش سطحی مایعات، تعیین ضریب هدایت حرارت جامدات، تحقیق قوانین بویل، ماریوت، گیلوساک، تعیین کشش سطحی مایعات (لوله های موئین)، ویسکوزیته، چگالی سنج به وسیله قطره چکان هلیکه (تعیین کشش سطحی مایعات)، شناسایی وسایل اندازه گیری و محاسبه خطاها

فیزیک ۲  
Physics II



تعداد واحد: ۳ واحد  
نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)  
(هم نیاز) پیش نیاز: فیزیک ۱  
هدف:

سرفصل‌ها

بار و ماده، میدان الکتریکی، قانون گوس، پتانسیل الکتریکی، خازن‌ها و دی الکتریک‌ها، جریان و مقاومت، نیروی محرکه الکتریکی و مدارها، میدان مغناطیسی، قانون آمپر، قانون القاء فاراده، القاء، خواص مغناطیسی ماده، جریان‌های متناوب، معادلات ماکسول، امواج الکترومغناطیسی

کتاب پیشنهادی

1- Halliday , D. and Resnick, R. ; "Fundamentals of Physics" ; John Wiley & Sons Inc; 1986

آزمایشگاه فیزیک ۲  
Laboratory of Physics II



تعداد واحد: ۱ واحد

نوع درس : عملی (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: ( فیزیک ۲ ) و آزمایشگاه فیزیک ۱

هدف:

سرفصل‌ها

شناسایی اسیلوسکوپ، شناسایی گالوانومتر و طرز تبدیل آن به آمپر متر و ولت متر و وات متر، رسم منحنی مشخصه لامپ‌های دوقطبی و سه قطبی و دیود و ترانزیستور، اندازه‌گیری ظرفیت خازن‌ها و تحقیق قوانین آن‌ها، اندازه‌گیری مقاومت ظاهری سلف اندوکسیون (RL-RC)، اندازه‌گیری مقاومت ( پل تار، پل وتسون، پل کلونین، رسم منحنی هیستریزیس)



تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: معادلات دیفرانسیل

هدف: تأکید بر کاربردهای مهندسی سرفصل‌های ذکر شده

### سرفصل‌ها

سری و انتگرال، معادلات با مشتق جزئی، اعداد مختلط و توابع تحلیلی مختلط، نگاشت  
همدیس (Conformal Mapping)، انتگرال مختلط، سری توانی، تیلور و لوران،  
انتگرال‌گیری به روش مانده‌ها، توابع تحلیلی مختلط و نظریه‌ی پتانسیل، آنالیز عددی با تأکید بر  
روش‌های تخمین

### منابع

۱- کرویت سیگ، اروین؛ "ریاضیات مهندسی پیشرفته"؛ ترجمه‌ی شیدفر، عبدالله و فرمان، حسین؛ جلد دوم؛ مرکز  
نشر دانشگاه تهران؛ چاپ سوم؛ ۱۳۷۲

دروس اصلی

۳۵ واحد



زمین‌شناسی عمومی  
General Geology



تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: (شیمی عمومی)

هدف: آشنایی با زمین، فرآیندهای فعال تغییر دهنده‌ی پوسته‌ی زمین، تاریخ زمین و تاثیر زمین و محیط اطراف آن بر پروژه‌های مهندسی

سرفصل‌ها

- کلیات: تعاریف، آشنایی با شاخه‌های زمین‌شناسی، رابطه‌ی زمین‌شناسی با سایر رشته‌های علوم و مهندسی (به‌ویژه معدن و عمران)، مفاهیم و تعاریف (کانی، سنگ، کانسار کانی ...)
- زمین: مشخصات، موقعیت در فضا، سنگ کره، هواکره، آب کره
- زمین‌شناسی تاریخی: تعیین سن مطلق و نسبی در زمین‌شناسی، فسیل‌ها و فسیل‌شدگی و تعیین سن چینه‌ها و چینه‌شناسی، تقسیم‌بندی زمان در زمین‌شناسی (دوران، دوره‌ها، دورها)، وقایع مهم در دوران‌ها شامل کوهزایی‌ها
- فرآیندهای زمین: فرآیندهای درونی و بیرونی زمین، فرآیندهای آذرین و آتشفشانی (فعالیت‌ها، مشخصات عمومی و خصوصیات کلی فیزیکی و مکانیکی سنگ آذرین)، فرآیندهای دگرگونی (مفاهیم و تعاریف، عوامل مؤثر در دگرگونی، انواع فرآیندها، تغییرات حاصل از دگرگونی، رخساره‌ها)، فرآیندهای ساختاری (عوامل مؤثر در تغییر شکل پوسته‌ی زمین، ساخت‌های اولیه، چین‌ها، گسل‌ها، درزه‌ها)
- فرآیندهای بیرونی زمین: فرآیندها و عوامل مؤثر در آنها (فرسایش، جابجایی، رسوبگذاری)، فرآیندهای رسوبی (هوازدگی و تشکیل خاک، جابجایی و رسوبگذاری، رسوبات قاره‌ای، رسوبات محیط‌های دریایی، رسوبات حد فاصل، دیاژنز و سنگ‌شدگی)، فرآیندهای آب و هوایی (باد، تاثیر و فرسایش، بادرفت‌ها و توسعه‌ی صحراها)، آبهای جاری (فرسایش، حمل و رسوبگذاری، سیلاب‌ها و اثرات آن، امواج و تاثیرات بر سواحل، آبرفت‌ها)، آب‌های زیرزمینی (نحوه‌ی تشکیل، حرکت، منابع، آلودگی، بهره‌برداری از منابع)، جابجایی‌ها و حرکات زمین (ناپایداری شیب‌ها و دامنه‌ها، عوامل مؤثر در ناپایداری، انواع گسیختگی‌ها، لغزش یا رانش زمین، خزش، نشست سطح زمین)
- تاثیرات فرآیندهای درونی، بیرونی و ساختاری بر عملیات مهندسی معدن و عمران

منابع

۱. معماریان، حسین؛ "زمین‌شناسی برای مهندسين"؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ چاپ هفتم؛ ۱۳۸۲

2. Tarbuk, E.J. Lutgens, F.K; "Earth, An Introduction to Physical Geology"; Prentice Hall; 2005, 670 pp.
3. Blyth F.G.H. & De Freitas M.H. "A Geology for Engineers"; Edward Arnold, London. 2003, 325 PP.



کانی شناسی توصیفی  
Discriptive mineralogy



تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: زمین شناسی عمومی، شیمی عمومی

هدف: آشنایی با تشکیل و طبقه بندی بلورها و کانی های سیلیکاته و غیر سیلیکاته و روش های شناسایی عملی آنها در نمونه دستی

### سرفصل ها

- ۱- بلورشناسی: مشخصات اصلی بلورها، قوانین اصلی بلورشناسی، منشاء رشد بلورها، بلورشناسی هندسی، نمایش بلورها، عناصر و اعضای تقارن در بلورها، قانون پارامترها و مناطق، فرم های ساده ی بلورشناسی و توزیع آنها در رده های ۲۲ گانه ی تقارن، ماکل ها و اجتماع بلورها
- ۲- کانی شناسی:  
-- مقدمه ای بر کانی شناسی، خواص کانی ها ( خواص فیزیکی، خواص و فرمول شیمیایی، خواص متفرقه و جانمایی در کانی ها)، روش های کانی شناسی (تشخیص سریع بدون ابزار آزمایشگاهی، تشخیص آزمایشگاهی)، اساس طبقه بندی کانی ها  
-- کانی های سیلیکاته: طبقه بندی، مشخصات، پیدایش در طبیعت، کاربردها  
-- کانی های غیر سیلیکاته: رده بندی، مشخصات، پیدایش در طبیعت، کاربردها ( عناصر آزاد، سولفورها و سولفوسل ها، هالوژن ها، اکسیدها، کربنات ها، نیترات ها، سولفات ها...)

### منابع

- 1-Nesse, W.D; "Introduction to Mineralogy"; Oxford University Press; 1999.
- 2- Gaines, R.V., & Catherine, W., "Dana's New Mineralogy: The System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana", Wiley and Sons; 1997.



آزمایشگاه کانی شناسی توصیفی  
Practical Mineralogy



تعداد واحد: ۱ واحد

نوع درس: عملی (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: (کانی شناسی توصیفی)

هدف: آشنایی با روش‌های شناسایی عملی بلورها و کانی‌های سیلیکاته و غیر سیلیکاته در نمونه‌های میکروسکوپی

سرفصل‌ها

- شناخت عناصر تقارن در روی فرم‌های چوبی بلورها و تعیین رده و سیستم‌های تبلور مدل‌های چوبی
- اندازه‌گیری و تعیین خواص فیزیکی کانی‌ها
- شناسایی کانی‌های سیلیکاته و غیر سیلیکاته در نمونه‌های میکروسکوپی



تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: زمین‌شناسی عمومی

هدف: آشنایی با انواع ساختارهای زمین‌شناسی و نحوه‌ی تشکیل آن‌ها و شناسایی ساختارها در نقشه و زمین

### سرفصل‌ها

- کلیات: موضوع، هدف، اهمیت در مهندسی معدن و عمران، طبقه‌بندی ساختارهای زمین‌شناسی، تفاوت با تکتونیک، روش‌های بررسی ساختارها
- نیرو، تنش و کرنش: مفاهیم و تعاریف، انواع تنش‌ها، تنش‌های اصلی، روابط تنش، دایره‌ی موهر، کرنش همگن و ناهمگن، بیضوی کرنش، رابطه‌ی تنش-کرنش، اندازه‌گیری کرنش، ...
- تغییر شکل: رفتار مواد (الاستیک، پلاستیک، ...)، عوامل مؤثر در تغییر شکل
- چین‌ها و چین‌خوردگی: انواع و اجزای چین‌ها، طبقه‌بندی چین‌ها، مکانیزم چین‌خوردگی
- گسل‌ها و گسلش: تعریف، اجزاء، نامگذاری و طبقه‌بندی گسل‌ها، مکانیزم گسلش، روش هندسی یافتن موقعیت بردار و میزان لغزش، طرز تشخیص و شناسایی گسل در زمین و نقشه، ارتباط بین تنش و کرنش با انواع گسل‌ها، یافتن جهات تنش‌های اصلی با استفاده از گسله‌ها
- شکستگی و درزه‌ها: شکستگی‌ها (انواع، معیار)، درزه‌ها (تعریف، مشخصات، انواع در ارتباط با ساخت‌های اصلی و گسل و چین‌ها و نامگذاری و طبقه‌بندی، مکانیزم درزه‌دار شدن)، ارتباط بین انواع درزه‌ها و محورهای اصلی تنش و کرنش
- فابریک: ساخت‌های خطی و صفحه‌ای، ناپیوستگی‌ها، مناطق برشی
- ساختارهای غیر تکتونیکی: ساختارهای آذرین، ثقلی، ...
- منشاء فرآیندهای درونی زمین: نظریه‌ی تکتونیک صفحه‌ای، صفحات پدید آورنده‌ی پوسته‌ی زمین، پوسته‌ی قاره‌ای و اقیانوسی، جابجایی قاره‌ها و گسترش بستر اقیانوس‌ها، تکتونیک صفحه‌ای و رابطه‌ی آنها با فرآیندهای درونی زمین، تکتونیک ایران
- بازدید صحرایی به منظور آشنایی با ساختارها و عناصر هندسی آن در روی زمین ( حد اقل ۳ روزه)

- 1- Pluijm, B.A. ; Marshak, S. ; "Earth Structure", W.W. Norton & Company N.Y. ; 2004
- 2- Dawis, G.H. & Reynold, S.J. ; "Structural Geology of Rocks and Regions" , 2<sup>nd</sup> Edition; John Wiley & sons; 1996
- 3- Lisle, R.J. ; "Geological Structures and Maps: a Practical guide", Butter Worth-Heinemann, Ltd; Oxford;1995
- 4- Ragan, D.M. ; "Structural Geology: An Introduction to Geometrical Techniques"; 3<sup>rd</sup> Edition, New York, John Wiley & sons; 1985
- 5- Marshak, S. & Nutra, G. ; "Basic Methods of Structural Geology"; Prentice-Hall;1988



برداشت زمین‌شناسی  
Field Geology



تعداد واحد: ۱ واحد

نوع درس: عملی صحرایی (۴۸ ساعت)

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: سنگ‌شناسی و آزمایشگاه، کارتوگرافی

هدف: آشنایی با عکس‌های هوایی و ابزار ساده‌ی نقشه‌برداری و نحوه‌ی تهیه‌ی نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و درزه‌نگاری.

سرفصل‌ها

- آشنایی با وسایل و تجهیزات برداشت صحرایی و کار با آنها: کمپاس، میز نقشه‌کشی، ...
- روش‌های تهیه‌ی نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و درزه‌نگاری و تفسیر آنها
- آشنایی با نرم‌افزارهای ساماندهی داده‌های صحرایی: Auto Cad, Surfer, Dips.
- تهیه‌ی نقشه‌ی مبنای زمین‌شناسی توسط عکس‌های هوایی در محدوده‌ی حداقل ۴ عکس هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و رسم مقاطع در آزمایشگاه

\* کار به‌صورت گروهی در گروه‌های ۳ تا ۵ نفره انجام خواهد شد.  
\* این درس شامل چند جلسه تدریس تئوری و چند روز عملیات صحرایی است.



تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: ریاضی ۱

هدف: ایجاد قابلیت برای پیش بینی اثرات نیروها در اجسام ساکن و ایجاد زمینه‌ی لازم برای حل، تحلیل و طراحی مسائل مهندسی در سطوح و دروس بالاتر

### سرفصل‌ها

- کلیات: مکانیک، مفاهیم بنیادی، کمیت‌های اسکالر و برداری، قوانین نیوتن، قانون جاذبه‌ی ثقل...

- نیروها: گشتاورها، کوپل‌ها و برآیندها (در دستگاه‌های دو و سه بعدی)

- سیستم‌های تعادل نیرو: (۱) تعادل در دو بعد: منزوی کردن سیستم‌های مکانیکی و ترسیم دیاگرام جسم آزاد، شرایط تعادل (طبقه بندی و وضعیت‌های تعادل، صورت‌های مختلف تعادل، قیود و تعیین پذیری استاتیکی). (۲) تعادل در سه بعد: شرایط تعادل (دیاگرام جسم آزاد، انواع حالت‌های تعادل، قیود و تعیین پذیری استاتیکی)

- سازه‌ها: خرپاهای صفحه‌ای، روش مفصل‌ها، روش مقطع‌ها، خرپاهای فضایی، قاب‌ها و ماشین‌ها

- نیروهای گسترده: (۱) مرکز جرم و مرکز هندسی: مرکز جرم، مرکز خط و سطح و حجم، اجسام و شکل‌های مرکب، قضایای پاپوس. (۲) مباحث خاص: تیرها- اثرات خارجی و رسم دیاگرام (بارگسترده)، تیرها

- اثرات داخلی و رسم دیاگرام (برش و خمش و پیچش، روابط عمومی بارگذاری و نیروی برشی و گشتاور خمشی)، کابل‌های انعطاف پذیر (روابط عمومی، کابل‌های سهموی، کابل زنجیری)، استاتیک سیالات (فشار سیال، نیروهای هیدروستاتیکی وارد بر سطح‌های مستطیلی، نیروی هیدروستاتیکی وارد بر سطح‌های دوطبقه‌ای، نیروی هیدروستاتیکی وارد بر سطح‌های تخت در حالت کلی).

- اصطکاک: (۱) پدیده‌های اصطکاکی: انواع اصطکاک، اصطکاک خشک (مکانیزم اصطکاک، انواع مسائل اصطکاک)، (۲) کاربردهای اصطکاک در ماشین‌ها: گوه‌ها، پیچ‌ها، یاتاقان‌های ژورنال و گفگرد و اصطکاک دیسک‌ها، تسمه‌های انعطاف پذیر، مقاومت غلتشی

- کار مجازی: کار (کار نیرو، کار کوپل، کار مجازی)، تعادل (ذره، جسم صلب، سیستم‌های ایده‌آل متشکل از اجسام صلب، درجه‌ی آزادی، سیستم‌های دارای اصطکاک و راندمان

مکانیکی)، انرژی پتانسیل و پایداری ( انرژی پتانسیل الاستیکی، انرژی پتانسیل ثقل،  
معادله‌ی انرژی)

### کتاب پیشنهادی

۱- مریام، جیمز و کرایک، گلن؛ "استاتیک"؛ ترجمه‌ی انتظاری، علیرضا؛ چاپ پنجم؛ نورپردازان؛ ۱۳۸۳





تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس : نظری (۴۸ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: استاتیک

هدف: آشنایی با مبانی تئوریک و کاربردهای مکانیک جامدات در طراحی و تحلیل سازه‌ها و بررسی مقاومت داخلی و تغییرشکل اجسام تحت تاثیر بارهای خارجی

### سرفصل‌ها

- کلیات: آشنایی با مکانیک جامدات ( معرفی درس، دامنه‌ی موضوعات مطرح در درس)، مروری بر استاتیک (معادلات تعادل، مفهوم نیروهای داخلی و رسم دیاگرام تغییرات نیروی محوری، برشی و لنگر خمشی با روش مقطع زدن و جمع زدن)
- تنش و بارهای محوری: تنش، تانسور تنش، نیروی محوری یا تنش قائم، تنش لهدگی و برشی، تنش‌های مجاز و ضریب اطمینان
- کرنش و رابطه‌ی تنش - کرنش: تغییر شکل‌ها و مفهوم کرنش، کرنش خطی در اثر بار محوری، منحنی تنش - کرنش، قانون هوک، تحلیل منحنی و روابط تنش - کرنش، ضریب پواسون، قانون تعمیم داده‌شده‌ی هوک، قانون هوک برای تنش‌ها و کرنش‌های برشی، قانون هوک برای مصالح همسانگرد، کرنش حرارتی، انرژی کرنشی برای تنش‌های محوری و برشی، نمودار تنش - کرنش در بارگذاری و باربرداری مجدد، نمودارهای تنش - کرنش ایده‌آل، تمرکز تنش، قانون هوک برای مصالح ناهمسانگرد ( تعریف ریاضی کرنش، معادلات دوبعدی سازگاری، تانسور کرنش، قانون هوک برای مصالح ناهمگن)
- پیچش: فرضیات، رابطه‌ی پیچش، طراحی میله‌های استوانه‌ای توپر و توخالی در پیچش، زاویه‌ی پیچش، تنش‌ها و تغییر شکل‌های برشی در میله‌های استوانه‌ای، تمرکز تنش، پیچش میله‌های با مقطع غیر دایره‌ای توپر و توخالی
- خمش تیرها: مفاهیم و محدودیت‌های خمش تیرها، فرضیات پایه، رابطه‌ی خمش ارتجاعی، محاسبه‌ی ممان اینرسی، حداکثر تنش خمشی، خمش غیرارتجاعی تیرها، تمرکز تنش، تیرهای مرکب، تیرهای خمیده یا قوسی
- تنش‌های برشی در تیرها: مفاهیم پایه، جریان برش، رابطه‌ی تنش برشی تیرها و محدودیت‌های آن، مرکز برش
- تنش‌های مرکب: اصل اثر ترکیب تنش‌ها و محدودیت‌های آن، خمش غیر متقارن یا کج (Skerv bending)، ترکیب تنش‌های برشی

- تبدیل تنش‌ها و کرنش‌ها، معیارهای جاری شدن و گسیختگی: تبدیل تنش ( روابط تبدیل تنش‌های صفحه‌ای، تنش‌های اصلی، تنش‌های برشی حداکثر، تبدیل تنش برشی خالص به تنش‌های اصلی، دایره‌ی موهر، دایره‌ی موهر برای حالت عمومی تنش، تبدیل کرنش ( روابط تبدیل کرنش صفحه‌ای، دایره‌ی موهر، اندازه‌گیری کرنش - گل کرنش، سایر روابط خطی بین تنش و کرنش و ثابت‌های  $E, G, \nu$  )، معیارهای جاری شدن و شکست ( فرضیه‌ی تنش برشی حداکثر، فرضیه‌ی انرژی کرنشی حداکثر در تغییر شکل برشی، فرضیه‌ی تنش قائم حداکثر، مقایسه‌ی فرضیه‌ها)

- تغییر شکل تیرها: روابط کرنش - انحنا و لنگر - انحنا، معادلات دیفرانسیل تغییر شکل ارتجاعی تیرها

- روش‌های انرژی: انرژی کرنشی ارتجاعی برای تنش تک محوری، انرژی کرنشی برای خمش خالص، انرژی کرنشی ارتجاعی برای تنش‌های برشی، انرژی کرنشی برای حالت تنش چند محوری، طراحی اعضاء برای بارهای انرژی، محاسبه‌ی تغییر شکل سازه‌ها با استفاده از روش‌های انرژی ( کار حقیقی)، بارهای ضربه‌ای

- ستون‌ها: پایداری سازه‌ها، رابطه‌ی اولر برای ستون‌های دو انتها مفصل، بسط رابطه‌ی اولر برای ستون‌های با شرایط انتهایی متفاوت، بار خارج از مرکز و رابطه‌ی سکانت، طراحی ستون‌های تحت بار محوری و بار خارج از مرکز  
تمرین: این درس همراه تمرین است تا دانشجویان مسائل تئوری را بهتر درک کرده و جنبه‌های کاربردی آنها را فراگیرند.

### کتاب پیشنهادی

۱- پوپوف، ایگور، پی‌یر، فردیناند و جانسون، راسل؛ "مقاومت مصالح"، ترجمه‌ی طاحونی، شاپور؛ ناشر: شاپور طاهونی؛ چاپ سوم؛ ۱۳۶۸







تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: مقاومت مصالح

هدف: آموزش مبانی نظری مکانیک سیالات به منظور کاربرد در دروس بالاتر و مکانیک سیالات کاربردی

### سرفصل‌ها

- خواص سیال: تعریف سیال، سیالات و محیط پیوسته، واحدها، لزجت (قانون لزجت نیوتن و ضریب لزجت)، نیرو و جرم (جرم و حجم و وزن مخصوص، چگالی، فشار)، گاز کامل، مدول الاستیسیته‌ی حجمی، فشار بخار، کشش سطحی

- استاتیک سیالات: فشار (مکش) در یک نقطه، معادله‌ی اصلی استاتیک سیالات، واحدهای اندازه‌گیری فشار و مانومترها، نیروهای وارد بر صفحات مسطح، مؤلفه‌های نیروی وارد بر سطوح منحنی، قوانین شناوری، پایداری اجسام شناور، تعادل نسبی

- جریان سیال، مفاهیم و معادلات اصلی: مشخصه‌های جریان و تعاریف؛ سیستم و حجم کنترل؛ معادلات پیوستگی و انرژی و مقدار حرکت؛ معادله‌ی اولر در امتداد خط جریان؛ معادله‌ی برنولی؛ برگشت‌پذیری، برگشت‌ناپذیری، افت‌ها؛ معادله‌ی انرژی برای حالت دائمی؛ معادله‌ی اولر و قوانین ترمودینامیک؛ کاربرد معادله‌ی انرژی برای جریان تراکم‌ناپذیر دائمی؛ کاربردهای معادله‌ی مقدار حرکت؛ معادله‌ی لنگر مقدار حرکت؛ انقطاع جریان و کاویتاسیون

- تحلیل ابعادی و تشابه دینامیکی: گروه‌ها یا نسبت‌های بی‌بعد، تحلیل ابعادی، قضیه‌ی باکینگهام، پارامترها یا گروه‌های بی‌بعد در مکانیک سیالات و مفهوم آن‌ها، تشابه و مطالعه‌ی مدل

- جریان لزج، لوله‌ها و کانال‌ها: جریان‌های آرام و درهم، جریان‌های داخلی و خارجی؛ معادلات ناویه - استوکس؛ جریان آرام تراکم‌ناپذیر دائمی بین صفحات موازی، افت در جریان آرام؛ جریان آرام در لوله‌ها و حلقه‌ها؛ تنش برشی در جریان درهم، جریان درهم در مجاری باز و بسته؛ جریان یکنواخت دائمی در کانال‌های روباز؛ جریان تراکم‌ناپذیر دائمی در لوله‌ها (فرمول کلبروک، جریان در لوله، افت اصطکاکی)، افت‌های موضعی

- جریان تراکم‌پذیر: روابط گاز کامل، تغییرات انرژی داخلی و آنتالپی و آنتروپی گاز کامل؛ سرعت موج صوتی و عدد ماخ؛ جریان ایزنتروپیک (آدیاباتیک بی‌اصطکاک)؛ امواج ضربه‌ای؛ خط فانو و خط ریلی؛ جریان آدیاباتیک همراه با اصطکاک در لوله‌ها؛ جریان بدون اصطکاک

همراه با انتقال حرارت در لوله‌ها؛ جریان ایزوترم در لوله‌های طویل؛ تشابه امواج ضربه‌ای و امواج سطحی در کانال‌های روباز  
تمرین: این درس همراه تمرین است تا دانشجویان مسائل تئوری را بهتر درک کرده و جنبه‌های کاربردی آنها را فراگیرند.

### کتاب پیشنهادی

۱- وایلی، بنجامین و استریتر، ویکتور؛ "مکانیک سیالات"، ترجمه‌ی انتظاری، علیرضا؛ ناشر نوپردازان؛

چاپ ششم؛ ۱۳۸۱

۲- شیمز، ایروینگ، اچ؛ "مکانیک سیالات"؛ ناشر نوپردازان؛ ترجمه‌ی انتظاری، علیرضا؛ چاپ



# نقشه کشی صنعتی و CAD Industrial Drawing and CAD



تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری و عملی (۱۶ ساعت نظری + ۳۲ ساعت عملی)

(هم نیاز) پیش نیاز: ندارد

هدف: آشنایی با مبانی نقشه کشی صنعتی و نرم افزار CAD، نقشه کشی دستی و با CAD

## سرفصل‌ها

۱- نظری: ۱۶ جلسه‌ی یک ساعته

- کلیات، کاربردها، مفاهیم و تعاریف

- رسم تصاویر، نقطه، صفحه و جسم بر روی یک صفحه‌ی تصویر، صفحات اصلی تصویر

- اصول رسم سه تصویر، رابطه‌ی هندسی بین تصاویر مختلف

- وسایل نقشه کشی و کاربرد آنها، ابعاد استاندارد کاغذهای نقشه کشی، انواع خطوط و

کاربردها، جدول مشخصات نقشه

- ترسیمات هندسی، روش‌های مختلف و آشنایی با فرجه‌ی اول و سوم، طریقه‌ی رسم سه

تصویر در فرجه‌ی سوم، روش رسم سه تصویر در فرجه‌ی اول، تبدیل فرجه

- رسم تصویر از روی مدل‌های ساده، اندازه‌نویسی و کاربرد حروف و اعداد، رسم تصویر یک

جسم به کمک تصاویر معلوم آن با روش شناسایی سطوح و احجام

- تعریف برش و قراردادهای مربوط به آن، برش ساده (متقارن و غیر متقارن)، برش شکسته،

برش شکسته‌ی شعاعی و مایل، نیم برش شکسته، برش موضعی، برش‌های گردشی و جابجا

شده، استثناءها در برش

- تعریف تصویر مجسم و کاربرد آن، طبقه‌بندی تصاویر مجسم، تصویر مجسم قائم

(ایزومتریک، دی‌متریک، تری‌متریک)، تصویر مجسم مایل (ایزومتریک یا کوالیر)، دی‌متریک

(کابینت)

- تصویر مرکزی یا پرسپکتیو (یک نقطه‌ای، دونقطه‌ای، معمولی آزاد)

- اصول هندسه‌ی ترسیمی، نمایش نقطه و انواع خطوط و صفحات

۲- عملی: ۱۶ جلسه ۲ ساعته

- آشنایی و کار با نرم افزار CAD

- تهیه‌ی نقشه‌ها و تصاویر تعیین شده با دست

- تهیه‌ی نقشه‌ها و تصاویر تعیین شده با استفاده از کامپیوتر و نرم افزار CAD



## ترمودینامیک Thermodynamic

تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: آزمایشگاه فیزیک ۲، آزمایشگاه شیمی عمومی

هدف: فراگیری اصول و قوانین ترمودینامیک و ایجاد زمینه‌ی لازم برای حل، تحلیل و طراحی مسائل مهندسی در سطوح و دروس بالاتر

### سرفصل‌ها

کلیات: تعریف و تاریخچه‌ی علم ترمودینامیک، سیستم‌های باز و بسته، خواص سیستم ترمودینامیکی، حجم‌های کنترلی یا حجم مشخصه، خواص و حالت ماده، فرآیندها و چرخه‌ها، اصل صفر ترمودینامیک دما، فشار، واحدها،

اصل اول و سایر مفاهیم اساسی: تعریف، سیستم‌های باز و بسته، تجربیات ژول، انرژی داخلی، فرمولاسیون اصل اول ترمودینامیک، حالات ترمودینامیکی و توابع حالت، آنتالپی، فرآیندهای جاری حالت، تعادل، ظرفیت‌های گرمایی تعریف کار، معادله ویرال، گاز آرمانی، کاربرد معادله ویرال، آثار گرمایی، آثار گرمایی محسوس، آثار گرمایی همراه با تغییر فاز مواد خالص، گرمای معیار، اثر دما بر گرمای معیار، آثار گرمایی واکنش‌های صنعتی، .....

اصل دوم ترمودینامیک: بیان اصل دوم، ماشین گرمایی، مقیاس دمای ترمودینامیکی، فرآیند برگشت پذیر، عوامل برگشت ناپذیری فرآیند، چرخه‌ی کارنو و بازدهی آن، آنتروپی، نامساوی کلازیوس، آنتروپی، آنتروپی جسم خالص، تغییرات آنتروپی در فرآیندهای برگشت‌ناپذیر و برگشت‌ناپذیر، افت کار، اصل دوم برای حجم مشخصه، فرآیند یا جریان یکنواخت، فرآیند برگشت پذیر آدیباتیک، تغییرات آنتروپی گازهای کامل، فرآیند پلی تروپیک برگشت‌پذیر برای گازهای کامل، ازدیاد آنتروپی، بازدهی، روابط ماکسول، معادله‌ی کلابرون، روابط ترمودینامیک برای آنتالپی، انرژی داخلی، آنتروپی و گرمای ویژه اصل سوم ترمودینامیک.....

### منابع:

- 1- Gengel & Boles, "Thermodynamics: An Engineering Approach", 3<sup>rd</sup> Edition
- 2- Richard E. Sonntag, Claus Borgankke, Gordon J. Van Wylen, Fundamentals of Thermodynamics, John Wiley & Sons, INC. 5<sup>th</sup> Edition, 1998
- 3- Yunus A. Gengel, Michael A. Boles, Thermodynamics: An Engineering Approach, McGraw- Hill, Third Edition, 1998.

# دروس تخصصی مشترک

۲۰/۵ واحد





## نقشه برداری معدنی

### Mine Surveying

تعداد واحد:	۳ واحد
نوع درس:	نظری (۴۸ ساعت)
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	ریاضی ۲، نقشه کشی صنعتی و CAD
هدف:	آشنایی با اصول، روش‌ها و تجهیزات نقشه برداری و کاربرد آن‌ها در عملیات و کنترل عملیات در معدنکاری سطحی و زیرزمینی و پی جویی و اکتشافات

#### سر فصل‌ها

- مفهوم، اهداف و تعاریف، اصول پایه‌ی نقشه برداری، نقشه برداری عمومی، نقشه برداری معدنی و اهمیت و انحصاری بودن آن
- نقشه‌ها و تصاویر: اطلاعات عمومی مربوط به زمین، سیستم‌های مختصات، شبکه‌های ژئودتیک، انواع نقشه‌ها، انواع تصاویر، اصول و قواعد نقشه کشی، اندازه‌گیری‌ها، منابع خطا و انواع آن، دقت اندازه‌گیری، مقیاس و نمایش
- برداشت با کمپاس و میز نقشه کشی: برداشت با کمپاس (هدف، کمپاس، ابزار مورد استفاده در پیمایش، برداشت‌ها و انواع آن‌ها، منابع خطا)، برداشت با میز نقشه کشی (میز نقشه کشی و اجزای آن، هدف، تنظیم و استقرار، روش‌های برداشت، رسم خطوط تراز با میز و دوربین آلیداد، منابع خطا)
- ترازبایی: هدف، واژه‌ها و مفاهیم، تجهیزات مورد استفاده، اصول ترازبایی، روش‌های محاسباتی، انواع ترازبایی و ترازبای‌ها، تصحیح‌ها، منابع خطا و ملاحظات، دقت در ترازبایی، تنظیم ترازبای و برداشت‌ها
- تئودولیت‌ها و پیمایش با آن‌ها: انواع و اجزاء، تنظیم، کاربردها، منابع خطا، برداشت و اندازه‌گیری (زوایا، فواصل)، پیمایش (هدف، اصول، روش‌ها، محاسبات، کنترل، نقشه کشی)، استفاده از تئودولیت به عنوان تاکنومتر
- پیمایش و مثلث‌بندی، منحنی‌های هم‌ارز (خطوط تراز، فواصل خطوط، معادل افقی، مشخصات خطوط، کاربردها، روش‌های تهیه‌ی نقشه‌های توپوگرافی، نمایش علائم بر روی نقشه، رسم مقاطع)
- قوس‌ها: تعاریف، انواع قوس، اجزاء و مشخصه‌های قوس‌ها، پیاده کردن قوس‌ها، اتصال و ارتباط قوس‌ها
- تاکنومتری و برداشت‌های تاکنومتری
- نقشه برداری معدنی زیرزمینی
  - ایستگاه‌ها، تعیین و انتخاب ایستگاه نقشه برداری
  - برداشت‌های افقی در کارهای زیرزمینی: برداشت‌های افقی در زیرزمین، شبکه‌های مبنا و ایجاد آنها، شبکه‌های برداشت، انواع نقاط ایستگاهی در شبکه‌ها، تئودولیت و اندازه‌گیری زوایای افقی و مایل و فاصله‌ها، تحلیل نتایج برداشت‌ها و محاسبه‌ی مختصات نقطه‌ای، تجمیع خطاها در برداشت‌های زیرزمینی با تئودولیت
  - برداشت‌های قائم در کارهای زیرزمینی: کلیات، تعیین تراز در چاه‌ها، ترازبایی هندسی در کارهای زیرزمینی، تحلیل نتایج ترازبایی هندسی، خطاها در ترازبایی هندسی، ترازبایی مثلثاتی و خطاها
  - برداشت سینه کارهای پیشروی (آماده‌سازی) و استخراجی: وسایل برداشت، برداشت کارگاه‌های استخراج زغال سنگ، برداشت کارگاه‌های فضاهای استخراج شده، برداشت سینه کارهای پیشروی، برداشت چال‌های آتشفشایی، تعیین جهت تونل‌های طبقات فرعی، تعیین ذخیره در کارگاه‌ها
  - کاربردهای خاص نقشه برداری در کارهای زیرزمینی: تعیین مسیر و هدایت جهت و برداشت کارهای زیرزمینی

( فضاها و کارهای افقی، قوس‌ها، فضاها، مایل و قائم، سطح مقطع)، نقشه برداری کارهای حفر شده از دو انتها، تخمین اولیه دقت در ارتباط دادن سینه‌کار

- نقشه برداری در احداث معدن: شبکه‌ی کنترل چیدمان و جانمایی تأسیسات و تسهیلات سطحی معدن و ویژگی‌های جانمایی‌ها، نقشه‌برداری کمپ‌های معدن، نقشه‌برداری در احداث بالابرها، برداشت در حین احداث چاه قائم و ترتیبات و نصب تجهیزات آن، برداشت در حین حفر پذیرگاه‌های چاه قائم  
- نقشه برداری در معادن روباز و کواری

- کلیات، شبکه‌های برداشت و مینا و کار نقشه برداری: شبکه‌های مینا، شبکه‌های نقشه برداری، کنترل تراز در معادن روباز و کواری، نقشه‌برداری در معادن روباز و کواری
- کاربرد نقشه برداری در کارهای چالزنی و آتشیاری
- برداشت‌های نقشه برداری در کارهای ترابری
- برداشت و کاربرد نقشه برداری در حفر ترانشه‌ها و رمپ‌ها
- محاسبات احجام برداشت یا استخراج شده
- کاربرد نقشه برداری در کنترل نشست سطح زمین
- کاربرد نقشه برداری در پیجویی و اکتشافات زمین شناسی
- آشنایی مختصر با نقشه برداری هوایی و کار با عکس‌های هوایی



منابع:

- 1-Borsch – Korupniets, V. & Navitny, A. & Knysh, G. ; "Mine Surveying"; Mir Publisher Moscow; 1989
- 2-Staley, William; "Introduction to Mine Surveying"; Stanford University Press; 1964
- 3-Singh, H. ; "Surveying"; Mc Grawhill; 1990
- 4-Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton, Co. ; 1992; ch. 8-2

## عملیات نقشه برداری معدنی Field Mine Surveying



تعداد واحد:	۱ واحد
نوع درس:	عملی صحرایی (۴۸ ساعت)
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	نقشه برداری معدنی
هدف:	کسب تجارب عملی در نقشه برداری و نقشه کشی

### سرفصل‌ها

- کار عملی بر مبنای عناوین نقشه برداری معدنی در یک منطقه‌ی معدنی زیرزمینی: گروه‌بندی، استفاده از کمپاس، میز نقشه‌کشی و انجام برداشت‌های لازم برای تهیه نقشه‌های تعیین شده، اندازه‌گیری فواصل و زوایای افقی و قائم و پیمایش در مناطق تعیین شده برای هر گروه و برداشت‌های لازم برای تهیه نقشه‌های مناطق با مقیاس ۱:۱۰۰۰
- پیاده کردن قوس‌ها
- برداشت‌های ممکن در فضاهای زیرزمینی موجود در منطقه
- آشنایی با نرم افزارهای نقشه‌کشی و کار با یکی از آنها
- تهیه نقشه‌های تعیین شده از برداشت‌ها و پیمایش‌های صورت گرفته و محاسبات سطح و حجم





## مبانی کانه آرایبی Principles of Mineral Processing

تعداد واحد:	۲ واحد
نوع درس:	نظری (۳۲ ساعت)
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	ترمودینامیک، سنگ شناسی، مکانیک سیالات
هدف:	فراگیری و کاربرد اصول و مبانی تغلیظ مواد معدنی با استفاده از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کانی‌ها و آشنایی با مبانی طراحی کارخانه‌های کانه‌آرایبی

### سرفصل‌ها

- کلیات، مفاهیم و تعاریف، کاربرد و دسته‌بندی مواد معدنی و نقش کانه‌آرایبی، جدایش کانی‌ها و مراحل کانه‌آرایبی
- نمونه برداری و آزمایش‌های متالورژیکی
- دانه‌بندی: اندازه و شکل ذرات، تجزیه‌ی سرنده‌ی و تعیین دانه‌بندی، توزیع و تحلیل دانه‌بندی
- اصول و عملیات سنگ‌شکنی: اصول ( مکانیزم، قوانین و تئوری‌ها، روش‌های اندازه‌گیری قابلیت خرد شدن مواد)، عملیات ( انواع سنگ‌شکن‌ها، انتخاب سنگ‌شکن)، طراحی مدار سنگ شکنی
- اصول و عملیات نرم کردن: انواع آسیاها، مکانیزم‌های نرم شدن، انواع آسیترها، انتخاب و تعیین اندازه‌ی آسیا، مدارهای آسیاکردن، بار در گردش
- سرنده کردن: اصول، انواع سرندها، انتخاب ابعاد و بازدهی سرندهای لرزان
- طبقه بندی مواد: اصول حرکت مواد در سیال، هیدروسیکلون‌ها، کلاسیفایرها، انتخاب و تعیین اندازه‌ی سیکلون‌ها
- جدایش ثقلی: اصول و تئوری‌های پرمیاریکننده‌ی ثقلی، انواع و ماشین‌های جدایش ثقلی (واسط سنگین، جیک‌ها، مبرها، ماریچ‌ها)
- جدایش مغناطیسی و الکتریکی: جداکننده‌های مغناطیسی (اصول و مکانیزم، انواع و کاربرد)، جداکننده‌های الکتریکی ( اصول و مکانیزم، انواع و کاربرد)
- فلوتاسیون: اصول، جنبه‌های فیزیکی و شیمیایی فلوتاسیون، معرف‌ها، ماشین‌های فلوتاسیون، مدارها
- ملاحظات زیست محیطی: تأثیرات فرآوری در آلودگی محیط زیست، باطله‌های فرآوری (تأثیر در آلودگی، دفع و انتقال باطله‌های جامد و مایع، انباشت باطله‌های جامد و مایع)

### منابع

- ۱- نعمت‌اللهی، حسین؛ "کانه‌آرایبی"؛ جلد اول و دوم؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۷۱
- 2- Wills, B.A. ; "Mineral Processing Technology"; 6<sup>th</sup> Edition; Butter Worth Heineman; SME; 1997
- 3- Weiss, L. (Editor); "Mineral Processing Handbook"; Vol. I&II; SME; 1989
- 4- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>th</sup> Edition; SME
- 5-Littleton, Co. ; 1992; Sec.24
- 6-Kelly, G.E. and Spottiswood, J.D. ; "Introduction to Mineral Processing"; Mineral Engineering Services; Australia; 1989
- 7- Fuerstenau, M.G. and Han, K.N.; "Principles of Mineral Processing"; SME ; 2007



## آزمایشگاه مبانی کانہ آرایه Laboratory Of Mineral Processing

تعداد واحد: ۱ واحد

نوع درس: عملی (۳۲ ساعت)

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: (مبانی کانہ آرایه)

هدف: شناخت عملی دستگاه‌های مورد استفاده در عملیات کانہ آرایه، تولید داده‌های مورد نیاز برای طراحی فرآیند و تعبیر و تفسیر آن‌ها، آماده شدن برای کار در زمینه‌های طراحی و عملیات فرآوری

### سرفصل

- دستورالعمل عمومی، ایمنی و طرز تهیه گزارش
- آماده سازی نمونه
- تعیین درجه آزادی
- تعیین دانه‌بندی، توزیع و تحلیل آن‌ها
- = آشنایی با سنگ‌شکن‌ها و آسیاها و نحوه کار آن‌ها
- مطالعه فرآیند و تعیین قابلیت خردایش با آسیاهای میله‌ای و گلوله‌ای
- آشنایی با سرندها، کلاسیفایرها و هیدروسیکلون‌ها و نحوه کار آن‌ها
- آشنایی و کار با جداکننده‌های ثقلی، آزمایش‌های پرعبارسازی با واسطه‌ی سنگین و میز
- آشنایی با جداکننده‌های مغناطیسی و الکتریکی و نحوه کار آن‌ها
- جداسازی کانی‌ها با روش فلوتاسیون و ماشین‌های فلوتاسیون، آزمایش فلوتاسیون زغال سنگ، آزمایش فلوتاسیون کانسنگ سولفورهی ساده و کانسنگ اکسیدی

### منابع

- ۱- منابع ذکر شده در مبانی کانہ آرایه
- ۲- ابوزید، ا. ز. م.؛ "آزمایش‌های کانہ آرایه"؛ ترجمه‌ی اولیازاده، منوچهر؛ مرکز انتشارات صنعت فولاد؛ ۱۳۷۲



## مبانی مکانیک سنگ Principle of Rock Mechanics

تعداد واحد:	۲ واحد
نوع درس:	نظری (۳۲ ساعت)
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	سنگ شناسی، مقاومت مصالح
هدف:	آشنایی مختصر با مکانیک خاک، شناخت خصوصیات فیزیکی و مکانیکی سنگ‌ها و رفتار آن‌ها تحت بارهای اعمالی، آشنایی با اصول تحلیل الاستیک و روابط تنش- کرنش به منظور ایجاد درک عملی برای به‌کارگیری آنها در تحلیل پایداری و طراحی فضاهای زیرزمینی و دیواره‌های شیب‌دار

### سرفصل‌ها

- مبانی مکانیک جامدات: تنش، تنش در یک نقطه، تنش در یک صفحه، دایره موهر، کرنش، کل کرنش، دایره موهر برای کرنش، روابط تنش، کرنش، انواع مواد از نظر رابطه تنش، کرنش، رفتار ارتجاعی و غیره ارتجاعی سنگ‌ها، ملاک‌های شکست در سنگ‌ها، تنش‌های زمین، تنش در پوسته جامد زمین، تنش‌های ثقلی، تنش‌های تکنونیک، تنش‌های محلی تنش در پوسته باقیمانده، تأثیر عواملی نظیر چین‌خوردگی و فرسایش روی تنش‌های زمین.

- تنش‌های القایی، تمرکز تنش، تنش در اطراف فضاهای زیرزمینی، تنش در اطراف فضاهای زیرزمینی متعدد، تمرکز تنش در جداره یک ردیف تونل‌های با مقطع دایره‌ای تحت میدان‌های مختلف تنش، تمرکز تنش در جداره یک ردیف تونل‌های با مقطع تخم مرغی در میدان‌های مختلف تنش، روش‌های اندازه‌گیری تنش زمین، تنش در تونل‌های حفر شده با مقطع مربع مستطیل در سنگ‌های مطبق و لایه نازک، سقف اولیه و سقف اصلی، ثوری تیرها، خصوصیات مکانیک و رفتار سنگ‌ها، روش‌های آزمایشگاهی در مطالعه رفتار سنگ، طبقه‌بندی ساختاری یا رده بندی مهندسی سنگ‌ها با تقسیم‌بندی ژنتیکی، ژئوتکنیکی، خواص فیزیکی و اندیدی سنگ‌ها و طبقه‌بندی براساس آنها، ایستایی دیواره در معادن روباز

### منابع

- 1-Singh, R.N. and Ghose, A.K. ; "Engineering Rock Structures in Mining and Civil Construction" ; Taylor & Francis Group; London; 2006
- 2-Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; Sec.10
- 3-Goodman R.E. ; "Introduction to Rock Mechanics" ; John Wiley & Sons; New York; 1980
- 4-Jager, J.C. and Cook, N.G.W. ; "Fundamentals of Rock Mechanics" ; 3<sup>th</sup> Edition; Chapman and Hall; London; 1979



## آزمایشگاه مبانی مکانیک سنگ Laboratory of Rock Mechanics

تعداد واحد:	۱ واحد
نوع درس:	عملی (۳۲ ساعت)
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	(مبانی مکانیک سنگ)
هدف:	آشنایی عملی با روش‌های اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و هیدرولیکی سنگ و خاک و نحوه‌ی انجام آزمایش‌ها و تعیین پارامترهای مکانیکی سنگ و خاک

### سرفصل

- دستورالعمل‌های عمومی، ایمنی و طرز تهیه‌ی گزارش
- خصوصیات ذاتی: چگالی، رطوبت، تخلخل، نسبت حفره، وزن مخصوص
- خصوصیات شاخص: بار نقطه‌ای، چکش اش‌میت، دوام داری، تورق، مقاومت در برابر انجماد، سختی، سایش، شاخص سرشار
- خصوصیات مکانیکی: مقاومت فشاری تک محوری، تغییر شکل پذیری، مقاومت کششی، مقاومت برشی، مقاومت فشاری سه محوری، آزمایش برش خاک و سنگ‌های سفت
- آزمایش لس آنجلس و بوهم



## اقتصاد معدنی Mineral Economics

تعداد واحد:	۲ واحد
نوع درس:	نظری
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	آمار و احتمالات مهندسی، مبانی استخراج مواد معدنی
هدف:	آشنایی با مبانی اقتصاد کلان و خرد با تأکید بر معدنکاری، صنایع معدنی و بازرگانی مواد معدنی

### سرفصل‌ها

#### ۱- کلیات:

تعریف علم اقتصاد، کالا و انواع آن، عوامل تولید، مدار اقتصادی، ظرفیت و رشد، نظام‌های اقتصادی: ویژگی‌های نظام‌های سرمایه‌داری، اقتصاد دولتی و نظام‌های مختلط پول: تعریف، وظائف، انواع و مراحل تحول

#### ۲- اقتصاد کلان:

- درآمد ملی: مفاهیم و تعاریف، تولید ناخالص داخلی و انواع آن (اسمی، واقعی و ممکن)، روش‌های اندازه‌گیری (تولید، درآمد، مخارج)، ملاک‌ها و شاخص‌های ارزیابی (تولید و درآمد خالص و ناخالص ملی، داخلی و سرانه)، بخش‌های مختلف اقتصاد ایران، بخش معدن ایران و زیربخش‌های آن، سهم بخش معدن در GDP کشور  
- تورم: شاخص قیمت‌ها و انواع آن (CPI, PPI, GDP deflator)، سبب کالاهای مصرفی شهری، درآمد اسمی و واقعی

- اشتغال و بیکاری: جمعیت فعال و نا فعال، انواع بیکاری (اصطکاک‌کی، ساختاری و ادواری)، قانون Okun، ادوار تجاری (نوسان‌های اقتصادی)

#### ۳- اقتصاد خرد:

- تقاضا: تئوری، جدول، منحنی و قانون تقاضا، عوامل مؤثر بر مقدار تقاضا، اثر جایگزینی و اثر درآمد  
- عرضه: تئوری، جدول، منحنی و قانون عرضه، عوامل مؤثر بر مقدار عرضه  
- قیمت: قیمت تعادل، مکانیزم قیمت‌ها، تعادل ایستا و پویا  
- کشش: کشش تقاضا و عرضه نسبت به قیمت، محاسبه کشش، حالت‌های مختلف کشش، روابط پارامتری، تغییرات درآمد  
- تئوری بنگاه (نظریه تولید کننده): نهاده‌ها و ستاده‌های تولید، دوره زمانی تولید (کوتاه و بلند مدت)، تابع تولید با یک متغیر، قانون بازده نزولی، منحنی‌های تولید کل، تولید نهایی و تولید متوسط، تابع تولید با دو متغیر

- تحلیل هزینه: تابع هزینه، انواع هزینه (ثابت و متغیر)، منحنی های هزینه کل، هزینه نهایی و هزینه متوسط، سود و زیان، نقطه سر به سر، تولید، تحلیل بلند مدت هزینه، منحنی های هزینه کوتاه و بلند مدت (SAC و LAC)، مقیاس بازدهی (Returns to Scale)، تعریف و تقسیم بندی هزینه های معدنکاری  
 - بازار: آشنایی مختصر با انواع اصلی بازار (رقابت کامل، انحصار، رقابت انحصاری، چند قطبی)

#### ۴- اقتصاد کالاهای معدنی:

- توسعه پایدار مبتنی بر مواد معدنی: دوره های متوالی توسعه معدنکاری و صنایع معدنی (توسعه معادن، توسعه کارخانه های ذوب، توسعه صنایع، تهی شدن مواد خام داخلی، رکود)  
 - ویژگی های تولید مواد معدنی و سرمایه گذاری در بخش معدن  
 - دسته بندی کالاهای معدنی: منابع انرژی، منابع فلزی، کانی های صنعتی  
 - مالکیت و طبقه بندی معادن در کشور، قانون معادن  
 - بازرگانی مواد معدنی: تنوع واحد های (وزن، حجم، عیار، ...)، چگونگی تعیین قیمت فلزات و کانی ها (قیمت تولید کننده، عوامل مؤثر بر قیمت گذاری، قیمت های توافق، قیمت گذاری بازار بورس)، اطلاعات و منابع قیمت گذاری، تجارت و بازار (انواع محصولات، مبادلات، قراردادهای خرید یا فروش، قراردادهای ذوب)، اصطلاحات بازرگانی بین المللی (InCoTerms) به ویژه FOB و CIF

#### ۵- آشنایی با ارزیابی طرح های معدنی

- آشنایی اولیه با مفهوم ارزش زمانی پول و فرمول های مربوط  
 - آشنایی اولیه با نمودار گردش پولی (Cash Flow) و تشکیل جدول ساده DCF  
 - آشنایی مختصر با تکنیک های ارزیابی اقتصادی پروژه به ویژه روش NPV  
 ۶- انجام یک پروژه در باره یکی از مباحث مطرح شده



#### منابع

1. Salvatore, D and Diulio, E A, Principles of Economics, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill, 2<sup>nd</sup> Edition, 1996
2. Hartman, W. H. and Mutmansky, J.M.; "Introductory Mining Engineering"; John Willey & Sons; 2<sup>nd</sup> Edition; 2002

۳- محتشم دولت شاهی، طهماسب؛ "مبانی علم اقتصاد"؛ انتشارات خجسته؛ ۱۳۷۴

۴- منتظر ظهورف منصور؛ "اقتصاد خرد و کلان"؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۷۵

۵- فضلوی، علی؛ "اقتصاد معدن"؛ انتشارات سایه گستر؛ ۱۳۸۳

۶- اسکونژاد، محمد مهدی؛ "اقتصاد مهندسی یا ارزیابی طرح های اقتصادی"؛ دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛ ۱۳۷۹

۷- کسلر، استفن، "منابع معدنی از دیدگاه اقتصادی و زیست محیطی"، ترجمه مر، فرید، هرمزی، احمد و یعقوب پور، عبدالمجید، انتشارات ویژه نشر، ۱۳۸۱

۸- اینکو ترمز ۲۰۰۷، قواعد رسمی اتاق بازرگانی بین المللی برای تفسیر اصطلاحات تجاری، ترجمه طارم سری، مسعود، موسسه مطالعات و پژوهش های بازرگانی، ۲۰۰۷



ایمنی، بهداشت و محیط زیست  
Safety, Health and Environment

تعداد واحد:	۲ واحد
نوع درس:	نظری (۳۲ ساعت)
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	مبانی کانه‌آرایی و آزمایشگاه، مبانی استخراج مواد معدنی
هدف:	آشنایی با اصول ایمنی و بهداشت در معادن و آشنایی با تأثیرات زیست محیطی معدنکاری و کانه‌آرایی و روش‌های کنترل آلودگی و مدیریت زیست محیطی

سرفصل‌ها

الف - ایمنی و بهداشت

- اصول ایمنی در مراحل یک پروژه معدنی: ایمنی در مراحل پی‌جویی و اکتشاف، ایمنی در معادن روباز، ایمنی در معادن زیر زمینی، ایمنی در کارخانه‌های کانه‌آرایی
- آشنایی با انواع بیماری‌های موجود در محیط‌های معدنی و نحوه پیشگیری و درمان، اصول کمک‌های اولیه در حوادث صنعتی و معدنی

ب - محیط زیست

- کلیات: محیط زیست و سیستم‌های زیست محیطی، تأثیرات فعالیت‌های صنعتی بر محیط زیست، ضرورت حفاظت از محیط زیست
- تأثیر معدنکاری (سطحی و زیرزمینی) و کانه‌آرایی بر محیط زیست
- بررسی و ارزیابی تأثیرات زیست محیطی: روش‌های ارزیابی و بررسی، کنترل آلودگی آب و هوا و باطله‌های جامد، بازسازی زمین، کنترل سر و صدا، چک لیست بررسی و بازرسی‌های زیست محیطی
- سیاست‌ها، قوانین و مقررات زیست محیطی در جهان و ایران: سیاست‌های ملی، قوانین اساسی، حفظ منابع، الزامات و استانداردهای کنترل آلودگی، حفظ محیط زیست و اخذ مجوز و فرآیند اخذ مجوز
- بازسازی زمین: کلیات (مراحل بازسازی، قوانین و نظام حقوقی، عملیات بازسازی)، طراحی و برنامه‌ریزی بازسازی (اهداف طراحی و برنامه ریزی، محتوای طرح بازسازی، نیازهای اطلاعاتی و استانداردهای بازسازی، تجزیه و تحلیل کاربری زمین)، عملیات بازسازی معادن سطحی (پرکردن و شیب‌بندی خاک‌های سطحی، بازسازی و بهسازی خاک، احیا و سبز کردن زمین)، بازسازی محل انباشتگاه‌های باطله‌ی معدن (مشکلات دفع و انتقال باطله، کارهای عمومی بازسازی)، مشکلات خاص بازسازی
- باطله‌های جامد، مدیریت و کنترل آلودگی: ترکیب باطله‌ها، ساختار انباشتگاه‌ها و روش‌های دفع (انباشتگاه‌های باطله، انباشتگاه‌های فروشویی توده‌ای، محل‌های انباشت سطحی، پرکردن، باطله‌های پلاستی، باطله‌های اورانیوم)، سیستم‌های حمل و نقل باطله (باطله‌های درشت دانه، باطله‌های ریزدانه)، کنترل آلودگی (رفتارنگاری و آزمایش‌ها، پیشگیری و بهسازی)
- باطله‌های فرآوری: تأثیر باطله‌های فرآوری در محیط زیست، آلاینده‌ی یون‌های فلزی، تأثیر واسطه فلوتاسیون و مواد شیمیایی روغنی، تأثیر پسماندها بر زندگی بیولوژیکی، سدهای باطله



زبان تخصصی معدن  
The Language of Mining in English



تعداد واحد: ۲ واحد  
نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)  
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: زبان خارجی، اقتصاد معدنی  
هدف: آشنایی عملی با نحوه مطالعه و درک مطلب از متون تخصصی مهندسی معدن

سرفصل‌ها

- کار بر روی متون مختلف در زمینه های پی جویی و اکتشاف، روش های استخراج معادن، مکانیک سنگ و ژئوتکنیک، فرآوری مواد معدنی، اکتشاف نفت، حفاری نفت شامل:  
درک مطلب، واژه شناسی تخصصی، جمله نویسی

منابع

- 1- English for the students of Mining (Exploration), Moshiri S. M. and Roshan Zamir M. A., 1997, SAMT publication.
- 2- English for the students of Mining (Exploitation), Moshiri S. M. and Roshan Zamir M. A., 1997, SAMT publication.
- 3- The language of Mining and Metallurgy in English.



مبانی اکتشاف مواد معدنی  
Principles of Mineral Exploration



تعداد واحد: ۲ واحد  
نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)  
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: زمین‌شناسی اقتصادی، آمار و احتمال مهندسی  
هدف: آشنایی کلی با روش‌های پیجویی و اکتشاف و تأمین اطلاعات لازم برای پروژه‌های معدنی از زمین.

### سرفصل‌ها

- کلیات: مفاهیم، اهداف (معدنی، عمرانی و غیر معدنی)، تجزیه و تحلیل کشف‌های مواد معدنی، مراحل و زیر مراحل پیجویی و اکتشاف، هزینه‌ها  
- معیارهای پی‌جویی، نشانه‌های پی‌جویی، مراحل مقدماتی پی‌جویی  
- پیجویی و اکتشاف زمین‌شناسی: اهداف مطالعات زمین‌شناسی (تأثیر زمین‌شناسی بر عملیات معدنی و سایر پروژه‌های وابسته به زمین، برآورد موجودی کانی، تأمین داده‌ها و اطلاعات زمین‌شناسی مورد نیاز طرح‌ها و پروژه‌های معدنی و غیرمعدنی)، پیجویی زمین‌شناسی (مقیاس عملیات، روش‌ها و مراحل، تغییر و تفسیر زمین‌شناسی و طراحی برنامه‌ی اکتشافی)، اکتشافات زمین‌شناسی (مقیاس عملیات، پیمایش‌های سطحی و زیرسطحی، نمونه‌برداری شامل حفاری و حفاریات اکتشافی و روش‌های نمونه‌برداری و برداشت گمانه‌ها و حفاریات اکتشافی)، آماده‌سازی نمونه و عیارسنجی  
- پیجویی و اکتشافات ژئوفیزیکی: اصول کلی (مفاهیم، نقش ژئوفیزیک در مطالعات اکتشافی معدنی و ساختگاهی، طبقه‌بندی روش‌های ژئوفیزیکی بر مبنای محل عملیات و خصوصیات فیزیکی زمین)، روش‌های ژئوفیزیکی گران سنجی، مغناطیس‌سنجی، لرزه‌ای، الکتریکی، الکترومغناطیسی و پرتونگاری (اصول فیزیکی، اندازه‌گیری و برداشت‌ها، نمایش و تفسیر داده‌ها، کاربردها)، روش‌های هواپردی و سطحی و گمانه‌ای  
- پیجویی ژئوشیمیایی و سایر روش‌های پیجویی: مفاهیم، اصول پراکندگی و مهاجرت ژئوشیمیایی عناصر، شاخص‌های ژئوشیمیایی، روش‌های پیجویی ژئوشیمیایی، محیط سطح زمین، محیط‌های عمیق، تکنیک‌های تحلیل، اصول و مبانی نمایش و تفسیر داده‌ها، سایر روش‌های پیجویی (ژئو‌بوتانی و بیوشیمیایی، بررسی هاله‌های گازی، مطالعه سیالات نفوذی، مطالعه‌ی ایزوتوپ‌ها، ...)  
- برآورد منابع یا موجودی کانی: اصول و مفاهیم کلی مدل‌سازی زمین‌شناسی، آشنایی مختصر با برآورد منابع (متدولوژی برآورد منابع، جمع‌آوری داده‌ها و تفسیر زمین‌شناسی، روش‌های برآورد شامل روش‌های کلاسیک، آماری و زمین‌آماری)، طبقه‌بندی منابع و ذخایر

### منابع

- 1- هارتمن، هوارد ال.؛ "اصول مهندسی معدن"؛ ترجمه‌ی یانوری شهرضا، مهدی؛ دانشگاه صنایع و معادن ایران؛ ۱۳۸۱؛ فصول ۱ تا ۵
- 2- اصول پی‌جویی، اکتشاف و ارزیابی ذخایر معدنی، تألیف حسن مدنی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
3-Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I & II; 2<sup>nd</sup> Edition ; SME Littleton, Co. ; 1992; Sec. 1,4,5

مبانی استخراج مواد معدنی  
Principles Of Mineral Exploitation



تعداد واحد:	۲ واحد
نوع درس:	نظری (۳۲ ساعت)
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	(مبانی مکانیک سنگ)
هدف:	آشنایی با مبانی و اصول معدن کاری و روش های مختلف باز کردن معادن و استخراج کانسارها

سرفصل‌ها

- آشنایی با صنعت معدن کاری: سوابق تاریخی معدن کاری، ویژگی های صنعت معدنی، اهمیت صنایع معدنی
- اصطلاحات و مفاهیم اساسی معدن کاری
- طراحی معدن: تاسیسات بیرونی معدن، روش های دسترسی به ماده معدنی، طراحی شبکه معدن
- عملیات واحد معدن کاری: چالزنی، انفجار، تهویه، بارگیری، باربری، نگهداری
- عملیات چالزنی: انواع ماشین های حفر چال، حفاری ضربه ای، دورانی، ضربه ای- دورانی
- عملیات انفجار: آشنایی با مواد منفجره، مراحل آماده سازی چال، انواع الگوهای انفجار در معادن
- تهویه و ایمنی در معادن، خدمات فنی در معادن
- ترابری در معادن
- حفاریات زیرزمینی
- نگهداری در معادن: انواع سیستم های نگهداری، نشست و کنترل زمین
- روش های استخراج مواد معدنی
- تاسیسات بیرونی معدن: چراغ خانه، تعمیر گاه ها، نیروگاه برق، مرکز تولید هوای فشرده، مراکز اداری و خدماتی
- طراحی و انتخاب تجهیزات مختلف معدن کاری
- بازدید: انجام حداقل یک بازدید از یک معدن روباز و حداقل یک بازدید از یک معدن زیرزمینی الزامی است.

منابع

- ۱- هارتمن هوارد، اصول مهندسی معدن، ترجمه مهدی باوری، انتشارات دانشگاه صنایع و معادن ایران ۱۳۸۱
- ۲- مدنی حسن، اصول استخراج معدن، انتشارات دانشگاه امیر کبیر، جلد ۱ و ۲
- 3- Lowrie, R, (2002), "SME Mining Reference" society for mining metallurgy & exploration
- 4- Haryman, H, "SME Mining engineering hand book. Second edition".

# دروس تخصصی

## گرایش استخراج معدن

۲۹/۵ واحد

علاوه بر این ۲۹/۵ واحد دانشجویان موظفند حداقل ۳ واحد درسی مرتبط با گرایش استخراج از جدول دروس اختیاری اخذ نمایند



## چالزنی و انفجار Drilling and Blasting



تعداد واحد:

۲ واحد

نوع درس:

نظری (۳۲ ساعت)

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:

مبانی استخراج مواد معدنی

هدف:

آشنایی با مبانی نظری و کاربردی حفاری، آشنایی با مواد منفجره و مروری بر مبانی نظری و اصول پایه ای دینامیک انفجار، آشنایی با اجزای اصلی مدارهای انفجار و روشهای مختلف انفجار، مبانی طراحی روشهای انفجار در حفاری سازه های سطحی و زیرزمینی، ایمنی استفاده از مواد منفجره

### سرفصل‌ها

#### چالزنی

- مروری بر عملیات واحد با تاکید بر کندن سنگ (Rock Breakage)، نفوذ در سنگ (حفاری، حفره، برش)، روش های نفوذ (مکانیکی، حرارتی، هیدرولیکی)، روش‌های نفوذ مکانیکی (ضربه، دوران و ترکیبی)، مکانیزم نفوذ، حفاری و حفر و برش و کاربرد آن‌ها در معدنکاری و ...

- سرمته‌ها و ابزار برشی در نفوذ مکانیکی، اندرکنش سرمته و ابزار برشی و سنگ

- روش‌های مختلف چالزنی و کاربرد آن‌ها، عوامل مؤثر بر عملکرد سیستم چالزنی، خصوصیات سنگ، مشخصه‌های چال، آشنایی با سرمته‌های چالزنی، انتخاب نوع چالزن

#### انفجار

- آشنایی با مواد منفجره و ترموشیمی آن‌ها و فرآیندهای انفجار: احتراق و انفجار، فرآیند انفجار در مواد منفجره،

گرما و فشار و ترموشیمی مواد منفجره و انفجار، موازنه‌ی اکسیژنی، انرژی قابل دسترس

- خصوصیات مواد منفجره، مواد منفجره‌ی صنعتی، معیارهای انتخاب مواد منفجره

- مبانی نظری و اصول پایه ای دینامیک انفجار

- ابزار و روش‌های انفجار: سیستم‌های غیر برقی (جاشنی‌های قابل انفجار با فتیله‌ی انفجاری کم انرژی و معمولی و

هر کودت، تأخیر دهنده‌ها، جاشنی معمولی و فتیله‌ی اطمینان، فتیله‌ی انفجاری، نائل)، سیستم‌های برقی

(جاشنی‌های برقی، جاشنی‌های تأخیری برقی)، منابع انرژی، سایر ابزار (اتصال دهنده‌ها، فشنگ‌های امگا، ابزار بستن

چال)

- سیستم‌های آغازگر و تحریک: پرایمر، بوستر، پرایمر و بوسترگذاری (أنفوی فله‌ای، مواد دوغابی و امولسیون، مواد

منفجره‌ی فشنگی)، محل پرایمرها

- سیستم‌های خرج‌گذاری و آبکشی چال‌ها: سیستم‌های خرج‌گذاری مکانیزه (مواد فشنگی، فله‌ای، دوغابی)،

سیستم‌های آبکشی

- اجرای عملیات انفجار: سیستم‌های غیر برقی (فتیله‌ی اطمینان و جاشنی معمولی، فتیله‌ی انفجاری، نائل...) و

ملاحظات اجرایی و عملیات، سیستم‌های برقی (مدارها و بستن مدار، کنترل مدار، ...)، اشاره‌ای به الگوی چالزنی،

آرایش مدارها و ترتیب زمانی انفجار چال‌ها، انفجار تأخیری یا ترتیبی (برقی، غیر برقی) و توالی آتش یا تحریک

- مکانیزم خرد شدن سنگ بر اثر انفجار، خصوصیات سنگ و توده سنگ مؤثر بر انفجار، تعیین خصوصیات توده سنگ برای طراحی انفجار
- پارامترهای قابل کنترل انفجار: قطر چال، ارتفاع پله، انحراف یا امتداد چال، طول گل گذاری، اضافه چال، فاصله ی ردیفی و جناحی، الگوی چال ها، سطح آزاد، اندازه و شکل انفجار، موقعیت خرج ها، جفت شدگی خرج ها، نوع مواد منفجره، توزیع مواد در چال ها، خرج ویژه، تحریک و پرایمر گذاری، زمان بندی تأخیر و ترتیب زمانی تحریک، تأثیر تجهیزات پر کردن، حفاری ویژه
- انفجار پله ای ( قطر کوچک، قطر بزرگ، با چال های افقی، تولید قطعات بزرگ، روابط و فرمول ها و مدل های محاسبه ی پارامترهای انفجار)
- انفجار در عملیات سطحی غیر معدنی (راه سازی، ترانشه ها، رمپ ها، تسطیح سطح زمین، گودبرداری برای پی سازی)
- انفجار محیطی یا کنترل شده در عملیات سطحی
- خرد کردن ثانویه و انفجارهای ویژه
- تمهیدات ایمنی برای عملیات چالزنی و انفجار
- طراحی و برنامه ریزی عملیات چالزنی و انفجار ( عوامل مؤثر بر طراحی چالزنی و انفجار، برنامه ریزی مراحل)، بهینه سازی هزینه های خرد کردن از طریق چالزنی و انفجار ( جنبه های اقتصادی، تعیین هزینه ی بهینه، خرد شدگی)
- نمایش فیلم در مورد سیستم های انفجار و عملیات اجرایی
- بازدید: انجام حداقل یک بازدید از عملیات چالزنی و انفجار ضروری است.

#### منابع

- ۱- استوار، رحمت الله؛ "انفجار در معادن"؛ جلد اول، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیر کبیر؛ چاپ چهارم؛ ۱۳۷۹
- ۲- استوار، رحمت الله؛ "انفجار در معادن"؛ جلد دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیر کبیر؛ ۱۳۷۳
- ۳- هارتمن، هوراد ال.؛ "اصول مهندسی معدن؛ ترجمه ی یآوری شهرضا، مهدی؛ دانشگاه صنایع و معادن ایران؛ ۱۳۸۱
- ۴- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II ; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton, Co. ; 1992; Ch. 9-1, 22-1, 22-3, 22-9
- ۵- Lopez Jimeno, Carlos and Emilio; "Drilling and Blasting of Rocks"; Geomining Technological Institute of Spain; 1995; ch. 1 to 7
- ۶- Hustrulid, W. ; "Blasting Principles For Openpit Mining"; P.A. Balkema; Vol. I&II; 1999



## بارگیری و انتقال مواد

### Material Handling



تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: (چالزنی و انفجار)

هدف:

معرفی سیستم‌ها و ماشین آلات انتقال و بارگیری مواد در معادن سطحی و زیرزمینی و شناخت پارامترهای فنی و اقتصادی لازم برای طراحی و انتخاب آنها در معادن با تأکید ویژه بر تجهیزات رایج بارگیری و باربری در معادن

#### سرفصل‌ها

- مروری بر عملیات واحد معدنکاری با تأکید بر عملیات انتقال و بارگیری مواد شامل بارگیری، کند و برداشت، باربری و بالابری، دسته‌بندی تجهیزات انتقال و بارگیری مواد بر مبنای کاربرد و نوع معدنکاری، وظیفه‌ی عملیاتی، پیوستگی عملیات و ثابت و متحرک بودن
- معرفی ماشین آلات به‌طور اجمالی شامل توصیفی کلی از ساختمان و سیستم، اجزاء و متعلقات اصلی، کاربردها، محدودیت‌های عملیاتی از جنبه‌ی فاصله و شیب و ویژگی‌ها با استفاده از فیلم، اسلاید...
- بارگیری و کند و برداشت: سطحی (شاول‌ها، لودرها، اسکاواتورهای هیدرولیکی و بیل چرخشی، نهرکن‌ها یا کج بیل‌ها، دراگلاین‌ها، دوزرها، اسکرپرها، ماشین‌های مخصوص درج‌ها یا شناورها، ...)، زیرزمینی (لودر تخلیه از بالاسر، لودر یا بازوی جمع‌کننده و دیسک و ستاره‌گردان و ...، بارکننده‌های چاه، LHD، اسلاشر، ...)
- باربری و بالابری: قطارها، کامیون‌ها، تریلرها، نقاله‌ها (لاستیکی، هوایی، پرشیب، ناوهای زنجیری)، خطوط لوله‌ی هیدرولیکی و هوایی فشرده، جرثقیل‌های مورد استفاده در معادن سنگ تزئینی و نما، اسکپ‌ها و قفس، بالابرها...
- سیستم‌های انتقال مواد: سیستم‌های بارگیری و باربری، مقایسه‌ی تجهیزات و ماشین آلات، عملکردها (Performance)
- فرآیند انتخاب تجهیزات
- اندازه‌ی تجهیزات بارگیری و باربری و عملکرد آنها در معادن روباز: محدودیت‌های اندازه‌ی تجهیزات، عوامل مؤثر در انتخاب تجهیزات، متغیرهای حساس به اندازه‌ی تجهیزات (هزینه‌ی مالکیت، اختلاط باطله و ماده‌ی معدنی، نسبت باطله برداری، هزینه‌ی فرآوری، هزینه‌های عملیاتی، ظرفیت تحمل بار زمین، حداقل ابعاد کف کاواک، ...) و توضیح آنها
- شاول‌های بارگیری و کند و برداشت و لودرها: عوامل مؤثر بر ظرفیت تولید و تعیین یا محاسبه‌ی عوامل (ضریب پرشوندگی صندوقه، ضریب بار، ضریب چرخش، سیکل عملیاتی، ضرایب دسترسی و بهره‌وری، ...) محاسبه‌ی ظرفیت تولید، انتخاب اندازه، محاسبه‌ی تعداد، برآورد هزینه‌ها
- ظرفیت تولید، انتخاب اندازه و برآورد هزینه‌های اسکاواتورهای پیوسته (بیل چرخشی و بیل زنجیری)
- کامیون: عوامل مؤثر در حرکت و عملکرد کامیون و تعیین یا محاسبه‌ی عوامل (نیروی کشش، مقاومت‌های شیبی و غلظتی و کل، شیب مؤثر، ...)، زمان سیکل عملیاتی کامیون، محاسبه‌ی ظرفیت جابجایی، انتخاب اندازه، محاسبه‌ی تعداد، برآورد هزینه، استفاده از منحنی‌های عملکردی برای تخمین زمان سیکل و سایر عوامل، برآورد هزینه‌ها
- قطار: عوامل مؤثر در عملکرد و تعیین یا محاسبه‌ی عوامل، زمان سیکل عملیاتی قطار، محاسبه‌ی ظرفیت جابجایی،

انتخاب اندازه‌ی لکوموتیو و واگن‌ها و محاسبه‌ی تعداد، برآورد هزینه، استفاده از منحنی‌های عملکردی برای تخمین زمان سیکل و سایر پارامترهای مؤثر در عملکرد، برآورد هزینه‌ها

- نوار نقاله‌ها: طراحی و اطلاعات پایه برای طراحی نوار نقاله، محاسبات مربوط به نوار نقاله (عوامل تاثیر گذار بر ظرفیت و محاسبه‌ی ظرفیت، تعیین عرض و سطح مقطع و سرعت نوار، محاسبه‌ی توان مورد نیاز با استفاده از ارتفاع معادل و نمودارها)، برآورد هزینه‌ها، نقاله‌های زنجیری و ماریج

- سیستم‌های بالابری: اجزاء و بخش‌ها (بالابرها، انتقال دهنده‌ها، کابل، چاه، دکل، ...)، بالابرها (انواع، مقایسه‌ی طبلک‌ها، قسمت‌های بالابر، انتخاب، تعداد مورد نیاز)، انتقال دهنده‌ها و متعلقات (بالابری با اسکپ، انواع اسکپ، ملاحظات طراحی اسکپ، بونکرها، قفس‌ها، وزنه‌های تعادلی، وسایل ایمنی)، کابل‌ها (ساختمان، انواع، انتخاب و محاسبات)، دکل (مصالح و ملاحظات طراحی دکل)، چاه‌ها و جانمایی آن‌ها

- محاسبه‌ی ظرفیت تولید سیستم‌های بارکننده باربر: لودرها، بولدوزرها و LHD

- انتقال هیدرولیکی: تعیین ظرفیت انتقال و توان پمپ در شرایط مختلف انتقال، ابعاد خطوط لوله و دانه‌بندی

- ارائه‌ی تکالیف برای طراحی و محاسبات مربوط به شاول، کامیون، نوار نقاله، بالابری و انتقال هیدرولیکی به‌صورت کار گروهی

- تمرین: این درس همراه تمرین است تا دانشجویان مسائل تئوری را بهتر درک کرده و جنبه‌های کاربردی آنها را فراگیرند.

#### منابع

- 1- Hartman, W. H. and Mutmanky, J.M.; "Introductory Mining Engineering"; John Willey & Sons; 2<sup>nd</sup> Edition; 2002
- 2- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; ch. 9-3&4, 12-7, 13-3, 17-5
- 3- Kennedy, B.A. (Editor); "Surface Mining"; SME Littleton Colorado, 2<sup>nd</sup> Edition; 1990
- 4- Hustrulid, W. and kuchta, M ; "Open Pit Mine Planning and Design"; AIME; 1995
- 5- Conveyor Equipment Manufactures Association; "Belt Conveyor for Bulk Materials Handling"; 4<sup>th</sup> Edition; USA; 1994
- 6- Walker, S.C. ; "Mine Winding and Transport"; Elsevier; 1988
- 7- Hustrullid, W.A. (Editor); "Underground Mining Methods Handbook"; SME- AIME; New York; ch. 5







## تهویه در معادن Mine Ventilation

تعداد واحد:	۲ واحد (۳۲ ساعت)
نوع درس:	نظری و عملی
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	مکانیک سیالات، (چالزنی و انفجار)
هدف:	شناخت مشخصات هوای معدن و اندازه‌گیری آنها و اصول جریان و جریان هوا در معادن، آشنایی با اصول، ابزار و وسایل تهویه و کنترل هوا و انتخاب آنها و طراحی سیستم تهویه

### سرفصل‌ها

#### ۱- نظری

- خصوصیات هوای معدن: مفاهیم، اصول و اهداف، روش‌های کلی تهویه، مروری بر قوانین اصلی گازها، خصوصیات هوای معدن (چگالی، جرم، وزن مخصوص، دما و اندازه‌گیری آن، گرمای ویژه، گراتروی، رطوبت هوا و تعیین آن)
- گازها و گرد و غبار هوای معدن: گازها (انواع و مشخصات، منابع تولید، تشخیص، اندازه‌گیری)، گاز زغال (مشخصات، طرز تشکیل، دسته‌بندی کانسارها و گازخیزی، تشخیص و اندازه‌گیری، خطرات و روش‌های مقابله)، گرد و غبار (مشخصات، اندازه‌گیری، خطرات و روش‌های کنترل)
- مشخصه‌های جریان هوا در معدن: فشار (تعاریف، اندازه‌گیری)، سرعت (مفاهیم، اندازه‌گیری و تعیین سرعت)، شدت جریان (مفهوم، تعیین سطح و شدت جریان)، مروری بر مکانیک سیالات و قوانین جریان (معادله‌ی پیوستگی، معادلات برنولی، جریان‌های آرام و مغشوش)، جریان هوای خشک و تراکم ناپذیر بدون انتقال گرما، مقاومت‌ها در برابر جریان هوا در معدن، افت انرژی هوا در معدن
- شبکه‌های تهویه: کلیات و مفاهیم، شبکه‌ها و محاسبات آن‌ها (سری، موازی، قطری، مرکب)، تحلیل شبکه‌های ساده، افت فشار، منحنی مشخصه‌ی معدن
- کنترل و تنظیم هوا در معدن و وسایل و تأسیسات آن: تأسیسات و وسایل (تأسیسات دهانه‌ی جاه، راهروی مخصوص هوا، سدها و یا دیواره‌های هوا بند، هواران‌ها یا پل‌های هوایی، تنظیم‌کننده‌ها)، تنظیم هوا (تغییر شدت جریان کلی، تغییر شدت جریان هوا در شاخه‌ها، تنظیم هوا با دریچه‌ها، افزایش شدت جریان با کاهش مقاومت یا نصب بادبزن تقویتی)، کنترل تهویه (سرعت و شدت جریان، ترکیب هوا، فشار)
- نشت هوا: ملاحظات کلی، قانون کلی، ضریب نفوذپذیری هوا، نفوذپذیری تأسیسات تهویه، دسته‌بندی نشت، نشت‌های موضعی و مداوم، نشت هوا در بادبزن‌های تقویتی، تأثیر نشت در کار بادبزن
- بادبزن‌های معدنی (تهویه‌ی مکانیکی): انواع و اجزای بادبزن‌ها، قوانین و تئوری بادبزن‌ها، نمودارهای انتخاب بادبزن، رده بندی بادبزن‌ها، منحنی مشخصه‌های بادبزن‌ها (منحنی مشخصه، عوامل مؤثر در مشخصه‌های بادبزن، تأثیر قطر جرخ، تأثیر سرعت دوران، زاویه‌ی تمایل پره‌ها)، تأسیسات و کاربردهای بادبزن، نحوه‌ی کار و تنظیم بادبزن‌ها و شبکه‌های با چند بادبزن، منحنی مشخصه‌های بادبزن و معدن
- گرادیان فشار برای سیستم‌های بادبزن
- تهویه‌ی طبیعی: کلیات، محاسبات تهویه‌ی طبیعی، تهویه‌ی طبیعی و بادبزن‌ها، کاربرد عملی قوانین بادبزن‌ها و چگالی هوا
- تهویه‌ی فرعی: کلیات و ملاحظات کلی، محاسبه‌ی میزان هوای لازم، لوله‌های هوا و نشت هوا، محاسبه‌ی افت در لوله‌ها، بادبزن‌های فرعی، استفاده از بادبزن‌های کمکی یا تقویتی، روش‌های تهویه‌ی فرعی، تهویه‌ی فرعی در تونل‌ها و





## خدمات فنی در معادن ۱ Technical services in mines(1)

تعداد واحد: ۲ واحد  
نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)  
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: مکانیک سیالات، مبانی استخراج مواد معدنی  
هدف: آشنایی با مبانی آب‌های زیرزمینی و مکانیک سیالات کاربردی در حوزه‌ی انتقال هیدرولیکی و توزیع هوای فشرده، پمپ‌ها و کمپرسورها و طراحی خطوط لوله‌کشی، مجاری باز و شبکه‌های توزیع هوای فشرده در معادن

### سرفصل‌ها

- ۱- آب‌های زیرزمینی
  - کلیات: چرخه‌ی طبیعی آب، حوضه‌های آبریز، بارش، تبخیر، آب‌های جاری، هیدروگراف‌ها، آب‌های زیرزمینی و منشأ آن‌ها
  - جریان آب‌های زیرزمینی: آب در محیط‌های اشباع و غیراشباع، آب‌خوان‌ها، قانون دارسی، ضریب نفوذ پذیری، خصوصیات هیدرولیکی آب‌خوان‌ها، معادلات عمومی جریان آب‌ها، شبکه و توابع پتانسیل جریان، منحنی‌ها و خطوط جریان، نوسانات
  - هیدرولیک جریان‌های شعاعی: معادلات جریان‌های شعاعی در آب‌خوان‌ها و رژیم‌های جریان، تعیین ضرایب آب‌شناسی و آزمایش‌های پمپاژ و تحلیل داده‌ها، تعیین خصوصیات هیدرولیکی آب‌خوان‌ها
- ۲- آب‌کشی
  - تأسیسات: آب انبار ( کلیات، محل، ظرفیت، طراحی)، خطوط لوله (انواع، جنس، مشخصات)، سایر تأسیسات
  - پمپ‌ها: انواع، عملکرد، انتخاب، پمپ‌های گریز از مرکز ( انواع، اجزاء، عملکرد، مشخصه‌ی تئوریک و واقعی، افت‌ها، راندمان، منحنی مشخصه، روابط تشابهی، سرعت مخصوص در پمپ‌ها، اتصال پمپ‌ها، کاویتاسیون، محدودیت‌های ارتفاع مکش)، انواع دیگر پمپ‌ها و مشخصه‌های آن‌ها
  - محاسبات و تحلیل شبکه‌های لوله‌کشی: کلیات ( شدت جریان، قطر لوله‌ها)، محاسبه‌ی افت‌ها ( افت اصطکاکی و ضریب اصطکاک، افت موضعی)، مجاری بسته با مقطع غیر دایره‌ای، اتصال سری و موازی لوله‌ها، طراحی خطوط لوله ( سری، موازی، افت ارتفاع در لوله با تخلیه‌ی جانبی یکنواخت، تأثیر بوستر پمپ در لوله‌ها، مجاری غیر دایره‌ای)، کهنگی لوله‌ها، انتخاب تلمبه، سیستم‌های لوله‌کشی شامل پمپ
- ۳- مجاری باز و زهکشی
  - کلیات: مفاهیم، جریان در مجاری باز، نیروهای مؤثر
  - جریان یکنواخت: روابط دارسی- ویسباخ، کلبروک- وایت، چزی، مانینگ
  - مجاری: با زبری مرکب با مقاطع مرکب
  - طراحی مجاری: مجاری با مرز صلب، تغییرات شعاع هیدرولیکی و مقطع اقتصادی، مجاری با بستر فرسایشی
  - جریان یکنواخت در لوله‌های دایره‌ای نیمه پر، جریان متغیر سریع در مجاری باز- معادله‌ی انرژی، جریان متغیر تدریجی، روش حل مسائل مجاری باز

د- هزینه‌های انتقال آب و دوغاب و برآورد آن‌ها

۴- توزیع هوای فشرده

- مشخصه‌های هوای فشرده: فشار، دما، حجم، رطوبت

- تجهیزات توزیع: کمپرسورها (انواع، مکانیزم)، کمپرسورهای گریز از مرکز (کار، راندمان، ...)، مخزن هوا، لوله، شیلنگ...

- طراحی شبکه: شرایط طراحی، ملزومات کمپرسور، پیش بینی شدت جریان، طول‌های معادل، تعیین محل کمپرسور و نقش ارتفاع، متوازن سازی شدت جریان هوا در گره‌ها، افت فشار خط لوله (فرمول‌ها و جداول، بررسی اعتبار فرمول‌ها، جریان توده‌ای، دیفرانسیل ارتفاع فشار، افت موضعی در خط لوله، افت در شیلنگ‌ها)، نشت هوا، شبکه‌های

جریان و افت شبکه‌ها و تحلیل آنها. توان کمپرسور، قطر بهینه‌ی لوله، هزینه‌ها و برآورد آن‌ها

\* ارائه‌ی مسائل جامع و پروژه‌هایی در مورد لوله کشی، مجاری باز و شبکه‌های هوای فشرده به عنوان تکلیف خارج از کلاس و حل با استفاده از نرم افزارها و برنامه‌های کامپیوتری مرتبط الزامی است.

### منابع

۱- مدنی، حسن؛ آبکشی و آبرسانی در معادن؛ انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛ چاپ ۱۳۶۷

۲- مدنی، حسن؛ خدمات فنی در معادن، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛ ۱۳۷۴

۳- فدرستون، آز. ای. ونالودی، سی.؛ "هیدرولیک مهندسی عمران"؛ ترجمه‌ی انتظاری، علیرضا؛ ناشر نورپردازان، تهران؛ ۱۳۸۰

۴- شیمز، اچ. "مکانیک سیالات"، ترجمه‌ی انتظاری، علیرضا؛ نورپردازان؛ تهران؛ چاپ نهم؛ ۱۳۸۴

۵- استریتر و وایلی؛ "مکانیک سیالات"، ترجمه‌ی انتظاری، علیرضا؛ نورپردازان؛ تهران؛ چاپ ششم، ۱۳۸۲

6-Todd, D.K. and Mays, L. w. ; "Groundwater Hydrology"; John Wiley & Sons Inc. ; 2005

7- Kashef, A.A; "Ground water Engineering"; McGraw Hill; 1985

8- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; ch. 12-1 & 5, 9-3-4-5, 17-4-2-2

9- Weizz, N.L. (Editor); "SME Mineral Processing Handbook"; Vol. I & II; SME; 1989; ch.10





## خدمات فنی در معادن ۲ Technical services in mines(1)

تعداد واحد: ۲ واحد  
نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)  
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: خدمات فنی در معادن ۱  
هدف: آشنایی با مبانی مهندسی برق و مدارهای الکتریکی، آشنایی با تجهیزات توزیع برق در معادن و طراحی و محاسبات آن، مبانی روشنایی و وسایل و طراحی سیستم روشنایی در معادن

**سرفصل‌ها**

- ۱- مبانی مهندسی برق
  - جنبه‌های اصلی الکتریسیته: شدت جریان، ولتاژ، توان، انرژی، قوانین کیرشوف، قانون اهم
  - مدارها، جریان مستقیم و تحلیل آن‌ها: مقاومت، خازن، سلف‌ها، القاء کننده‌ها و مدارهای سری و موازی آن‌ها، تقسیم جریان و ولتاژ، تحلیل شبکه و گره
  - تحلیل مدارهای جریان متناوب: جریان یک و سه فاز، توان، اتصال‌های ستاره و مثلث، رزونانس، فیلترها، اعداد مختلط و نمودار جریان ولتاژ و امپدانس
  - دستگاه‌ها و روش‌های اندازه‌گیری: توان، جریان-ولتاژ در مدارهای AC و DC یک و سه فاز، حرارت
  - دیودها، دیودزتر، OPAMPS، ترانزیستورها، ترانسفورمرها
- ۲-توزیع برق در معادن
  - کلیات: تاریخچه‌ی استفاده از برق در معادن، واژه‌شناسی، شبکه‌ی توزیع، معیارهای طراحی
  - طراحی و محاسبه: محاسبه‌ی بار شبکه، بررسی شبکه از جنبه‌ی استحکام و دما، محاسبه‌ی شبکه بر اساس افت ولتاژ و توان در جریان دائم و متناوب یک و سه فاز
  - تجهیزات توزیع برق: سیم‌ها و کابل‌ها، شبکه‌های هوایی، تجهیزات انتقال شامل ترانسفورمرها، رله‌ها، کلیدها...
  - ترتیبات توزیع برق: ترتیبات پایه، توزیع در معادن سطحی، توزیع در معادن زیرزمینی، سیستم‌های اتصال زمین، تقویت کننده‌های محافظتی، کارخانه‌های فرآوری
  - ملاحظات ویژه: موتورهای معدنی، خطرات (گازها، خطرات و حدود مجاز، روش‌های کاهش خطرات)، باتری‌ها
  - هزینه‌ها و برآورد آنها
- ۳-روشنایی
  - فیزیک نور: ماهیت نور و روشنایی، مشخصه‌های اصلی (زاویه‌ی فضای، جریان و مقدار و شدت نور، روشنایی)، منحنی‌های هم‌ارز و کاربردهای آن‌ها، روابط بین مشخصه‌های اصلی نور و ضرایب و بازتاب و بهره‌ی منبع نور
  - ابزار و فنون اندازه‌گیری مشخصه‌های اصلی و روشنایی
  - روشنایی و طراحی آن در معادن: الزامات روانشناسانه برای دید انسان، استانداردهای اولیه‌ی روشنایی، به‌کارگیری استانداردهای روشنایی در معادن، روشنایی (در معادن سطحی، در مناطق سطحی معادن زیرزمینی، در معادن زیرزمینی زغال سنگ، در معادن زیرزمینی فلزی و غیرفلزی)، طراحی روشنایی
  - وسایل روشنایی در معدن: وسایل عمومی و لامپ‌ها، وسایل انفرادی (چراغ کاربیدی، چراغ اطمینان، چراغ‌های

منابع

۱- مدنی، حسن؛ "خدمات فنی در معادن"؛ انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛ ۱۳۷۴

۲- کلهر، حسن؛ "مهندسی روشنایی"؛ شرکت سهامی انتشار؛ چاپ دهم؛ ۱۳۷۶

3-Rizzoni, Giorgio; "Principles and Applications of Electrical Engineering"; McGraw Hill; 2000

4- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; ch. 11-9, 12-4





## معدنکاری سطحی Surface Mining

تعداد واحد:	۳ واحد
نوع درس:	نظری (۴۸ ساعت)
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	مبانی مکانیک سنگ، (چالزنی و انفجار)
هدف:	آشنایی با روش‌ها و تکنولوژی‌های معدنکاری سطحی شامل مراحل آماده‌سازی، شرایط کاربرد، چرخه‌ی عملیات و تجهیزات و ویژگی‌ها شامل مزایا و معایب هر روش. فراگیری تفصیلی روش و طراحی محدوده‌ی نهایی معادن روباز و آشنایی مقدماتی با مبانی برنامه‌ریزی تولید معادن روباز

### سرفصل‌ها

- ۱- ملاحظات عمومی: مروری کلی بر روش‌های معدنکاری، معدنکاری سطحی، مقایسه‌ی معدنکاری سطحی و زیرزمینی، انتخاب مقدماتی روش معدنکاری (سطحی یا زیرزمینی)، کلیات و مراحل تجهیز و آماده‌سازی در معدنکاری سطحی (با تأکید ویژه بر پیش‌باطله برداری و انباشتگاه‌های باطله)، مبانی دسته‌بندی و دسته‌بندی روش‌های بهره‌برداری سطحی، بازسازی سطح زمین
- ۲- توضیح در مورد عناوین و مباحث مربوط به هر روش شامل شرح کلی روش، شرایط کاربرد و مؤلفه‌های آن، مراحل آماده‌سازی، عملیات واحد و چرخه‌ی عملیات، تجهیزات و ماشین‌آلات مورد استفاده، گوناگونی‌ها و گزینه‌های مشابه در هر روش، ویژگی‌ها و مؤلفه‌های مطرح در هر روش در قالب مزایا و معایب، مسائل خاص هر روش
- ۳- توضیح عناوین و مباحث مطرح در بالا برای دسته‌ی روش‌ها و روش‌های زیر:
  - روش‌های مکانیکی: روش استخراج نواری، روش استخراج روباز، روش استخراج کواری و سنگ‌های تزئینی و نما، روش استخراج با اوگر
  - روش‌های ترکیبی:
  - روش‌های استخراج پلاستی (روش استخراج هیدرولیکی، روش استخراج با شناور)
  - روش‌های استخراج محلول (روش استخراج گمانه‌ای، روش شویی)
- ۴- روش استخراج روباز و طراحی و برنامه‌ریزی معادن روباز
  - کلیات: مفاهیم پایه، اهداف طراحی و برنامه‌ریزی، محدوده‌ی نهایی و مفاهیم اساسی، اطلاعات و ملزومات طراحی محدوده‌ی نهایی، فرآیند طراحی محدوده‌ی نهایی
  - تهیه و نمایش طرح پایه: نقشه‌ها و اطلاعات اکتشافی مورد نیاز: ترکیب کردن، مدل‌سازی هندسی کانسار (روش مقاطع قائم و افقی، مدل‌های بلوکی)، تهیه‌ی طرح پایه (در مقاطع قائم و افقی، محاسبه‌ی تناژ و عیار کانسنگ، محاسبه‌ی تناژ باطله‌ی کاواک پایه، نسبت باطله برداری کاواک)
  - ملاحظات هندسی کاواک: هندسه‌ی پله (اجزاء و طراحی آن‌ها)، دسترسی به پله‌ها و گسترش پله‌ها و کاواک، هندسه و زوایای شیب دیواره‌ی کاواک (تحلیل و طراحی پایداری و زاویه‌ی شیب پایدار)، نمایش کاواک و پلان پله‌ها، راه‌های باربری، هندسه‌ی کف کاواک، نسبت‌های باطله برداری، ترتیب هندسی استخراج و برداشت کاواک
  - ملاحظات اقتصادی و مالی: برآورد ظرفیت و عمر، برآورد درآمد، برآورد هزینه‌ها، محاسبه‌ی ارزش خالص کانسنگ، نسبت‌های باطله برداری سربسری و مجاز، عیار حد استخراجی، مدل‌های بلوکی اقتصادی

- طراحی محدوده‌ی نهایی کاواک: روش‌های طراحی، روش طراحی دستی، پیاده کردن محدوده‌ی نهایی در مقاطع قائم، تهیه‌ی پلان مرکب با رمپ، عبار حد فرآوری و تعیین مقصد مواد، محاسبات سود آوری، مدل‌های بلوکی اقتصادی، روش‌های طراحی کامپیوتری دو بعدی و سه بعدی ( الگوریتم‌ها و رویه‌های طراحی شامل مخروط شناور دو و سه بعدی و الگوریتم لرج- گروسمن)

- آشنایی با برنامه‌ریزی و زمان‌بندی تولید: مفاهیم و واژه‌های اساسی، مراحل و اهداف برنامه‌ریزی تولید، مباحث اصلی (برنامه‌ریزی روباره برداری، کمینه سازی هزینه‌های تولید، اطمینان از فضای کاری مناسب، یکنواخت کردن نسبت‌های باطله برداری، آشکارسازی به موقع بلوک‌های مواد معدنی...)

۵- طراحی و برنامه‌ریزی معادن نواری

۶- مقایسه‌ی روش‌های بهره‌برداری سطحی: عوامل اجرایی، شرایط کاربرد، ویژگی‌ها و مزایا و معایب آشنایی با نرم افزارهای متداول معادن سطحی و انجام پروژه با یکی از آنها ضروری است.

## منابع

- 1- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; sec. 13, 14, 15, 16
- 2- Hartman, W. H. and Mutmanky, J.M.; "Introductory Mining Engineering"; John Willey & Sons; 2<sup>nd</sup> Edition; 2002
- 3- Kennedy, B.A. (Editor); "Surface Mining", SME Littleton; Colorado; 2<sup>nd</sup> Edition; 1990
- 4- Hustrullid, W. and Kuchta, M ; "Open Pit Mine Planning and Design "; AIME; 1995



# معدنکاری زیرزمینی Underground Mining



تعداد واحد:

۳ واحد

نوع درس:

نظری (۴۸ ساعت)

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:

( معدنکاری سطحی )، کنترل زمین و نگهداری

هدف:

تشریح مبانی و موضوعات مرتبط با تجهیز و آماده‌سازی معادن زیرزمینی شامل مباحث مورد نیاز برای طراحی و برنامه‌ریزی، عملیات واحد و تجهیزات و انتخاب آنها در معدنکاری زیرزمینی، فضاهای آماده‌سازی زیرزمینی و احداث آنها، ایجاد قابلیت برای طراحی معادن زیرزمینی، تشریح مبانی و موضوعات مرتبط با بهره‌برداری و روش‌های استخراج زیرزمینی شامل عوامل مؤثر بر انتخاب روش و مباحث مربوط به هر روش مانند شرح کلی، آماده‌سازی فضاهای استخراجی، چرخه‌ی عملیات و تجهیزات، شرایط کاربرد، ویژگی‌ها در قالب مزایا و معایب، گوناگونی‌ها و مقایسه‌ی روش‌ها. ایجاد قابلیت برای طراحی معادن زیرزمینی

## سرفصل‌ها

۱- کلیات، طرح درس و مروری بر:

- روش‌های معدنکاری (سنتی و نوین)، مقایسه‌ی معدنکاری سطحی و زیرزمینی، مباحث کلی روش‌های معدنکاری زیرزمینی و نوین، عملیات واحد معدنکاری (تولیدی و جنبی) به تفکیک سطحی و زیرزمینی  
- تجهیز و آماده‌سازی: مراحل تجهیز و آماده‌سازی، عوامل مؤثر بر آماده‌سازی، فضاهای آماده‌سازی، طراحی و برنامه‌ریزی معدن

۲- آماده‌سازی معادن زیرزمینی

- طراحی و برنامه‌ریزی معدن: مفاهیم و کلیات، بررسی‌های پایه (عوامل زمین‌شناسی، زیست محیطی و جغرافیایی و اقتصادی، تعیین ذخیره (معیارها، نمایش داده‌ها و روش‌های محاسباتی)، عوامل مؤثر بر تجهیز و آماده‌سازی زیرزمینی (عوامل حقوقی و قانونی، زمین‌شناسی، ژئومکانیکی، زیست محیطی، فنی)، بستن و بازسازی معدن - انتخاب و تعیین ظرفیت ماشین آلات و تجهیزات: عملیات واحد در آماده‌سازی و بهره‌برداری زیرزمینی، مبانی تفکیک تجهیزات، سیستم دسته‌بندی تجهیزات، مقایسه‌ی تجهیزات سینه‌کاری و غیر سینه‌کاری معدن، اجزای عمومی کلیه‌ی ماشین آلات، دستگاه‌های چالزنی (در فضاهای آماده‌سازی، کارگاه‌ها، ماشین‌های حفر و کندن مواد) ماشین‌های استخراج پیوسته، ماشین‌های طبلکی چرخان یا شیررها، اوگرهای استخراجی، ماشین‌های حفر تونل (TBM، ماشین حفر چاه یا SBM، ماشین حفر دوپل یا RBM، ماشین‌های حفر بازویی یا رودهدر)، سیستم‌های انتقال و جابجایی مواد (در فضاهای آماده‌سازی و فضاهای استخراجی)، ماشین برش، سیستم‌های نگهداری (با تاکید بر سیستم‌های فضاهای استخراجی) و کنترل زمین (پایه، پرکردن، تخریب کنترل شده)  
- تأسیسات و تسهیلات سطحی و زیرزمینی و جانمایی آن‌ها: تأسیسات و تسهیلات سطحی و زیرزمینی، دستورالعمل‌های جانمایی، متدولوژی جانمایی  
- فضاهای آماده‌سازی: انواع و دسته‌بندی فضاها (بازکننده‌های اصلی، فضاهای ایجادکننده‌ی طبقات یا پهنه‌ها، فضاهای دسته سوم، سایر فضاهای آماده‌سازی، توضیح و نمایش کلیه‌ی فضاها، شرایط کاربرد بازکننده‌های اصلی...)



## منابع

- ۱- هارتمن، هوارد ال.؛ "اصول مهندسی معدن"؛ ترجمه‌ی یآوری شهرضا، م. . دانشگاه صنایع و معادن ایران؛ ۱۳۸۱
- 2-Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; sec 17
- 3-Hustrullid, W.A. and Bullock, R.L. (Editors); "Underground Mining Methods"; SME; 2001
- 4-Gertsch, R.E and Bullock, R.L. (Editors); "Techniques in Underground Mining ";SME; 1998
- 5-Peele, R. and Church, J.A (Editors); " Mining Engineers Handbook"; John Wiely and Sons, Inc. ; 3<sup>th</sup> Edition; 1945
- 6-Boky, B.; "Mining"; MIR Publisher; Moscow; 1967







## طراحی معادن Mine Design

تعداد واحد:	۳ واحد
نوع درس:	۲ واحد نظری (۳۲ ساعت)، ۱ واحد عملی (۴۸ ساعت)
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	(معدنکاری زیرزمینی)، تهیه در معادن
هدف:	قابلیت طراحی یک معدن زیرزمینی و یک معدن روباز در قالب انجام یک پروژه

### سرفصل‌ها

#### الف- معادن سطحی

- توجیه پروژه و تهیه طرح پایه: تهیه مدل زمین شناسی کانسار (با روش مقاطع قائم و افقی، مدل بلوکی) و تهیه طرح پایه (تناژ و عیار ذخیره، تناژ باطله) برای مثال‌های تهیه شده برای هر گروه با استفاده از CAD و Data Mine، تهیه مقاطع قائم و افقی کانسار برای مرحله طراحی

- محاسبه ارزش خالص کانسنگ: برآورد ظرفیت و درآمد و هزینه‌ها (با استفاده از راهکارهای برآورد هزینه، هزینه‌های مالکیت و عملیاتی عملیات‌های چرخه‌ی اصلی تولید به صورت تفضیلی و از طریق انتخاب تجهیزات و محاسبات ظرفیت تولید و اندازه‌ی آنها و طراحی مقدماتی الگوی انفجار انجام خواهد شد)، تهیه اطلاعات اقتصادی و مالی لازم برای طراحی، محاسبه ارزش خالص کانسنگ

- تعیین و طراحی پارامترهای هندسی کاواک: مشخصات پله (ارتفاع، شیب، عرض پله ایمنی)، عرض پله‌ی کاری و حداقل عرض کف معدن، مشخصات جاده‌ی باربری (شیب، تعداد باندها، عرض، قوس، ...)، پیاده کردن رمپ‌ها، زوایای شیب

#### ب- طراحی محدوده‌ی نهایی

الف- روش دستی: محاسبه عیار حد استخراجی، محاسبه نسبت باطله برداری سربسری (رابطه و منحنی)، پیاده کردن محدوده‌ی نهایی بر روی مقاطع قائم، تهیه پلان مرکب بدون رمپ و کنترل حد سربسری، پیاده کردن رمپ بر روی پلان مرکب، محاسبه ذخیره و عیار حد فرآوری و عیار متوسط و نسبت باطله برداری کل، محاسبات سودآوری و تحلیل اقتصادی

ب- طراحی دوبعدی لرچ و گروسمان: تهیه مدل بلوکی اقتصادی کانسار، پیاده کردن محدوده‌ی نهایی بر روی مقاطع قائم، ادامه مشابه روش دستی

- استفاده از نرم افزارهای Datamine، یا سایر نرم افزارهای طراحی محدوده‌ی نهایی و CAD در تهیه مدل هندسی (بلوکی زمین شناسی، توپوگرافی، مقاطع قائم و افقی) و مدل بلوکی اقتصادی، کارهای گرافیکی، پیاده کردن رمپ و استفاده از Excell برای محاسبات الزامی است.

#### ب- معادن زیرزمینی

- تهیه مدل زمین شناسی کانسار (خطوط هیپسومتری، مقاطع قائم...) و محاسبه ذخیره برای مثال تهیه شده برای هر گروه با استفاده از CAD یا Datamine و تهیه مقاطع لازم برای مرحله طراحی

- تعیین ظرفیت و عمر معدن

- انتخاب روش استخراج و تعیین پارامترهای هر روش شامل راندمان، اختلاط و ...

- طراحی فضاهای آماده‌سازی و شبکه‌ی نهایی معدن: بازکننده‌های اصلی ( نوع، موقعیت، شکل و ابعاد سطح مقطع، تعداد)، فضاهای ایجاد کننده‌ی طبقات ( تعیین و طراحی پارامترهای مرتبط) سایر فضاهای آماده‌سازی (پذیرگاه‌ها، مسیرهای عبور مواد، بونکرها...)

- ترسیم شبکه‌ی نهایی ( پلان و مقاطع مختلف شبکه، پاسپورت فضاها...)

- طراحی کارگاه‌ها و پهنه‌های استخراجی: ابعاد، تناژ، تعداد، ترسیم نماهای مختلف، بلوک‌بندی، پاسپورت کارگاه‌ها و پهنه‌ها شامل سیستم‌های تخلیه، دویل‌ها و ...

- برنامه‌ریزی و زمان‌بندی احداث فضاهای آماده‌سازی

- برنامه‌ریزی و زمان‌بندی استخراج

- زمان‌بندی تلفیقی استخراج و آماده‌سازی

- برآورد هزینه‌ها و محاسبات سودآوری

\* برای هر گروه کاری شامل دو یا سه نفر اطلاعات لازم زمین‌شناسی و اکتشافی و فنی تهیه و تکالیف هر گروه مرحله به مرحله با استاد درس کنترل می‌شود. استفاده از CAD و یکی از نرم افزارهای برنامه‌ریزی پروژه و ارائه‌ی گزارش کتبی و شفاهی و ریز محاسبات الزامی است. ارزیابی دانشجویان بر اساس نحوه‌ی فعالیت در گروه، گزارش کتبی، ارائه‌ی شفاهی و امتحان خواهد بود.





## کنترل زمین و نگهداری Ground Control and Support

تعداد واحد:	۲ واحد
نوع درس:	نظری (۳۲ ساعت)
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	مبانی مکانیک سنگ
هدف:	آشنایی با مبانی تحلیل و طراحی حفريات روباز و فضاهای زیرزمینی و به‌کارگیری این مبانی و اصول مکانیک سنگ و خاک در تحلیل و طراحی آن‌ها، شناخت روش‌های کنترل زمین و سیستم‌های نگهداری و طراحی آن‌ها

### سرفصل‌ها

- کلیات: مروری بر مبانی مکانیک سنگی مورد نیاز، مفاهیم کلان تحلیل و طراحی پایداری، مسائل عمومی کنترل زمین در حفريات روباز و فضاهای زیرزمینی و معادن، انواع و مصالح سیستم‌های نگهداری، مفاهیم و اصول کلان کنترل سقف و کنترل زمین

- تحلیل پایداری فضاهای زیرزمینی با مدل‌سازی ریاضی: کلیات، روش‌های تحلیلی یا رهیافت، طراحی سازه‌ها در سنگ و معیارهای طراحی نگهداری (معیار پایداری، اصول طراحی)، تئوری قوس زمین تززاقی، تئوری لوله‌ی مدفون Muir Wood، فضاهای دایره‌ای در سنگ در حال تسلیم تحت تنش هیدروستاتیک، راه حل الاستو-پلاستیک Bray برای پایداری تونل، طراحی نگهداری تونل‌ها (نگهداری تونل در زمین تخریبی، نگهداری تونل در منطقه‌ی تخریبی فعال)، منطقه‌ی تسلیم مول یک فضای دایره‌ای در زغال سنگ (توزیع تنش در فاصله‌ی شعاعی  $r$ ، فرمول ویلسون، کاربردها، کاربرد روش ویلسون در تونل‌ها یا راهروهای غیردایره‌ای)، منحنی اندرکنش زمین-نگهداری برای طراحی سیستم‌های نگهداری (منحنی اندرکنش، توسعه‌ی نظری منحنی اندرکنش برای توده سنگ)

- طراحی و پایداری پایه‌ها و سازه‌های مرتبط: انواع پایه‌های معدنی، اشاره‌ای به طراحی پایه‌ها در روش استخراج اتاق و پایه (تخمین بار وارد بر پایه بر اساس تئوری حوزه‌ی تاثیر، تخمین مقاومت پایه، نسبت استخراج سطحی)، طراحی جانمایی کارگاه و ابعاد پایه‌ها، طراحی پایه‌های مرزی یا Rib Pillar، طراحی و پایداری پایه‌های زنجیری در روش جبهه کار بلند، طراحی پایه‌های حائل

- نگهداری در معدنکاری و تونل‌سازی: نگهداری راهروها، حالت‌های گسیختگی راهروها (گسیختگی تاقی یا Span، گسیختگی پلی یا Catilever، کنترل گسیختگی از طریق جنبه‌های زمین‌شناختی، گسیختگی دیواره‌ها)، انواع وسایل نگهداری راهروها و تونل‌ها، نگهدارنده‌های چوبی (جایگاه و اهمیت چوب، انواع، مشخصات مهندسی، فشار وارد بر نگهدارنده‌های چوبی در تونل‌ها و کارگاه‌های استخراج، طراحی نگهدارنده‌های چوبی و ملحقات آنها در تونل‌ها و کارگاه‌های جبهه کار بلند)، نگهدارنده‌های فولادی (اهمیت و مشخصه‌های مهندسی فولاد، طراحی قاب‌های فولادی شامل قاب‌های صلب و مفصلی و تسلیم شونده، پایه‌های فولادی در کارگاه‌های جبهه کار بلند)، پیچ سنگ‌ها و سنگ بست‌ها (تئوری پیچ کردن، انواع، کاربرد و طراحی پیچ سنگ‌ها در راهروهای اتاقی و جبهه کار بلند و کارگاه‌های استخراج معادن فلزی، سنگ بست‌ها و اصول طراحی آنها، رفتارنگاری پیچ سنگ‌ها و آزمایش‌های بیرون‌کشی)، وسایل نگهداری هیدرولیک (پایه‌های هیدرولیک و کلاهک‌ها، طراحی پایه‌ها و کلاهک‌ها، نگهدارنده‌های قدرتی خطی یا Break Line Power S، وسایل نگهداری قدرتی جبهه کار بلند شامل گوه‌ها یا Chock، سبرها یا Shield، گوه-سپر و توصیف آنها، طراحی نگهدارنده‌های قدرتی، مقایسه‌ی فرمول‌های مختلف برای تخمین چگالی متوسط نگهداری

نگهدارنده‌های قدرتی)، پوشش و نگهداری بتنی (اهمیت و مزایا و معایب بتن، اجزاء و مشخصات مهندسی بتن، کاربردهای بتن شامل شاتکریت و بتن ریزی و قطعات پیش ساخته و پوشش چاه و سقف مصنوعی، طراحی بتن شامل آماده سازی بتن و پوشش تونل و چاه و پاشنه‌های پوشش در چاه، شاتکریت شامل اهمیت و مزایا و انواع و شرایط استفاده، کاربرد همراه با توری سیمی و بیچ سنگ، طراحی و اجرا و نقش آن در NATM)

- کنترل سقف در روش جبهه کار بلند: مکانیک چینه‌ها و مکانیزم تخریب، توزیع تنش در پهنه‌های جبهه کار بلند، محاسبه‌ی گام تخریب، برآورد تنش وارد بر پایه‌های زنجیری و حائل، تعیین ابعاد پایه‌های زنجیری و حائل، تصمیم‌گیری در مورد نحوه‌ی کنترل سقف (پرکردن یا تخریب)

- پرکردن: اهمیت، مزایا و معایب، روش‌های پرکردن، طراحی پرکردن هیدرولیکی

■ آشنایی با نرم افزارهای تحلیل پایداری و طراحی، حل تمرین‌های مکفی و ارائه‌ی تکالیف در این درس الزامی است.

#### منابع

- 1-Singh, R.N. and Ghose, A.K. ; "Engineering Rock Structures in Mining and Civil Construction" ; Taylor & Francis Group PLS; London; 2006
- 2-Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; Sec and ch. 10, 17-4-1-3 & 4, 18-1-2 & 3, 19-3-1 to 5, 20-1-2 & 4
- 3-Goodman, R.E. ; "Introduction to Rock Mechanics"; John Wiley & Sons; New York; 1980
- 4-Hoek, E. & Brown, E.T. ; "Underground Excavations in Rocks, The Institution of Mining and Metallurgy, London; 1980
- 5-Biron, C. and Ariglu, E. ; "Design of Support in Mines"; John Wiley and sons; 1900





## حفر چاه و فضاهای زیرزمینی Underground excavation

تعداد واحد: ۳ واحد  
نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)  
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: چالزنی و انفجار، کنترل زمین و نگهداری  
هدف: آشنایی با فضاهای زیرزمینی چاه و تونل و کاربرد آن‌ها و روش‌های احداث تونل، چاه و دوپیل، مخاطرات و ملاحظات زیست محیطی در احداث فضاهای زیرزمینی

### سرفصل‌ها

- کلیات: مفاهیم و تعاریف، تاریخچه و ضرورت، طراحی و مراحل آن، دسته‌بندی و مبانی دسته‌بندی فضاهای زیرزمینی، عملیات واحد در حفر فضاهای زیرزمینی و دسته‌بندی روش‌های حفر آن‌ها
- دسته‌بندی فضاهای زیرزمینی بر مبنای کاربرد: معدنکاری (توضیح و مشخصات)، کاربردهای غیرمعدنی و توضیح و مشخصات آن‌ها (تونل‌های حمل و نقل، انتقال آب و فاضلاب، چاه‌ها، مخازن، ذخیره‌سازی، تولید برق، دفن زباله‌ها)
- مخاطرات حفريات زیرزمینی
- مطالعات ساختگاهی: زمین‌شناسی و عوامل مؤثر بر احداث فضاهای زیرزمینی، ارزیابی‌های مکانیک سنگی، اکتشافات ساختگاهی
- حفر تونل در زمینهای سنگی: روش‌های حفر، مقایسه و ملاحظات روش‌های حفر سنتی و مکانیزه، انتخاب روش حفر، حفر تونل با چالزنی و انفجار، حفر تونل با TBM، حفر تونل با ماشین‌های حفار بازویی، جنبه‌های اجرایی پوشش و نگهداری در تونل‌های سنگی،
- انفجار در تونل‌ها (برش‌ها، فرمول و مدل‌های طراحی الگوی انفجار تونلی، انفجار در تونل‌های امتدادی دنباله لایه‌ی زغالی)
- انفجار در چاه‌ها و دوپیل‌ها: پایین رو (تمام مقطع، پله‌ای، مارپیچ)، بالارو (چوب بستکاری، چاه باز، آلیماک، ژورا، چال بلند)
- چالزنی و انفجار تولیدی (روش قیفی قائم بسرو، چال بلند، استخراج طبقات فرعی با چال‌های بادبزنی، روش استخراج اتاق و پایه، روش استخراج کند و آکند)
- حفر تونل در زمین‌های نرم و ضعیف: طبقه‌بندی زمین‌های نرم، تونل‌سازی سپری، نگهداری و پوشش تونل‌های زمین‌های نرم، انتخاب روش
- تونل‌سازی قطر کوچک (Microtunnelling) و لوله‌رانی
- حفر چاه و تونل: حفر چاه با چالزنی و انفجار (تجهیز، احداث دهانه، چالزنی و انفجار، بارگیری و باربری، اجرای پوشش و نگهداری)، روش‌های ویژه (دیوارهای چوبی، دیوارهای با ورق‌های فولادی یا بتنی، روش کیسون، ...، حفر با پایین بردن سطح ایستایی، حفر با تزریق سیمان، حفر با انجماد)، سیستم‌های حفر مکانیزه و حفر با چاهزن‌ها یا SBM ها و اجرای پوشش، سیستم‌های حفر دوپیل (چالزنی و انفجار، سکوها‌ی دوپیل زنی، حفر با دوپیل زن‌ها یا RBM ها، سیستم‌های حفر چاه از طریق تعریض دوپیل
- مخاطرات تونل‌سازی و ملاحظات زیست محیطی
- مروری بر روش‌های بهسازی زمین (Ground Treatment)

- نمایش فیلم به منظور شناخت تجهیزات و دستگاه‌ها و نحوه‌ی عملکرد آن‌ها الزامی است.  
- بازدید: انجام حداقل یک بازدید از یک تونل یا فضای زیرزمینی در حال حفر ضرورت دارد.

#### منابع

- 1- Whitteker, B.N. and Frith, R.C.; "Tunnelling: Design Stability and Construction", IMM; 1990
- 2-Bickel, J.O. and Kusel, T.R.; "Tunnel Engineering Hand Book", 1997
- 3-Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook", Vol I&II, 2<sup>nd</sup> Edition, SME Littleton Co. ; 1992; Sec 17-4, 24





## تحقیق در عملیات Operation Research

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

آمار و احتمالات مهندسی، مبانی استخراج مواد معدنی

هدف: آشنایی با مبانی مهندسی و تحلیل سیستم‌های معدنی، کسب دیدی جامع از تکنیک‌های

پژوهش عملیاتی و کاربرد در تصمیم‌گیری بهینه در شرایط مختلف پروژه‌های معدنی،

یادگیری کار با نرم افزارهای پژوهش عملیاتی

### سرفصل‌ها

#### ۱- نظری

- مهندسی و تحلیل سیستم‌ها: آشنایی با مهندسی سیستم‌ها، روش کلی حل مسائل، جنبه‌های عمومی تصمیم‌گیری، جمع‌آوری داده‌ها ( روش‌های جمع‌آوری، تعداد نمونه‌ها)، تکنیک‌های تحلیل ( مدل‌های آماری، نمودارهای کنترلی، مدل‌های ریاضی)
- پژوهش عملیاتی: تعاریف و مفاهیم، مدل‌سازی ریاضی و کاربرد آن در پژوهش عملیاتی
- برنامه‌ریزی خطی (LP): تعاریف، مدل ریاضی مسائل برنامه‌ریزی خطی، روش ترسیمی برای حل مسائل LP، حالت‌های خاص در LP
- روش سیمپلکس: تعاریف و مبانی، روش حل مسائل استاندارد، مسائل غیر استاندارد و روش حل آن‌ها، تفاوت‌های شکلی در جدول سیمپلکس، قیمت سایه، مسئله‌ی ثانویه یک مسئله‌ی برنامه‌ریزی خطی، روابط بین مسئله‌ی اولیه و ثانویه، روش سیمپلکس دوگان، الگوریتم سیمپلکس اصلاح شده
- تحلیل حساسیت و برنامه‌ریزی پارامتری: تعاریف، انواع حساسیت‌ها، برنامه‌ریزی خطی پارامتری
- کاربردها: فرمولاسیون ( مراحل پایه، مسائل اختلاط یا Blending، مسائل زمان‌بندی تولید)، دوگانگی یا Duality و کاربردها، Slackness تکمیلی و کاربردها
- مدل حمل و نقل: تعاریف و مفاهیم، مسئله‌ی حمل و نقل برنامه‌ریزی خطی، روش حل، حالت‌های خاص، کاربردها
- مسئله‌ی تخصیص و گسیل: مسئله‌ی تخصیص و برنامه‌ریزی خطی، مسئله‌ی تخصیص و مدل حمل و نقل، روش حل، حالت‌های خاص، کاربردها

#### ۲- عملی

- آشنایی با نرم افزارهای Lingo یا Lindo و Primavera یا MSPProject
- ارائه و حل مسائل کاربردی و مسائل جامع به صورت تکلیف

### منابع

- ۱- مهرگان، محمد رضا؛ "پژوهش عملیاتی"؛ نشر سالکان؛ ۱۳۷۹
  - ۲- حاج شیر محمدی، علی؛ "مدیریت و کنترل پروژه"؛ جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان؛ ۱۳۶۷
  - ۳- بانکی، محمد تقی؛ "برنامه‌ریزی شبکه‌ای"؛ مرکز نشر دانشگاهی؛
  - ۴- هوسترولید، و. و کوچتا، م.؛ "طراحی و برنامه‌ریزی معادن روباز"؛ ترجمه‌ی خدایاری، ع. ا.، یاوروی شهرضا، م.، دانشگاه صنایع و معادن ایران، ۱۳۸۳
- 5- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; ch. 8-3
- 6-Hillier, F. S. and Liberman, G. J. ; "Introduction to Operations Research"; MCGraw – Hill; 2001





## کارآموزی ۲ Training(2)

تعداد واحد: ۵ واحد

نوع درس: عملی

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: کارآموزی ۱

هدف: آشنایی با محیط کارهای عملی مهندسی معدن در گرایش مورد تحصیل دانشجو

### سرفصل‌ها

- هر یک از دانشجویان بر حسب گرایش تحصیلی ملزم به گذراندن ۲۳۲ ساعت کارآموزی در معادن، سازمان‌ها و یا شرکت‌های معدنی، کارخانه‌های فرآوری یا در پروژه‌های احداث سازه‌های زیرزمینی هستند.
- نوع کار و محتوای گزارش کارآموزی طبق نظر استاد راهنمای دانشجویان در هر گرایش تعیین خواهد شد.
- دانشجویان ملزم به ارائه‌ی گزارش کارآموزی طبق فرمت تعیین شده بوده و باید گزارش کار را به صورت دست‌نویس ارائه دهند.

▪ ارزیابی دانشجویان ۵۰ درصد گزارش کارآموزی، ۲۵ درصد مسئولین واحدی که دانشجو در آنجا کارآموزی خود را گذرانده و ۲۵ درصد نیز استاد راهنمای کارآموزی خواهد بود.



## پروژه project



تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس: عملی

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: نیمسال ۸ (گذراندن حداقل ۱۲۰ واحد درسی)

هدف: آشنایی دانشجویان با روش انجام پروژه‌های معدنی و نحوه ارائه نتایج

### سرفصل‌ها

- پروژه به منزله پایان نامه دوره کارشناسی است.
- موضوع و محتوای پروژه طبق نظر استاد راهنمای دانشجویان در هر گرایش تعیین خواهد شد.
- توصیه می‌شود در پروژه جنبه‌های محاسباتی و طراحی مد نظر قرار گیرد به طوری که به نوعی محتوای دروس اصلی و تخصصی به کار گرفته شود.
- ترجیحاً در انجام پروژه از همکاری واحد‌های معدنی و یا سازمان‌های مرتبط بهره گرفته شود.
- دانشجویان ملزم به ارائه شفاهی پروژه خود در حضور استادان گروه می‌باشند.
- دانشجویان ملزم به ارائه گزارش پروژه طبق فرمت تعیین شده بوده و باید گزارش کار را به صورت فایل Word و چاپ شده ارائه دهند.

دروس تخصصی  
گرایش اکتشاف مواد معدنی  
۲۸/۵ واحد

علاوه بر این ۲۸/۵ واحد دانشجویان موظفند ۴ واحد درسی مرتبط با گرایش  
اکتشاف مواد معدنی از جدول دروس اختیاری اخذ نمایند.





تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: زمین شناسی ساختاری، آزمایشگاه فیزیک ۲

هدف: آشنایی و یادگیری اصول و کاربرد روش های ژئوفیزیکی گرانی، مغناطیس و لرزه در اکتشاف به طور عام و جهت گیری کاربردی برای اکتشاف معدن

## سرفصل‌ها

- کلیات: (روش های ژئوفیزیکی، انطباق روش های ژئوفیزیکی در مسائل کاربردی، برنامه ریزی، انتخاب روش و طراحی شبکه برداشت، ماهیت و ساختار داده ها، نمایش داده ها، تفسیر داده های ژئوفیزیکی)
  - پردازش داده های ژئوفیزیکی
  - روش گرانی (اصل فیزیکی میدان جاذبه، میدان گرانی زمین، اندازه گیری میدان گرانی، گراویمتر ها، اندازه گیری های صحرائی، تصحیحات و بی هنجاری بوگه، چگالی سنگ ها و کانی ها، روش های تخمین چگالی، تفسیر بی هنجاری های بوگه (کیفی و مدل سازی)، محاسبه اضافه جرم، مثال های موردی از کاربرد روش گرانی)
  - روش مغناطیسی (اصول فیزیکی روش مغناطیسی، چگونگی مغناطیدگی مواد، خواص مغناطیسی کانی ها و سنگ ها، میدان مغناطیسی زمین، دستگاه های اندازه گیری، برداشت های مغناطیسی، پردازش داده های مغناطیسی، تفسیر داده های مغناطیسی (کیفی و مدل سازی)، پیشرفت های اخیر در پردازش، نمایش و تفسیر داده ها، کاربرد ها و مطالعات موردی)
  - المان های برداشت های لرزه ای (امواج لرزه ای، سرعت امواج لرزه ای در سنگ ها، بازتاب و شکست امواج، سیستم های جمع آوری داده ها)
  - روش های لرزه نگاری شکست مرزی (انکساری)، مسیر امواج شکست مرزی، مدل زمین دولایه با فصل مشترک افقی، مدل سه لایه و بیشتر، لایه های شیب دار، آرایش نقاط شلیک و ژئوفون ها در مطالعات لایه های تخت، لرزه نگاری شکست مرزی در فصل مشترک های غیر تخت، روش های تفسیر، تصحیحات استاتیکی، کاربرد ها و مطالعات موردی)
  - لرزه نگاری بازتابی (انعکاسی)، هندسه مسیر امواج بازتابی، مدل زمین با یک افق بازتابی افقی، مدل زمین با چند افق بازتابی افقی، افق بازتابی شیب دار، برداشت های CMP، تصحیحات داده ها، تحلیل سرعت ها
- تمرین: این درس همراه تمرین است تا دانشجویان مسائل تئوری را بهتر درک کرده و جنبه های کاربردی آنها را فراگیرند.

## منابع

- ۱- تلفورد و همکاران، ژئوفیزیک کاربردی (جلد اول)، ترجمه دکتر حسین زمردیان و دکتر حسن حاجب حسینی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۱۳۷۵
- ۲- نوروزی غلامحسین، ژئوفیزیک اکتشافی (گرانی، مغناطیس، لرزه ای)، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۸
- 3- Kearey, P. et al, (2002), "An introduction to geophysical exploration", Blackwell publishing, Third edition
- 4- Reynolds, J.M., "An introduction to applied and environmental geophysics", John Wiley Publishing

## ژئوشیمی اکتشافی ۱

### Exploration Geochemistry 1



تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

هدف: (هم‌نیاز) پیش‌نیاز: زمین شناسی اقتصادی، آمار و احتمالات مهندسی  
فراگیری اصول حاکم بر توزیع، مهاجرت و غنی شدگی هیپوژن و سوپرژن عناصر در پوسته زمین و تشخیص کمپلکس های بارور از عقیم و تحلیل آماری داده های مربوطه با انتخاب مناسب ترین روش آنالیز نمونه ها

#### سرفصل ها

- تاریخچه و روش ها
- اصول پراکندگی ژئوشیمیایی عناصر با نگرش اکتشافی
- اصول مهاجرت ژئوشیمیایی عناصر
- شاخص های ژئوشیمیایی و کاربرد آنها در تشخیص کمپلکس های عقیم از بارور
- نقشه برداری ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه ای
- روش های تجزیه ای معمول در اکتشافات ژئوشیمیایی
- تکنیک های آماری تک متغیره و دو متغیره معمول در بررسی های ژئوشیمیایی
- تعیین مقدار زمینه، حد آستانه ای و آنومالی عناصر

#### منابع

- ۱- حسنی پاک علی اصغر، اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۴، چاپ پنجم.
- 2- Handbook of exploration geochemistry, 1980-2010, Elsevier.

## حفاری اکتشافی Exploration Drilling



تعداد واحد: ۲ واحد  
نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)  
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: مکانیک سیالات، زمین شناسی ساختاری  
هدف: آشنایی با انواع تجهیزات و عملیات حفاری گمانه های اکتشافی

### سرفصل‌ها

نقش حفاری در اکتشاف و بهره برداری از منابع زیرزمینی، نقش ویژگی های فیزیکی و مکانیکی سنگ ها در حفاری، روش های مختلف حفاری، حفاری ضربه ای، حفاری دورانی، مشخصات گل حفاری و انواع آن، استفاده از هوا به جای گل حفاری، انواع سرمته های مغزه گیری، مشکلات حفاری دورانی، عملیات حفر چاه های مورب، لوله گذاری، حفاری توربینی، حفاری در زمین های پوشیده از آب، مشخصات حفاری های اکتشافی در عملیات معدنی، استفاده از حفاری در کارهای ساختمانی، سازماندهی حفاری، استانداردهای حفاری، نگاهداری و تعمیرات دستگاه های حفاری، ویژگی های دستگاه های حفاری و نحوه انتخاب آن ها در ارتباط با مشخصات لایه ها، قطر و عمق چاه، غیره، مدیریت ایمنی و اقتصاد حفاری، وسایل و فرآیند نمونه گیری، آزمون و اندازه گیری ها در حفاری، چاه نمودارها و ثبت داده های حفاری، حفاری های ویژه (آب، نفت)

بازدید: انجام بازدید از انواع دستگاه های مختلف حفاری در حال کار (معدن، ژئوتکنیک و نفت) ضروری می باشد.

### منابع

- 1- The Australian Drilling, 1997, "Drilling", CRC; 4<sup>th</sup> edition, 632 pages.
- 2- Vozdvizhensky, B., Golubintser, O. and Nozozhilov, A. "Exploratory drilling", Mir Publisher, Moscow, 1982.

# زمین شناسی اقتصادی ایران Economic Geology of Iran



تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: زمین شناسی اقتصادی، (ژئوشیمی اکتشافی ۱)

هدف: آشنایی با زمین شناسی اقتصادی ایران و شناخت کانسارها و معادن ایران

## سرفصل‌ها

اصول و مبانی چینه شناسی و زمین شناسی ایران

پهنه های رسوبی-زمین ساختی در ایران

پهنه های آذرین درونی و آتشفشانی ایران

پهنه های دگرگونی ایران

سابقه رسوبی، چینه شناسی و مسائل تکتونیکی هر یک از پهنه های رسوبی-زمین ساختی ایران

فازهای متالورژی (فلز زایی) و کانی سازی در ایران

ایالتها، کمربندها و مناطق فلز زایی و معدنی ایران

پراکندگی مواد معدنی در ایران

کانسارهای ایران: کانسارهای فلزی، غیرفلزی، نفت و گاز، منابع ژئوترمال

جایگاه مواد معدنی ایران از نظر میزان ذخیره، تولید، تجارت در سطح جهان و نقش مواد معدنی در اقتصاد ایران

ظرفیت های اقتصادی از قبیل کانسارهای فلزی، غیرفلزی، مخازن نفت و گاز طبیعی

بازدید: انجام حداقل یک بازدید ۵ روزه از سازندهای تیبیک زمین شناسی و کانسارهای بزرگ ایران ضرورت دارد.

## منابع

- ۱- آقائاتی علی، زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۲- قربانی منصور، دیباچه ای بر زمین شناسی اقتصادی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۱.
- ۳- درویش زاده، علی، زمین شناسی ایران، نشر دانش امروز، ۱۳۷۰ (و یا چاپ های بعد از آن).

منیرالوگرافی  
Mineralography



تعداد واحد:	۱ واحد
نوع درس:	نظری-عملی (۸ ساعت نظری + ۱۶ ساعت عملی)
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	زمین شناسی اقتصادی
هدف:	شناخت کانی ها و کانه ها در مقاطع صیقلی

سرفصل‌ها

شناخت میکروسکوپ پلاریزان با نور انعکاسی، طرز تهیه مقاطع صیقلی، خواص فیزیکی کانی های کدر در مقاطع صیقلی، خواص نوری کانی های کدر در مقاطع صیقلی، مختصری راجع به تئوری نور انعکاسی، مختصری راجع به روش های میکروشمیایی در مقاطع صیقلی، پاراژنرها و بافت های مختلف و تعبیر و تفسیرهای مربوط به آن، شناسایی سیستماتیک کانی های کدر به طور کلی، شناخت برخی کانی های کدر مهم و پاراژنهای آنها، مطالعه بافت های مختلف و تفسیر آنها و اندازه گیری قدرت انعکاس و سختی میکروسکوپی به صورت جنبی.

منابع

- ۱- مقدسی جواد و مظلومی بجستانی علیرضا، منیرالوگرافی (کانه نگاری)، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۰
- ۲- انسن، پ. ر.، "دبیاچه ای بر کانی شناسی کاربردی میکروسکوپی کاربردی" ترجمه ساسان لیاقت، مرتضی جمی، انتشارات دانشگاه شیراز، ۱۳۷۸.

3- Craig, J. R., Vaughan, D. J. "Ore microscopy and ore petrography", Jhon Wiley Publication, 1994.



## ارزیابی ذخایر معدنی Ore Reserve Evaluation

تعداد واحد: ۲ واحد  
نوع درس: نظری و عملی (۲۴ ساعت نظری و ۱۶ ساعت عملی)  
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: آمار و احتمالات مهندسی، مبانی اکتشاف مواد معدنی  
هدف: فراگیری مبانی تئوریک و رویه‌های برآورد منابع و یا ذخایر معدنی و طبقه‌بندی آنها

### سرفصل‌ها

#### الف- نظری

۱. مسایل عمومی ارزیابی ذخایر:  
جمع‌آوری داده‌های زمین‌شناسی، تعبیر و تفسیر زمین‌شناسی، مدل‌سازی زمین‌شناسی (هدف، متدولوژی)، نمایش داده‌های زمین‌شناسی، مراحل کلی برآورد، تغییر مشخصات توده ماده معدنی، اصول ارزیابی، مراحل ارزیابی و اکتشاف تفصیلی، تعقیب و مشخص کردن محدوده کانسارها، انواع شبکه‌های اکتشاف و ارزیابی، چگالی شبکه اکتشاف، روش‌های توسعه شبکه اکتشاف، تقسیم بندی کانسارها از نظر ارزیابی، سیستم‌های اکتشاف
۲. اکتشافات سطحی:  
تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی بزرگ مقیاس، ترانسه، چاهک
۳. گمانه‌ها:  
شبکه گمانه‌ها، تعیین مشخصات گمانه‌ها، برداشت گمانه‌ها، تهیه مقاطع اکتشافی
۴. تونل‌های اکتشافی:  
تونل‌های عمود بر لایه، تونل‌های امتدادی، میان‌برها، تونل‌های دنباله‌رو، نحوه ارزیابی به کمک تونل‌ها، تهیه نقشه‌های زیرزمینی
۵. نمونه‌گیری:  
نمونه‌گیری از ترانسه‌ها و تونل‌ها، نمونه‌گیری از گمانه‌ها، نمونه‌گیری از پلاسرها، فاصله نمونه‌برداری، تکمیل شناسنامه نمونه و ارسال آن به آزمایشگاه، آماده‌کردن نمونه، بررسی و تجزیه نمونه‌ها، تعیین عیار متوسط نمونه‌ها
۶. محاسبه ذخیره:  
- قواعد و روش‌های سنتی یا کلاسیک: مبانی و مفاهیم، قواعد (تغییرات تدریجی، نزدیکترین نقاط، تعمیم)، تفکیک منطقه به مناطق تاثیر، مراحل محاسبه ذخیره، تقسیم بندی ذخایر معدنی، روش متوسط گیری ریاضی، روش‌های قطعه‌های زمین‌شناسی، روش قطعه‌های معدنی، روش مثلث، روش چندضلعی، روش مقاطع، روش خطوط تراز، اشاره‌ای به قواعد و روش محاسبه ذخیره زمین‌آمار
۷. بررسی عیار:  
تعیین مدل توزیع، محاسبه میانگین، عیار حد، منحنی‌های تنار - عیار



ب- عملی:

- آموزش کسب مهارت در کار با یکی از نرم افزارهای Gemcom یا Surpac, Datamine در زمینه‌ی مدل‌سازی زمین‌شناسی
- کار با نرم افزار آموزش دیده و تهیه‌ی مدل زمین‌شناسی از یک کانسار واقعی بر مبنای داده‌های تهیه شده به صورت کارگروهی (۵ یا ۶ نفره)



#### منابع

- ۱- حسنی پاک، علی اصغر؛ "زمین آمار"؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۷۷
- ۲- حسنی پاک، علی اصغر؛ "تحلیل داده‌های اکتشافی"؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۸۱
- ۳- مدنی، حسن؛ اصول پی جویی، اکتشاف و ارزیابی ذخایر معدنی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۶۶.
- 1- Sinclair, J.A. and Black well, H.G.; "Applied Mineral Inventory Estimation"; University Press; Cambridge; 2002
- 2- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I & II; 2<sup>nd</sup> Edition ; "SME Littleton , Co. ; 1992; Ch. 5-5 and 5-6
- 3- Dimitrakopoulos, R.; " Ore Reserve Estimation and Strategic Mine Planning: Stochastic Models and Optimization with Case studies"; Springer; 2006
- 4- Dimitrakopoulos, R. ; "Applied Geostatistical Ore Reserve Estimation"; Elsevier science Health Dw.; 2003.
- 5- Annels, A. E., "Mineral deposit evaluation", Chapman and Hall, 1991.



## چاه نگاری Well Logging

تعداد واحد:	۲ واحد
نوع درس:	نظری (۳۲ ساعت)
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	(ژئوفیزیک اکتشافی ۲)، حفاری اکتشافی
هدف:	آشنایی با روش های ژئوفیزیکی درون گمانه ای و کسب مهارت تفسیر کیفی و کمی نمودارهای چاه نگاری

### سرفصل‌ها

- مفاهیم کلی و اساسی چاه نگاری، کاربرد چاه نگاری در صنعت نفت و گاز، اکتشاف مواد معدنی و زمین شناسی مهندسی
- پارامترهای ثبت شونده، چگونگی اندازه گیری، لوازم و تجهیزات سرچاه، دستگاه های اندازه گیری داخل چاه (سوندها)
- نمودارگیری الکتریکی: نمودارگیری SP، نمودارگیری مقاومت ویژه، نمودارگیری القایی
- کلیات چاه نگاری هسته ای، چاه نگاری پرتوزایی گامای طبیعی، طیفسنجی پرتوزایی گامای طبیعی، چاه نگاری نوترون (روش های نوترون-گاما و نوترون-نوترون)، چاه نگاری گاما-گاما (چگالی)
- چاه نگاری صوتی
- روش های فرعی دیگر چاه نگاری
- تمرین: این درس همراه تمرین است تا دانشجویان مسائل تئوری را بهتر درک کرده و جنبه های کاربردی آنها را فراگیرند.

### منابع

- ۱- سرا ابرئو، چاه نگاری- ترجمه غلامحسین نوروزی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، چاپ دوم، ۱۳۸۵.
- ۲- موحد بهرام، مبانی چاه پیمایی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ اول، ۱۳۷۱.
- ۳- مرادزاده و قوامی، چاه پیمایی برای مهندسين، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۸۰.
- ۴- کاپلمیر دومینیکو، چاه پیمایی در هیدروژئولوژی، ترجمه عبدالحمید انصاری، دانشگاه یزد، ۱۳۷۶.
- 5- David, E. Jhonson and Kathryn E. Pile, 2002, Well Logging, Penn Well Publishing.
- 6- Dewan, Jhon T., 1983, Essentials of Modern Open hole Log Interpretation, Penn Well Publishing.



## ژئوشیمی اکتشافی ۲

### Exploration Geochemistry (2)

تعداد واحد:	۲ واحد
نوع درس:	نظری (۳۲ ساعت)
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	ژئوشیمی اکتشافی ۱
هدف:	فراگیری روش های مختلف اکتشاف ژئوشیمیایی در محیط های اولیه و ثانویه و انتخاب مناسب ترین روش اکتشاف ژئوشیمیایی به عنوان تابعی از شرایط پروژه، شناخت توانایی ها و محدودیت هریک از روش ها

#### سرفصل‌ها

- بررسی هاله های اولیه (هیپوزن)، برداشت های لیتوژئوشیمیایی، روش های شدت بخشی به آنومالی های لیتوژئوشیمیایی، هاله های محوری، عرضی و طولی، کاربرد اکتشافی هاله های اولیه، ارزیابی سطح فرسایش کنونی نسبت به سطح کانی سازی، انواع هاله های دگرسانی، روش های نقشه برداری هاله های دگرسانی، کاربرد اکتشافی هاله های دگرسانی
- بررسی هاله های ثانوی (سوپرزن)، برداشت رسوبات آبراهه ای و خاک ها، طراحی شبکه نمونه برداری از آنها، تحلیل داده ها و رسم نقشه های توزیع عناصر در محیط های ثانوی بر اساس الگوهای توزیع عناصر در محیط های سوپرزن، طبقه بندی هاله ها و کاربرد اکتشافی هریک
- بررسی هاله های هیدروژئوشیمیایی، ویژگی روش و طبق بندی آنها، نمونه برداری از این هاله ها، امتیازات مثبت و منفی آن، روش تحلیل هاله های هیدروژئوشیمیایی
- بررسی هاله های گازی و کاربرد اکتشافی آنها
- بررسی هاله های گیاهی (ژئوبوتانی و بیوشیمیایی) و کاربرد اکتشافی آنها
- انتخاب مناسب ترین روش اکتشاف ژئوشیمیایی در مقیاس های ناحیه ای و محلی

#### منابع

- ۱- حسنی پاک علی اصغر، اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۴، چاپ پنجم.  
2- Handbook of exploration geochemistry, 1980-2010, Elsevier.



## آب های زیرزمینی Groundwater

تعداد واحد:	۳ واحد
نوع درس:	نظری (۳۲ ساعت)
هم‌نیاز (پیش‌نیاز):	مکانیک سیالات، زمین شناسی ساختاری
هدف:	آشنایی با مفاهیم و اصول آب های زیرزمینی و کاربرد آن ها در مطالعات هیدروژئولوژی

### سرفصل‌ها

- کلیات: چرخه طبیعی آب، حوضه های آبریز، بارش، تبخیر، رواناب، هیستوگرام ها و هیدروگراف ها، جایگاه آب زیرزمینی در چرخه طبیعی آب، منشأ آب های زیرزمینی، چگونگی تجمع آب در زیرزمین - قابلیت سنگها و خاکهای مختلف برای تشکیل آبخوان - انواع آبخوان ها (آزاد- تحت فشار- معلق- نشئی) - چشمه ها و بیان انواع آن
  - خصوصیات آبخوان های آب زیرزمینی و حرکت آبهای زیرزمینی، بیان دانه بندی و تخلخل - ضریب ذخیره و ضریب مخصوص در لایه های تحت فشار - ضریب نگهداشت و ضریب آبدی در لایه های (آبخوان های) آزاد - بیان حرکت آب در خاک - عدد رینولدز در خاک و بیان جریان دارسی - تعریف تراوایی و فاکتورهای موثر بر آن - روش های تعیین ضریب تراوایی، معادلات جریان آب زیرزمینی در آبخوان های تحت فشار در حالت ماندگار - معادلات اساسی جریان آب زیرزمینی در حالت ماندگار در آبخوان های آزاد - بیان ضریب نشست (leakage coefficient) - بیان معادلات حرکت ناماندگار برای آبخوان ای آب زیرزمینی - فرضیات دپویی فورشه ایمر
  - شبکه جریان، توابع پتانسیل و جریان، نقشه های پیژومتریک، نوسانات آب های زیرزمینی، بیان چگونگی تفسیر نقشه های آبهای زیرزمینی - برآورد جهت و مقدار جریان آب در آنها، مقدمه ای بر تحلیل آبهای زیرزمینی به وسیله روش تفاصل های محدود.
  - هیدرولیک چاه ها: تعریف انواع چاه ها (چاه های نفوذ کامل و نفوذ ناقص) چاه های آرتزین چاه های ثقلی - چاه های نشئی، معادلات کلی جریان های شعاعی در انواع آبخوان ها و در رژیم های مختلف جریان، استفاده از اصل superposition در حل مسائل آب های زیر زمینی در جریان های شعاعی، چاه ها با نفوذ جزئی - اکت کلی چاه ها
  - آزمایش های پمپاژ و تحلیل داده های آن، تعیین خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوان ها، تعیین ضرایب آبخوان های تحت فشار به وسیله آزمایشات پمپاژ شامل روش های تطبیق منحنی تاپس (Theis) با استفاده از مشاهدات از چندین چاه مشاهداتی - روش ژاکوب (1946-1956) - آزمایش پمپاژ بازیابی (Recovery) - روش چو (chow 1952)، تعیین ضرایب آبخوان های آزاد به وسیله آزمایشات پمپاژ شامل بیان و محدودیت های استفاده از روش تاپس و ژاکوب برای این آبخوان ها و تصحیحات لازم، تعیین ضرایب آبخوان های نشئی (آزمایش ژاکوب - هانوش)
  - بهره برداری از آب های زیرزمینی، حفاری و ساختمان چاه، قنات و ساختمان آن
  - بررسی های هیدروشیمیایی
  - تخمین میزان جریان ورودی به سازه های سطحی و زیرزمینی
  - خشک اندازی (آبکشی) در معادن و روش های اجرای آن
  - مسائل خاص: آبخوان های ساحلی و ویژگی های آن ها، منابع آب های زیرزمینی در سازندهای سخت به ویژه در پهنه های کارستی
  - اکتشاف آب های زیر زمینی
- تمرین: این درس همراه تمرین است تا دانشجویان مسائل تئوری را بهتر درک کرده و جنبه های کاربردی آنها را فراگیرند.

### منابع

- 1- Todd, D. K., and Mays, L. W., (2005), Groundwater Hydrology, Jhon Wiley and Sons Inc.
- 2- Fitts, C.R., 2002, Groundwater Science, American Press.
- 3- Kashef, A.A., 1985, Groundwater Engineering, McGraw Hill Higher Education.

۴- اصول هیدرولوژی کاربردی تألیف دکتر امین علیزاده انتشارات استان قدس

۵- آبکشی و آبرسانی در معادن تألیف حسن مدنی انتشارات دانشگاه امیرکبیر

۶- زمین و منابع آب (آبهای زیرزمینی)، تألیف محمود صداقت، انتشارات دانشگاه پیام نور

- تخمین ساختار فضایی به روش فرای.
- روش های تصمیم گیری در اکتشاف شامل روش ارزش پولی مورد انتظار یا EMV و محاسبه حداقل بودجه اکتشافی.
- تمرین: این درس همراه تمرین است تا دانشجویان مسائل تئوری را بهتر درک کرده و جنبه های کاربردی آنها را فراگیرند.

#### منابع

- ۱- تحلیل داده های اکتشافی، علی اصغر حسنی پاک و مهندس محمد شرف الدین، انتشارات دانشگاه تهران ۱۳۸۰.
- ۲- زمین آمار، علی اصغر حسنی پاک، انتشارات دانشگاه تهران ۱۳۷۷.
- 3- Wellmer, F. W., "Statistical evaluations in exploration for mineral deposits, Springer, 1998.



## آزمایشگاه و عملیات ژئوفیزیک Laboratory and field geophysics



تعداد واحد: ۱ واحد  
نوع درس: عملی (۳۲ ساعت)  
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: (ژئوفیزیک اکتشافی ۲)  
هدف: آشنایی با جنبه های عملی مطالعات ژئوفیزیک اکتشافی

### سرفصل‌ها

- آشنایی با سیستم های اندازه گیری میدان در ژئوفیزیک
- آشنایی با دستگاه های اندازه گیری در آزمایشگاه شامل دستگاه های گرانی سنجی، مغناطیس سنجی و گرادئومتری، رزیستویته، IP، لرزه ای انکساری، VLF و چاه نگاری
- مبنای طراحی پروژه های ژئوفیزیکی و نکات عملیات صحرائی شامل پیاده کردن نقاط و ایستگاه های برداشت ژئوفیزیکی با استفاده از دوربین های نقشه برداری، GPS، متر و کمپاس
- برداشت چند پروفیل مغناطیس سنجی و تخلیه داده های دستگاه به کامپیوتر و تهیه فرمت های مناسب جهت ترسیم نقشه های مختلف و مدل سازی و تعبیر و تفسیر نتایج
- برداشت چند پروفیل VLF و تخلیه داده های دستگاه به کامپیوتر و تهیه فرمت های مناسب جهت ترسیم نقشه های مختلف و مدل سازی و تعبیر و تفسیر نتایج
- برداشت چند سونداژ الکتریکی با طول خط جریان ۲۰۰ متر با آرایه شلومبرژه
- تعبیر و تفسیر دستی و کامپیوتری منحنی های سونداژ الکتریکی
- برداشت چند پروفیل با آرایه دایپل-دایپل یا ونر به روش پروفایلینگ برای داده های مقاومت ویژه ظاهری و IP و رسم نقشه ها و گراف های مربوطه
- برداشت یک پروفیل لرزه ای انکساری با آرایه پروفیلی و ترسیم منحنی زمان-فاصله و تعبیر و تفسیر مربوطه
- برداشت چند لوگ چاه نگاری به روش های رزیستویته، کالیپر، میکرولوگ، سوسپیتیمتری مغناطیسی در یک چاه آزمایش آب و تعبیر و تفسیر نتایج
- تهیه گزارش در مورد هریک از برداشت های ژئوفیزیکی فوق الذکر

### منابع

- ۱- دستور کار با دستگاه های ژئوفیزیکی موجود
- ۲- J. Milsom, 1996, Field Geophysics, Second edition, Jhon Wiley & Sons, N. Y

سنگ شناسی میکروسکوپی  
Microscopic Petrology



تعداد واحد: ۱ واحد  
نوع درس: عملی (۳۲ ساعت)  
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: آزمایشگاه سنگ شناسی  
هدف: آشنایی با روش شناسایی انواع سنگ ها در تیغه های نازک

سرفصل‌ها

- مطالعه، طبقه بندی و شناسایی سنگ های آذرین از روی تیغه های نازک در زیر میکروسکوپ پلاریزان
- مطالعه، طبقه بندی و شناسایی سنگ های دگرگونی از روی تیغه های نازک در زیر میکروسکوپ پلاریزان
- مطالعه، طبقه بندی و شناسایی سنگ های رسوبی از روی تیغه های نازک در زیر میکروسکوپ پلاریزان

منابع

- 1- Mackenzie W.S., and Guilford C., 1984, Atlas of rock formations minerals in thin section, Longman publications.
- 2- Mackenzie W.S., Donaldson C. H., and Guilford C., 1984, Atlas of Igneous rocks and their textures, Longman publications.
- 3- Adams A. E., Mackenzie W.S., and Guilford C., 1984, Atlas of sedimentary rocks under the microscope, Longman publications.





تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری-عملی (۱۶ ساعت نظری+۳۲ ساعت عملی)

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: کارتوگرافی

هدف: آشنایی با مبانی دورسنجی و نحوه کار با نرم افزار بر روی داده های ماهواره ای، آشنایی با

اصول GIS

## سرفصل‌ها

## الف) دورسنجی

- عکس های هوایی: مشخصات و انواع عکس‌های هوایی، برجسته‌بینی، شناسایی عوارض و روش اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع، تشخیص‌ها در عکس‌های هوایی (انواع اصلی سنگ‌ها و مصالح، ساختارهای اصلی، فرآیندهای فعال، عوارض ناشی از فعالیت‌های انسانی)، روش تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی پایه بر مبنای دید استریوسکوپي عکس‌های هوایی -تصاویر ماهواره ای: روش های تصویر برداری ماهواره ای، آشنایی با منابع و نرم افزارهای دورسنجی، تصحیحات داده های ماهواره ای، زمین مرجع کردن داده های ماهواره ای، کاربرد داده های ماهواره ای در مهندسی معدن و محیط زیست

## ب) GIS

آشنایی با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و کاربرد آن در حل مسائل اکتشافی، اطلاعات مکان مرجع (مدل های رستری و برداری)، مبانی مفاهیم مکانی (فضاهای اقلیدسی، مجموعه ای، توپولوژی شبکه ای، متریک و فراکتال)، نرم افزارهای GIS، پردازش داده های جدولی، پردازش داده های نقشه ای، پردازش داده های مدلی، تفسیر و جمع بندی داده ها، مدل سازی برای تصمیم گیری، داده های خروجی

## عملی:

- آشنایی با روش‌های کار و برداشت داده های زمین شناسی و ژئوتکنیکی با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای

- انجام یک پروژه عملی تهیه نقشه توسط عکس های هوایی و تصاویر ماهواره ای

- انجام یک پروژه عملی GIS توسط یکی از نرم افزارهای GIS موجود و ارائه نتایج به صورت نقشه ها و گزارش

\* تبصره- عناوین عملی به‌صورت کار گروهی در گروه‌های ۳ تا ۵ نفره انجام می‌شود.

## منابع

1. Gupta, R.P., (2003). "Remote Sensing Geology, second edition", Springer, 656 pages.
2. Cambell, Y.B., (2002). "Introduction to Remote Sensing", The Guilford Press.
3. Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. & Chipman, J.W., (2003). "Remote Sensing and Image Interpretation", John Wiley, 784 pages.
4. Bolstad, P., 2002, GIS Fundamentals: A First takes on geographic information systems, Bookmasters dist. 424 pages.
5. Lang, L., 1998, Managing natural resources with GIS, ESRI Press, 117 pages.





## کارآموزی ۲ Training(2)

تعداد واحد: ۵/۵ واحد

نوع درس: عملی

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: کارآموزی ۱

هدف: آشنایی با محیط کارهای عملی مهندسی معدن در گرایش مورد تحصیل دانشجوی

### سرفصل‌ها

- هر یک از دانشجویان بر حسب گرایش تحصیلی ملزم به گذراندن ۲۳۲ ساعت کارآموزی در معادن، سازمان‌ها و یا شرکت‌های معدنی، کارخانه‌های فرآوری یا در پروژه‌های احداث سازه‌های زیرزمینی هستند.
- نوع کار و محتوای گزارش کارآموزی طبق نظر استاد راهنمای دانشجویان در هر گرایش تعیین خواهد شد.
- دانشجویان ملزم به ارائه گزارش کارآموزی طبق فرمت تعیین شده بوده و باید گزارش کار را به صورت دست‌نویس ارائه دهند.

▪ ارزیابی دانشجویان ۵۰ درصد گزارش کارآموزی، ۲۵ درصد مسئولین واحدی که دانشجوی در آنجا کارآموزی خود را گذرانده و ۲۵ درصد نیز استاد راهنمای کارآموزی خواهد بود.



## پروژه Project

تعداد واحد:	۳ واحد
نوع درس:	عملی
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	نیمسال ۸ (گذراندن حداقل ۱۲۰ واحد درسی)
هدف:	آشنایی دانشجویان با روش انجام پروژه های معدنی و نحوه ارائه نتایج

### سرفصل‌ها

- پروژه به منزله پایان نامه دوره کارشناسی است.
- موضوع و محتوای پروژه طبق نظر استاد راهنمای دانشجویان در هر گرایش تعیین خواهد شد.
- توصیه می شود در پروژه جنبه های محاسباتی و طراحی مد نظر قرار گیرد به طوری که به نوعی محتوای دروس اصلی و تخصصی به کار گرفته شود.
- ترجیحاً در انجام پروژه از همکاری واحد های معدنی و یا سازمان های مرتبط بهره گرفته شود.
- دانشجویان ملزم به ارائه شفاهی پروژه خود در حضور استادان گروه می باشند.
- دانشجویان ملزم به ارائه گزارش پروژه طبق فرمت تعیین شده بوده و باید گزارش کار را به صورت فایل Word و چاپ شده ارائه دهند.

- اجرای عملیات انفجار: سیستم‌های غیر برقی (فتیله‌ی اطمینان و چاشنی معمولی، فتیله‌ی انفجاری، نانل، ...) و ملاحظات اجرایی و عملیات، سیستم‌های برقی (مدارها و بستن مدار، کنترل مدار، ...)، اشاره‌ای به الگوی چالزنی، آرایش مدارها و ترتیب زمانی انفجار چال‌ها، انفجار تأخیری یا ترتیبی (برقی، غیر برقی) و توالی آتش یا تحریک
- مکانیزم خرد شدن سنگ بر اثر انفجار، خصوصیات سنگ و توده سنگ مؤثر بر انفجار، تعیین خصوصیات توده سنگ برای طراحی انفجار
- پارامترهای قابل کنترل انفجار: قطر چال، ارتفاع پله، انحراف یا امتداد چال، طول گل‌گذاری، اضافه چال، فاصله‌ی ردیفی و جناحی، الگوی چال‌ها، سطح آزاد، اندازه و شکل انفجار، موقعیت خرج‌ها، جفت شدگی خرج‌ها، نوع مواد منفجره، توزیع مواد در چال‌ها، خرج ویژه، تحریک و پرایمر گذاری، زمان بندی تأخیر و ترتیب زمانی تحریک، تأثیر تجهیزات پرکردن، حفاری ویژه
- انفجار پله‌ای ( قطر کوچک، قطر بزرگ، با چال‌های افقی، تولید قطعات بزرگ، روابط و فرمول‌ها و مدل‌های محاسبه‌ی پارامترهای انفجار)
- انفجار در عملیات سطحی غیرمعدنی (راه‌سازی، ترانشه‌ها، رمپ‌ها، تسطیح سطح زمین، گودبرداری برای پی سازی)
- انفجار محیطی یا کنترل شده در عملیات سطحی
- خرد کردن ثانویه و انفجارهای ویژه
- تمهیدات ایمنی برای عملیات چالزنی و انفجار
- طراحی و برنامه‌ریزی عملیات چالزنی و انفجار ( عوامل مؤثر بر طراحی چالزنی و انفجار، برنامه‌ریزی مراحل)، بهینه‌سازی هزینه‌های خرد کردن از طریق چالزنی و انفجار ( جنبه‌های اقتصادی، تعیین هزینه‌ی بهینه، خرد شدگی)
- نمایش فیلم در مورد سیستم‌های انفجار و عملیات اجرایی
- بازدید: انجام حداقل یک بازدید از عملیات چالزنی و انفجار ضروری است.

#### منابع

۱. استوار، رحمت‌الله؛ "انفجار در معادن"؛ جلد اول، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیر کبیر؛ چاپ چهارم؛ ۱۳۷۹
۲. استوار، رحمت‌الله؛ "انفجار در معادن"؛ جلد دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛ ۱۳۷۳
۳. هارتمن، هوراد ال.؛ "اصول مهندسی معدن؛ ترجمه‌ی یآوری شهرضا، مهدی؛ دانشگاه صنایع و معادن ایران؛ ۱۳۸۱
4. Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II ; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton, Co. ; 1992; Ch. 9-1, 22-1, 22-3, 22-9
5. Lopez Jimeno, Carlos and Emilio; "Drilling and Blasting of Rocks"; Geomining Technological Institute of Spain; 1995; ch. 1 to 7
6. Hustrulid, W. ; "Blasting Principles For Openpit Mining"; P.A. Balkema; Vol. I&II; 1999



## خدمات فنی در معادن ۱ Technical services in mines(1)

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: مکانیک سیالات، مبانی استخراج مواد معدنی

هدف: آشنایی با مبانی آب‌های زیرزمینی و مکانیک سیالات کاربردی در حوزه‌ی انتقال هیدرولیکی و توزیع هوای فشرده، پمپ‌ها و کمپرسورها و طراحی خطوط لوله‌کشی، مجاری باز و شبکه‌های توزیع هوای فشرده در معادن

### سرفصل‌ها

#### ۱- آب‌های زیرزمینی

- کلیات: چرخه‌ی طبیعی آب، حوضه‌های آبریز، بارش، تبخیر، آب‌های جاری، هیدروگراف‌ها، آب‌های زیرزمینی و منشأ آن‌ها

- جریان آب‌های زیرزمینی: آب در محیط‌های اشباع و غیراشباع، آب‌خوان‌ها، قانون داری، ضریب نفوذ پذیری، خصوصیات هیدرولیکی آب‌خوان‌ها، معادلات عمومی جریان آب‌ها، شبکه و توابع پتانسیل جریان، منحنی‌ها و خطوط جریان، نوسانات - هیدرولیک جریان‌های شعاعی: معادلات جریان‌های شعاعی در آب‌خوان‌ها و رژیم‌های جریانی، تعیین ضرایب آب‌شناسی و آزمایش‌های پمپاژ و تحلیل داده‌ها، تعیین خصوصیات هیدرولیکی آب‌خوان‌ها

#### ۲- آب‌کشی

- تأسیسات: آب انبار (کلیات، محل، ظرفیت، طراحی)، خطوط لوله (انواع، جنس، مشخصات)، سایر تأسیسات - پمپ‌ها: انواع، عملکرد، انتخاب، پمپ‌های گریز از مرکز (انواع، اجزاء، عملکرد، مشخصه‌ی تئوریک و واقعی، افت‌ها، راندمان، منحنی مشخصه، روابط تشابهی، سرعت مخصوص در پمپ‌ها، اتصال پمپ‌ها، کاویتاسیون، محدودیت‌های ارتفاع مکش)، انواع دیگر پمپ‌ها و مشخصه‌های آن‌ها

- محاسبات و تحلیل شبکه‌های لوله‌کشی: کلیات (شدت جریان، قطر لوله‌ها)، محاسبه‌ی افت‌ها (افت اصطکاکی و ضریب اصطکاک، افت موضعی)، مجاری بسته با مقطع غیر دایره‌ای، اتصال سری و موازی لوله‌ها، طراحی خطوط لوله (سری، موازی، افت ارتفاع در لوله با تخلیه‌ی جانبی یکنواخت، تأثیر بوستر پمپ در لوله‌ها، مجاری غیر دایره‌ای)، کهنگی لوله‌ها، انتخاب تلمبه، سیستم‌های لوله‌کشی شامل پمپ

#### ۳- مجاری باز و زهکشی

- کلیات: مفاهیم، جریان در مجاری باز، نیروهای مؤثر

- جریان یکنواخت: روابط داری - ویسباخ، کلبروک - وایت، جزی، مانینگ

- مجاری: با زبری مرکب با مقاطع مرکب

- طراحی مجاری: مجاری با مرز صلب، تغییرات شعاع هیدرولیکی و مقطع اقتصادی، مجاری با بستر فرسایشی

- جریان یکنواخت در لوله‌های دایره‌ای نیمه پر، جریان متغیر سریع در مجاری باز - معادله‌ی انرژی، جریان متغیر

تدریجی، روش حل مسائل مجاری باز

د- هزینه‌های انتقال آب و دوغاب و برآورد آن‌ها

۴- توزیع هوای فشرده

- مشخصه‌های هوای فشرده: فشار، دما، حجم، رطوبت

- تجهیزات توزیع: کمپرسورها (انواع، مکانیزم)، کمپرسورهای گریز از مرکز (کار، راندمان، ...)، مخزن هوا، لوله، شیلنگ...

- طراحی شبکه: شرایط طراحی، ملزومات کمپرسور، پیش بینی شدت جریان، طول‌های معادل، تعیین محل کمپرسور و

نقش ارتفاع، متوازن سازی شدت جریان هوا در گره‌ها، افت فشار خط لوله (فرمول‌ها و جداول، بررسی اعتبار فرمول‌ها،

جریان توده‌ای، دینفرانسیل ارتفاع فشار، افت موضعی در خط لوله، افت در شیلنگ‌ها)، نشت هوا، شبکه‌های جریان و افت

شبکه‌ها و تحلیل آنها، توان کمپرسور، قطر بهینه‌ی لوله، هزینه‌ها و برآورد آن‌ها

• ارائه‌ی مسائل جامع و پروژه‌هایی در مورد لوله کشی، مجاری باز و شبکه‌های هوای فشرده به عنوان تکلیف خارج از

کلاس و حل با استفاده از نرم افزارها و برنامه‌های کامپیوتری مرتبط الزامی است.



#### منابع

۱- مدنی، حسن؛ آبکشی و آبرسانی در معادن؛ انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛ چاپ ۱۳۶۷

۲- مدنی، حسن؛ خدمات فنی در معادن، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛ ۱۳۷۴

۳- فدرستون، آز. ای. ونالودی، سی.؛ "هیدرولیک مهندسی عمران"؛ ترجمه‌ی انتظاری، علیرضا؛ ناشر نورپردازان، تهران؛

۱۳۸۰

۴- شیمز، اچ.، "مکانیک سیالات"، ترجمه‌ی انتظاری، علیرضا؛ نورپردازان؛ تهران؛ چاپ نهم؛ ۱۳۸۴

۵- استریتر و وایلی؛ "مکانیک سیالات"، ترجمه‌ی انتظاری، علیرضا؛ نورپردازان؛ تهران؛ چاپ ششم، ۱۳۸۲

6-Todd, D.K. and Mays, L. w. ; "Groundwater Hydrology"; John Wiley & Sons Inc. ; 2005

7- Kashef, A.A; "Ground water Engineering"; McGraw Hill; 1985

8- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; ch. 12-1 & 5, 9-3-4-5, 17-4-2-2

9- Weizz, N.L. (Editor); "SME Mineral Processing Handbook"; Vol. I & II; SME; 1989; ch.10



تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: (چالزنی و انفجار)، مبانی مکانیک سنگ

هدف: آشنایی با روش‌ها و تکنولوژی‌های معدنکاری سطحی شامل مراحل آماده سازی، شرایط کاربرد، چرخه‌ی عملیات و تجهیزات و ویژگی‌ها شامل مزایا و معایب هر روش. فراگیری تفصیلی روش و طراحی محدوده‌ی نهایی معادن روباز و آشنایی مقدماتی با مبانی برنامه‌ریزی تولید معادن روباز

### سرفصل‌ها

- ۱- ملاحظات عمومی: مروری کلی بر روش‌های معدنکاری، معدنکاری سطحی، مقایسه‌ی معدنکاری سطحی و زیرزمینی، انتخاب مقدماتی روش معدنکاری (سطحی یا زیرزمینی)، کلیات و مراحل تجهیز و آماده سازی در معدنکاری سطحی (با تاکید ویژه بر پیش باطله برداری و انباشتگاه‌های باطله)، مبانی دسته‌بندی و دسته‌بندی روش‌های بهره برداری سطحی، بازسازی سطح زمین
- ۲- توضیح در مورد عناوین و مباحث مربوط به هر روش شامل شرح کلی روش، شرایط کاربرد و مؤلفه‌های آن، مراحل آماده سازی، عملیات واحد و چرخه‌ی عملیات، تجهیزات و ماشین آلات مورد استفاده، گوناگونی‌ها و گزینه‌های مشابه در هر روش، ویژگی‌ها و مؤلفه‌های مطرح در هر روش در قالب مزایا و معایب، مسائل خاص هر روش
- ۳- توضیح عناوین و مباحث مطرح در بالا برای دسته روش‌ها و روش‌های زیر:  
- روش‌های مکانیکی: روش استخراج نواری، روش استخراج روباز، روش استخراج کواری و سنگ‌های تزئینی و نما، روش استخراج با اوگر  
- روش‌های ترکیبی:  
- روش‌های استخراج پلاستی ( روش استخراج هیدرولیکی، روش استخراج با شناور)  
- روش‌های استخراج محلول ( روش استخراج گمانه‌ای، روش شویی)
- ۴- روش استخراج روباز و طراحی و برنامه‌ریزی معادن روباز  
- کلیات: مفاهیم پایه، اهداف طراحی و برنامه‌ریزی، محدوده‌ی نهایی و مفاهیم اساسی، اطلاعات و ملزومات طراحی محدوده‌ی نهایی، فرآیند طراحی محدوده‌ی نهایی  
- تهیه و نمایش طرح پایه: نقشه‌ها و اطلاعات اکتشافی مورد نیاز: ترکیب کردن، مدل‌سازی هندسی کانسار ( روش مقاطع قائم و افقی، مدل‌های بلوکی)، تهیه‌ی طرح پایه ( در مقاطع قائم و افقی، محاسبه‌ی تناژ و عیار کانسنگ، محاسبه‌ی تناژ باطله‌ی

کاواک پایه، نسبت باطله برداری کاواک)

-ملاحظات هندسی کاواک: هندسه‌ی پله ( اجزاء و طراحی آن‌ها)، دسترسی به پله‌ها و گسترش پله‌ها و کاواک، هندسه و زوایای شیب دیواره‌ی کاواک ( تحلیل و طراحی پایداری و زاویه‌ی شیب پایدار)، نمایش کاواک و پلان پله‌ها، راه‌های باربری، هندسه‌ی کف کاواک، نسبت‌های باطله برداری، ترتیب هندسی استخراج و برداشت کاواک

-ملاحظات اقتصادی و مالی: برآورد ظرفیت و عمر، برآورد درآمد، برآورد هزینه‌ها، محاسبه‌ی ارزش خالص کانسنگ، نسبت‌های باطله برداری سرسری و مجاز، عیار حد استخراجی، مدل‌های بلوکی اقتصادی

-طراحی محدوده‌ی نهایی کاواک: روش‌های طراحی، روش طراحی دستی، پیاده کردن محدوده‌ی نهایی در مقاطع قائم، تهیه‌ی پلان مرکب با رمپ، عیار حد فرآوری و تعیین مقصد مواد، محاسبات سود آوری، مدل‌های بلوکی اقتصادی، روش‌های طراحی کامپیوتری دو بعدی و سه بعدی ( الگوریتم‌ها و رویه‌های طراحی شامل مخروط شناور دو و سه بعدی و الگوریتم لرج-گروسمن)

-آشنایی با برنامه‌ریزی و زمان‌بندی تولید: مفاهیم و واژه‌های اساسی، مراحل و اهداف برنامه‌ریزی تولید، مباحث اصلی ( برنامه‌ریزی روباره برداری، کمینه سازی هزینه‌های تولید، اطمینان از فضای کاری مناسب، یکنواخت کردن نسبت‌های باطله برداری، آشکارسازی به موقع بلوک‌های مواد معدنی...)

۵- طراحی و برنامه‌ریزی معادن نواری

۶- مقایسه‌ی روش‌های بهره‌برداری سطحی: عوامل اجرایی، شرایط کاربرد، ویژگی‌ها و مزایا و معایب

آشنایی با نرم افزارهای متداول معادن سطحی و انجام پروژه با یکی از آنها ضروری است.

منابع

- 1- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; sec. 13, 14, 15, 16
- 2- Hartman, W. H. and Mutmansky, J.M.; "Introductory Mining Engineering"; John Willey & Sons; 2<sup>nd</sup> Edition; 2002
- 3- Kennedy, B.A. (Editor); "Surface Mining", SME Littleton; Colorado; 2<sup>nd</sup> Edition; 1990
- 4- Hustrullid, W. and Kuchta, M ; "Open Pit Mine Planning and Design "; AIME; 1995





# معدنکاری زیرزمینی

## Underground Mining

تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس: نظری-عملی (۴۸ ساعت نظری)

(هم نیاز) پیش نیاز: ( معدنکاری سطحی )، کنترل زمین و نگهداری

هدف: تشریح مبانی و موضوعات مرتبط با تجهیز و آماده‌سازی معادن زیرزمینی شامل مباحث مورد نیاز برای طراحی و برنامه‌ریزی، عملیات واحد و تجهیزات و انتخاب آنها در معدنکاری زیرزمینی، فضاهای آماده‌سازی زیرزمینی و احداث آنها، ایجاد قابلیت برای طراحی معادن زیرزمینی، تشریح مبانی و موضوعات مرتبط با بهره‌برداری و روش‌های استخراج زیرزمینی شامل عوامل مؤثر بر انتخاب روش و مباحث مربوط به هر روش مانند شرح کلی، آماده‌سازی فضاهای استخراجی، چرخه‌ی عملیات و تجهیزات، شرایط کاربرد، ویژگی‌ها در قالب مزایا و معایب، گوناگونی‌ها و مقایسه‌ی روش‌ها. ایجاد قابلیت برای طراحی معادن زیرزمینی



### سرفصل‌ها

- ۱- کلیات، طرح درس و مروری بر:
  - روش‌های معدنکاری (سنتی و نوین)، مقایسه‌ی معدنکاری سطحی و زیرزمینی، مباحث کلی روش‌های معدنکاری زیرزمینی و نوین، عملیات واحد معدنکاری (تولیدی و جنبی) به تفکیک سطحی و زیرزمینی
  - تجهیز و آماده‌سازی: مراحل تجهیز و آماده‌سازی، عوامل مؤثر بر آماده‌سازی، فضاهای آماده‌سازی، طراحی و برنامه‌ریزی معدن
- ۲- آماده‌سازی معادن زیرزمینی
  - طراحی و برنامه‌ریزی معدن: مفاهیم و کلیات، بررسی‌های پایه (عوامل زمین‌شناسی، زیست محیطی و جغرافیایی و اقتصادی، تعیین ذخیره (معیارها، نمایش داده‌ها و روش‌های محاسباتی)، عوامل مؤثر بر تجهیز و آماده‌سازی زیرزمینی (عوامل حقوقی و قانونی، زمین‌شناسی، ژئومکانیکی، زیست محیطی، فنی)، بستن و بازسازی معدن
  - انتخاب و تعیین ظرفیت ماشین‌آلات و تجهیزات: عملیات واحد در آماده‌سازی و بهره‌برداری زیرزمینی، مبانی تفکیک تجهیزات، سیستم دسته‌بندی تجهیزات، مقایسه‌ی تجهیزات سینه‌کاری و غیر سینه‌کاری معدن، اجزای عمومی کلیه‌ی ماشین‌آلات، دستگاه‌های چالزنی (در فضاهای آماده‌سازی، کارگاه‌ها)، ماشین‌های حفر و کندن مواد (ماشین‌های استخراج پیوسته، ماشین‌های طبلیکی چرخان یا شیررها، اوگرهای استخراجی، ماشین‌های حفر تونل TBM، ماشین حفر چاه یا SBM، ماشین حفر دوپل یا RBM)



- ماشین‌های حفر بازویی یا رودهدر، سیستم‌های انتقال و جابجایی مواد ( در فضاهای آماده سازی و فضاهای استخراجی)، ماشین برش، سیستم‌های نگهداری ( با تاکید بر سیستم‌های فضاهای استخراجی) و کنترل زمین (پایه، پرکردن، تخریب کنترل شده)
- تأسیسات و تسهیلات سطحی و زیرزمینی و جانمایی آن‌ها: تأسیسات و تسهیلات سطحی و زیرزمینی، دستورالعمل‌های جانمایی، متدولوژی جانمایی
- فضاهای آماده سازی: انواع و دسته‌بندی فضاها ( بازکننده‌های اصلی، فضاهای ایجاد کننده‌ی طبقات یا پهنه‌ها، فضاهای دسته سوم، سایر فضاهای آماده‌سازی، توضیح و نمایش کلیه‌ی فضاها، شرایط کاربرد بازکننده‌های اصلی...)، عوامل مؤثر بر طراحی فضاهای آماده‌سازی ( روش استخراج و نشست سطح زمین، نرخ تولید و عمر معدن، استخراج پیشرو یا پسرو، جهت کارگاه و پیشروی استخراج...)، عوامل طراحی فضاهای آماده‌سازی (نوع، موقعیت، تعداد، شکل و ابعاد سطح مقطع... و ضوابط و دستورالعمل‌های طراحی، تعیین ارتفاع طبقات، تعیین ابعاد پهنه‌های استخراجی

### ۳- احداث فضاهای آماده‌سازی

- چاه قائم: ملاحظات عمومی (ستون نگاشت زمین‌شناسی، ویژگی‌های ژئومکانیکی، تعیین شدت جریان آب ورودی به چاه، انتخاب ساختگاه)، انتخاب قطر چاه، پوشش چاه، دهانه‌ی چاه‌ها، طراحی انشعابات و مخزن چاه، تکنولوژی حفر چاه [ دسته‌بندی روش‌های حفر، روش حفر از بالا به پائین با چالزنی و آشکاری (کارهای مقدماتی، احداث دهانه، چالزنی و انفجار، بارگیری، آبکشی، پوشش و نگهداری دائم، پوشش و نگهداری موقت)، روش‌های ویژه‌ی حفر از بالا به پائین ( دسته‌بندی، چاه با دیواره‌ی چوبی، چاه با دیواره‌های فولادی ورقه‌ای، چاه با دیواره‌های بتنی، روش کیسون، حفر با تزریق دوغاب، حفر با انجماد)، حفر چاه با تعریض دوپیل، دوپیل زنی با RBM، حفر چاه با SBM ]
- فضاهای مایل: قواعد کلی برای طراحی فضاهای مایل، نگهداری، تکنولوژی احداث ( حفر با رودهدر، روش سنتی در سنگ‌های سخت)
- پذیرگاه‌های چاه: بخش‌های پذیرگاه، انشعابات چاه تهویه و اصلی با قفس، انشعابات چاه‌های تولیدی با بونکر بارگیری و اسکپ، اتافک‌های پذیرگاه
- فضاهای افقی: قواعد کلی طراحی، تکنولوژی احداث، بارگیری

### ۴- روش‌های استخراج

- ۱- انتخاب روش و عوامل مؤثر بر انتخاب روش، تشریح مبانی دسته‌بندی اصلی و هر دسته‌ی اصلی، دسته‌بندی روش‌ها، توضیح تفاوت‌های عمده‌ی روش‌های استخراج ( کنترل سقف، جهت کارگاه و پیشروی استخراج، آماده‌سازی فضاهای استخراجی، خصوصیات هندسی کانسار، شرایط زمین‌شناسی و ژئومکانیکی کانسار و سنگ‌های فراگیر)
- ۲- توضیح مباحث مربوط و مطرح برای هر روش استخراج: شرایط کاربرد ( عوامل و



مشخصه‌های مربوط به هر کانسار که قابلیت به کارگیری آن روش را می‌دهد، شرح کلی روش و ترتیب عملیات و ویژگی‌های اجرایی آن، آماده‌سازی فضاهای استخراجی (دویل‌ها، زیربرش، سیستم‌های تخلیه...)، چرخه‌ی عملیات و تجهیزات و ماشین‌آلات هر عملیات که در برخی موارد انتخاب و محاسبه‌ی ظرفیت و مباحث طراحی نیز توضیح داده می‌شود، ویژگی‌های هر روش در قالب مزایا و معایب (راندمان، اختلاط، هزینه‌ها...)، گوناگونی‌های روش‌ها

۳- شرایط کاربرد، آماده‌سازی، شرح کلی روش، چرخه‌ی عملیات و تجهیزات، ویژگی‌ها و مباحث خاص برای روش‌های استخراج زیر:

- روش‌های خودنگهدار: روش اتاق و پایه، روش کارگاه و پایه، روش استخراج انبارهای، روش استخراج از طبقات فرعی

- روش‌های با نگهداری: روش کند و آکند، روش ستونی، روش استخراج با کرسی چینی  
- روش‌های تخریبی: روش جبهه‌کار بلند، روش استخراج با تخریب طبقات فرعی، روش تخریب بزرگ

۴- روش‌های استخراج زغال سنگ (به غیر از روش اتاق و پایه و جبهه‌کار بلند مکانیزه و نیمه مکانیزه):

لایه‌های نازک و متوسط ضخامت کم شیب و میان شیب و پرشیب با و بدون تقسیم به طبقات فرعی، لایه‌های ضخیم با و بدون تقسیم به طبقات فرعی

۵- مقایسه‌ی روش‌ها: شرایط کاربرد، مزایا و معایب، چرخه‌ی عملیات و تجهیزات...

۶- انتخاب روش: اشاره‌ای به رویه‌ی کیفی انتخاب روش هارتمن

بازدید: انجام حداقل یک بازدید از یک معدن زیرزمینی بزرگ ضرورت دارد.

## منابع

- ۱- هارتمن، هوارد ال؛ "اصول مهندسی معدن"؛ ترجمه‌ی یاورى شهرضا، م.، دانشگاه صنایع و معادن ایران؛ ۱۳۸۱
- 2-Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; sec 17
- 3-Hustrullid, W.A. and Bullock, R.L. (Editors); "Underground Mining Methods"; SME; 2001
- 4-Gertsch, R.E and Bullock, R.L. (Editors); "Techniques in Underground Mining"; SME; 1998
- 5-Peele, R. and Church, J.A (Editors); "Mining Engineers Handbook"; John Wiley and Sons, Inc. ; 3<sup>th</sup> Edition; 1945
- 6-Boky, B.; "Mining"; MIR Publisher; Moscow; 1967





تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: مبانی مکانیک سنگ

هدف: آشنایی با مبانی تحلیل و طراحی حفريات روباز و فضاهای زیرزمینی و به کارگیری این مبانی و اصول مکانیک سنگ و خاک در تحلیل و طراحی آن‌ها، شناخت روش‌های کنترل زمین و سیستم‌های نگهداری و طراحی آن‌ها

### سرفصل‌ها

- کلیات: مروری بر مبانی مکانیک سنگی مورد نیاز، مفاهیم کلان تحلیل و طراحی پایداری، مسائل عمومی کنترل زمین در حفريات روباز و فضاهای زیرزمینی و معادن، انواع و مصالح سیستم‌های نگهداری، مفاهیم و اصول کلان کنترل سقف و کنترل زمین

- تحلیل پایداری فضاهای زیرزمینی با مدل‌سازی ریاضی: کلیات، روش‌های تحلیلی یا رهیافت، طراحی سازه‌ها در سنگ و معیارهای طراحی نگهداری (معیار پایداری، اصول طراحی)، تئوری قوس زمین ترزاقی، تئوری لوله‌ی مدفون Muir Wood، فضاهای دایره‌ای در سنگ در حال تسلیم تحت تنش هیدروستاتیک، راه حل الاستو-پلاستیک Bray برای پایداری تونل، طراحی نگهداری تونل‌ها (نگهداری تونل در زمین تخریبی، نگهداری تونل در منطقه‌ی تخریبی فعال)، منطقه‌ی تسلیم مول یک فضای دایره‌ای در زغال سنگ (توزیع تنش در فاصله‌ی شعاعی  $r$ ، فرمول ویلسون، کاربردها، کاربرد روش ویلسون در تونل‌ها یا راهروهای غیردایره‌ای)، منحنی اندرکنش زمین-نگهداری برای طراحی سیستم‌های نگهداری (منحنی اندرکنش، توسعه‌ی نظری منحنی اندرکنش برای توده سنگ)

- طراحی و پایداری پایه‌ها و سازه‌های مرتبط: انواع پایه‌های معدنی، اشاره‌ای به طراحی پایه‌ها در روش استخراج اتاق و پایه (تخمین بار وارد بر پایه بر اساس تئوری حوزه‌ی تاثیر، تخمین مقاومت پایه، نسبت استخراج سطحی)، طراحی جانمایی کارگاه و ابعاد پایه‌ها، طراحی پایه‌های مرزی یا Rib Pillar، طراحی و پایداری پایه‌های زنجیری در روش جبهه کار بلند، طراحی پایه‌های حائل

- نگهداری در معدنکاری و تونل‌سازی: نگهداری راهروها، حالت‌های گسیختگی راهروها (گسیختگی تاقی یا Span، گسیختگی پلی یا Catilever، کنترل گسیختگی از طریق جنبه‌های زمین‌شناختی، گسیختگی دیواره‌ها)، انواع وسایل نگهداری راهروها و تونل‌ها، نگهدارنده‌های چوبی (جایگاه و اهمیت چوب، انواع، مشخصات مهندسی، فشار وارد بر نگهدارنده‌های چوبی در تونل‌ها و کارگاه‌های استخراج، طراحی نگهدارنده‌های چوبی و ملحقات آنها در تونل‌ها و

کارگاه‌های جبهه کار بلند)، نگهدارنده‌های فولادی ( اهمیت و مشخصه‌های مهندسی فولاد، طراحی قاب‌های فولادی شامل قاب‌های صلب و مفصلی و تسلیم شونده، پایه‌های فولادی در کارگاه‌های جبهه کار بلند)، پیچ سنگ‌ها و سنگ بست‌ها ( تئوری پیچ کردن، انواع، کاربرد و طراحی پیچ سنگ‌ها در راهروهای اتاقی و جبهه کار بلند و کارگاه‌های استخراج معادن فلزی، سنگ بست‌ها و اصول طراحی آنها، رفتارنگاری پیچ سنگ‌ها و آزمایش‌های بیرون کشی)، وسایل نگهداری هیدرولیک (پایه‌های هیدرولیک و کلاهک‌ها، طراحی پایه‌ها و کلاهک‌ها، نگهدارنده‌های قدرتی خطی یا Break Line Power S. ، وسایل نگهداری قدرتی جبهه کار بلند شامل گوه‌ها یا Chock، سپرها یا Shield، گوه- سپر و توصیف آنها، طراحی نگهدارنده‌های قدرتی، مقایسه‌ی فرمول‌های مختلف برای تخمین چگالی متوسط نگهداری نگهدارنده‌های قدرتی)، پوشش و نگهداری بتنی ( اهمیت و مزایا و معایب بتن، اجزاء و مشخصات مهندسی بتن، کاربردهای بتن شامل شاتکریت و بتن ریزی و قطعات پیش ساخته و پوشش چاه و سقف مصنوعی، طراحی بتن شامل آماده سازی بتن و پوشش تونل و چاه و پاشنه‌های پوشش در چاه، شاتکریت شامل اهمیت و مزایا و انواع و شرایط استفاده، کاربرد همراه با توری سیمی و پیچ سنگ، طراحی و اجرا و نقش آن در NATM)

- کنترل سقف در روش جبهه کار بلند: مکانیک چینه‌ها و مکانیزم تخریب، توزیع تنش در پهنه‌های جبهه کار بلند، محاسبه‌ی گام تخریب، برآورد تنش وارد بر پایه‌های زنجیری و حائل، تعیین ابعاد پایه‌های زنجیری و حائل، تصمیم‌گیری در مورد نحوه‌ی کنترل سقف ( پرکردن یا تخریب)

- پرکردن: اهمیت، مزایا و معایب، روش‌های پرکردن، طراحی پرکردن هیدرولیکی

\* آشنایی با نرم افزارهای تحلیل پایداری و طراحی، حل تمرین‌های مکفی و ارائه‌ی تکالیف در این درس الزامی است.

### منابع

- 1-Singh, R.N. and Ghose, A.K. ; "Engineering Rock Structures in Mining and Civil Construction" ; Taylor & Francis Group PLS; London; 2006
- 2-Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992;Sec and ch. 10, 17-4-1-3 & 4, 18-1-2 & 3, 19-3-1 to 5, 20-1-2 & 4
- 3-Goodman, R.E. ; "Introduction to Rock Mechanics"; John Wiley & Sons; New York; 1980
- 4-Hoek, E. & Brown, E.T. ; "Underground Excavations in Rocks, The Institution of Mining and Metallurgy, London; 1980
- 5-Biron, C. and Ariglu, E. ; "Design of Support in Mines"; John Wiley and sons; 1900





## حفر چاه و فضاهای زیرزمینی Shaft and underground excavation

تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس: نظری (۴۸ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: چالزنی و انفجار، کنترل زمین و نگهداری

هدف: آشنایی با فضاهای زیرزمینی چاه و تونل و کاربرد آن‌ها و روش‌های احداث تونل، چاه و دوپل، مخاطرات و ملاحظات زیست محیطی در احداث فضاهای زیرزمینی

### سرفصل‌ها

- کلیات: مفاهیم و تعاریف، تاریخچه و ضرورت، طراحی و مراحل آن، دسته‌بندی و مبانی دسته‌بندی فضاهای زیرزمینی، عملیات واحد در حفر فضاهای زیرزمینی و دسته‌بندی روش‌های حفر آن‌ها
- دسته‌بندی فضاهای زیرزمینی بر مبنای کاربرد: معدنکاری (توضیح و مشخصات)، کاربردهای غیرمعدنی و توضیح و مشخصات آن‌ها (تونل‌های حمل و نقل، انتقال آب و فاضلاب، چاه‌ها، مخازن، ذخیره‌سازی، تولید برق، دفن زباله‌ها)
- مخاطرات جفریات زیرزمینی
- مطالعات ساختگاهی: زمین‌شناسی و عوامل مؤثر بر احداث فضاهای زیرزمینی، ارزیابی‌های مکانیک سنگی، اکتشافات ساختگاهی
- حفر تونل در زمینهای سنگی: روش‌های حفر، مقایسه و ملاحظات روش‌های حفر سنتی و مکانیزه، انتخاب روش حفر، حفر تونل با چالزنی و انفجار، حفر تونل با TBM، حفر تونل با ماشین‌های حفار بازویی، جنبه‌های اجرایی پوشش و نگهداری در تونل‌های سنگی
- حفر تونل در زمین‌های نرم و ضعیف: طبقه‌بندی زمین‌های نرم، تونل‌سازی سپری، نگهداری و پوشش تونل‌های زمین‌های نرم، انتخاب روش
- تونل‌سازی قطر کوچک (Microtunnelling) و لوله‌رانی
- حفر چاه و تونل: حفر چاه با چالزنی و انفجار (تجهیز، احداث دهانه، چالزنی و انفجار، بارگیری و باربری، اجرای پوشش و نگهداری)، روش‌های ویژه (دیوارهای چوبی، دیوارهای با ورق‌های فولادی یا بتنی، روش کيسون، ...، حفر با پایین بردن سطح ایستایی، حفر با تزریق سیمان، حفر با انجماد)، سیستم‌های حفر مکانیزه و حفر با چاهزن‌ها یا SBM ها و اجرای پوشش، سیستم‌های حفر دوپل (چالزنی و انفجار، سکوه‌های دوپل زنی، حفر با دوپل زن‌ها یا RBM ها، سیستم‌های حفر چاه از طریق تعریض دوپل
- مخاطرات تونل‌سازی و ملاحظات زیست محیطی

- مروری بر روش‌های بهسازی زمین (Ground Treatment)

- نمایش فیلم به منظور شناخت تجهیزات و دستگاه‌ها و نحوه‌ی عملکرد آنها الزامی است.

- بازدید: انجام حداقل یک بازدید از یک تونل یا فضای زیرزمینی در حال حفر ضرورت دارد.

#### منابع

1- Whitteker, B.N. and Frith, R.C.; "Tunnelling: Design Stability and Construction", IMM; 1990

2-Bickel, J.O. and Kusel, T.R.; "Tunnel Engineering Hand Book" , 1997

3-Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook", Vol I&II, 2<sup>nd</sup> Edition, SME Littleton Co. ; 1992; Sec 17-4, 24







تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: مبانی مکانیک سنگ

هدف: آشنایی با اصول تحلیل الاستیک و روابط تنش- کرنش به منظور ایجاد درک عملی برای به کارگیری آنها در تحلیل پایداری و طراحی فضاهای زیرزمینی و دیواره‌های شیب‌دار

## سرفصل‌ها

- تعیین مشخصات سنگ: دسته‌بندی آزمایش ( مشخصه‌های طراحی مهندسی، مشخصه‌های ذاتی، آزمون‌های شاخص)، نمونه‌های مغزه‌ای سنگی (تهیه و آماده‌سازی، حداقل تعداد نمونه، هزینه‌ها)، خصوصیات ذاتی سنگ، خصوصیات هیدرولیکی سنگ‌ها (نفوذپذیری، آزمون‌های نفوذپذیری، نفوذپذیری در درزه‌های موئین)
- آزمایش فشاری تک محوری سنگ‌ها: مقاومت فشاری تک محوری (UCS) و دستگاه‌های اندازه‌گیری، عوامل مؤثر بر UCS، حالت گسیختگی در آزمایش UCS، شرایط استاندارد آزمایش، تعیین مدول یانگ و ضریب پواسون ( تعیین پارامترهای برجا، انواع منحنی‌های تنش- کرنش)، رفتار پس از گسیختگی سنگ در اثر فشار و تاثیر اندازه و شکل نمونه بر آن
- مقاومت برشی، کششی و سه محوری: آزمایش کشش غیرمستقیم، آزمایش برشی مستقیم، آزمون سه محوری سنگ ( آزمایش، تفسیر نتایج آزمایش منفرد، تفسیر نتایج بین  $\delta_1$  و  $\delta_3$ ، تعیین مقاومت چسبندگی، برون‌یابی مقاومت برشی از مقاومت کششی و فشاری تک محوری، نمونه‌ها و دستگاه‌های آزمون سه محوری)، حالات گسیختگی در آزمایش سه محوری، عوامل مؤثر بر نتایج آزمایش، مقاومت برشی درزه‌های سنگ
- خصوصیات شاخص سنگ‌ها: دلایل انجام آزمون‌های شاخص، خصوصیات شاخص سنگ‌ها، آزمایش برزلی، آزمایش شاخص بار نقطه‌ای ( روش آزمایش، ارتباط بین شاخص بار نقطه‌ای و پارامترهای مقاومتی)، آزمایش ضربه با MRDE، آزمایش چکش اشمیت ( روش کار، تصحیح پارامترهای مقاومتی و تغییر با استفاده از آزمایش)، آزمایش دوام داری، پیمایش گمانه‌ها و تصحیح پارامترهای مقاومتی و تغییر شکل، سختی و ساینده‌گری، آزمایش سرمته‌های مخروطی NCB، آزمایش شاخص سرشار (CERSHAR)
- اندازه‌گیری تنش در سنگ: تنش در سنگ، علل اندازه‌گیری تنش برجا، تخمین تنش‌های زمین، جهت تنش در ارتباط با جنبه‌های زمین‌شناختی، تکنیک‌های اندازه‌گیری تنش برجا ( اشاره‌ای مختصر به اندازه‌گیری تغییر شکل دیامتریک گمانه‌ای، اندازه‌گیری کرنش‌ها در

انتهای گمانه یا چال، تکنیک شکست هیدرولیکی، کاربرد اندازه‌گیری‌های تنش ( توزیع تنش حول فضاهای چهارگوش، توزیع تنش حول کارگاه جبهه کار بلند) - طراحی سازه‌ها در سنگ: اهداف طراحی سیستم‌های استخراجی معدن، روش‌های پیش‌بینی تنش‌ها حول فضاهای (مدل‌های فیزیکی، راه‌حل‌های حلقه‌ی بسته یا Closed Loop، راهکارهای تجربی)، راه‌حل حلقه‌ی بسته برای شکل دایره‌ای و تئوری الاستیسیته، توزیع تنش حول فضاهای بیضوی شکل، طراحی حفاریات در سنگ‌های توده‌ای، تاثیر ناشی از سایر کارهای معدنی، تاثیر ناشی از فضاهای با اندازه‌های مختلف، شکل سطح مقطع حفاریات و تنش مرزی، کاربردها ( توزیع تنش حول فضاهای تخم مرغی شکل در یک میدان تنش دومحوری، فضاهای چهارگوش با گوشه‌های مدور)، منطقه‌ی گسیختگی سنگ در اطراف فضاهای دایره‌ای، نگهداری و تقویت سنگ در سنگ‌های توده‌ای، تنش حول یک فضای بیضوی شکل و یک کارگاه جبهه کار بلند، معیارهای شکست ( دسته‌بندی معیارها، معیارها)

- نشست سطح زمین: اصول نشست در اثر معدنکاری ( مکانیزم، گسترش، مؤلفه‌ها و پروفیل‌های نشست)، عوامل مؤثر بر نشست، خسارت‌های نشست ( فضاهای آماده سازی، سطح زمین)، اندازه‌گیری و پیش‌بینی نشست  
 - ترکیدن سنگ یا Rock Burst: اصول و مکانیزم ترکیدن سنگ، عوامل مؤثر بر ترکیدن سنگ

#### منابع

1. Singh, R.N. and Ghose, A.K. ; "Engineering Rock Structures in Mining and Civil Construction" ; Taylor & Francis Groupple; London; 2006
2. Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; Sec.10
3. Goodman R.E. ; "Introduction to Rock Mechanics" ; John Wiley & Sons; New York; 1980
4. Jager, J.C. and Cook, N.G.W. ; "Fundamentals of Rock Mechanics" ; 3<sup>th</sup> Edition; Chapman and Hall; London; 1979







تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: معدنکاری سطحی

هدف: آشنایی با انواع گسیختگی‌ها، روش تحلیل پایداری، نگهدارنده‌ها و طراحی نگهدارنده‌های دیواره‌های شیب‌دار سنگی و خاکی

### سرفصل‌ها

- کلیات: مفاهیم، کاربردها و اهمیت دیواره‌های شیب‌دار در معدنکاری و عمران
- ناپایداری دیواره‌های شیب‌دار: مبانی پایداری، حالت‌های گسیختگی، نمایش استریو-گرافیک حالت‌های گسیختگی، جمع آوری و تحلیل داده‌های ناپیوستگی‌ها، RQD، ارزیابی کیفی خصوصیات توده سنگ
- عوامل مؤثر بر ناپایداری دیواره‌ها: خصوصیات مصالح (خاکی، خاک و سنگ‌ریزه‌ای، سنگی)، نقش ساختارهای زمین‌شناسی، تأثیر آب‌های زیرزمینی، عوامل خارجی مؤثر بر ناپایداری، تنش‌ها (برجا، هندسه‌ی دیواره، بارهای دینامیک)
- ارزیابی پایداری دیواره‌های شیب‌دار خاکی و سنگ‌ریزه‌ای: روش‌های تحلیل، تحلیل دیواره‌های بدون اصطکاک داخلی، مقایسه‌ی گسیختگی‌های دیواره‌ها، روش تحلیل تنش کل، تأثیر ترک‌های کششی، روش سوئدی تحلیل برش‌ها، روش تعادل حدی برای انواع گسیختگی‌ها، تعیین موقعیت قوس بحرانی
- تحلیل پایداری دیواره‌های شیب‌دار سنگی: روش‌های تحلیل، تحلیل پایداری انواع گسیختگی‌ها با شبکه‌ی استریونت و تعادل حدی و سایر روش‌های غیر عددی
- پایدارسازی دیواره‌های شیب‌دار: تقویت زمین قبل از حفر (تزریق، شمع کوبی، ...)، انواع نگهدارنده‌های دیواره‌ها (مهاری‌ها، پیچ سنگ‌ها، داوول‌ها، شاتکریت و توری، دیواره‌های بتنی، ...)، روش اجرا
- طراحی پایدارسازی: اصول طراحی پایدارسازی دیواره‌ها و انباشتگاه‌های باطله‌های معدنی، طراحی نگهدارنده‌های دیواره‌های معادن سطحی، طراحی پایدارسازی دیواره‌ها در برابر عوامل دینامیکی، طراحی پله، طراحی رمپ‌ها، شیب نهایی، آتشباری کنترل شده
- طراحی زهکشی در حفاریات روباز
- مدیریت شیب: تشخیص ناپایداری و یا رفتارنگاری (جابجایی سنجی‌های سطح زمین و زیرسطحی، دقت و قابلیت اعتماد و هزینه‌ها، برنامه‌ی زمانی رفتارنگاری، پردازش داده‌ها و گزارش نویسی)، مدیریت لغزش و تحلیل ریسک

### منابع

- معماریان، حسین؛ "زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک"؛ انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۱۳۸۲
1. Singh, R.N. and Ghose, A.K. : "Engineered Rock Structures in Mining and civil Construction"; Taylor & Francis Group PLS; London; 2006
  2. Cradig, R.F. ; "Soil Mechanics" ; 5<sup>th</sup> Edition; Chapman & Hall; 1994
  3. Hoek, E.J. and Bray, J.W. ; "Rock Slope Engineering" ; 3<sup>rd</sup> Edition, IMM; London; 1981
  4. Huang, Y.H. ; "Stability Analysis of Earth Slopes"; Van Nostrand Reinhold, New York; 1983





تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس : نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: مبانی مکانیک سنگ

هدف: آشنایی با اصول پایه‌ی ژئوتکنیک و ایجاد قابلیت به‌کارگیری این اصول در احداث سازه‌های مهندسی در خاک

### سرفصل‌ها

- مشخصات اصلی خاک‌ها؛ طبیعت خاک‌ها، تحلیل اندازه‌ی ذرات خاک، پلاستیسیته‌ی خاک‌های ریزدانه، توصیف و دسته‌بندی خاک‌ها، روابط فازی، تراکم خاک‌ها
- تراوایی: آب خاک‌ها، نفوذ پذیری، تئوری تراوایی، شبکه‌های جریان، شرایط ناهمسانگردی خاک‌ها، شرایط خاک ناهمگون، شرایط انتقال، تراوایی از میان سدهای خاکریزه‌ای (Embankment)، تزریق دوغاب، انجماد
- تنش مؤثر: اصول تنش مؤثر، واکنش تنش مؤثر در برابر تغییر در تنش کل، تأثیر تراوایی بر تنش مؤثر
- مقاومت برشی: معیار گسیختگی موهر- کلمب، آزمون‌های مقاومت برشی، مقاومت برشی ماسه‌ها، مقاومت برشی رس‌های اشباع، مفهوم حالت بحرانی، تنش باقیمانده، ضریب فشار منفذی، اندازه‌گیری پیژومتر برجا، شرایط زهکشی و پارامترهای مقاومت برشی در سرزمین، خزش، هوازدگی و دگرسانی
- تنش‌ها و جابجایی‌ها: الاستیسیته و پلاستیسیته، تنش‌ها در تئوری الاستیسیته، جابجایی‌ها در تئوری الاستیسیته
- فشار جانبی زمین: تئوری رانکین در مورد فشار زمین، تئوری کلمب در مورد فشار زمین، کاربرد تئوری فشار زمین برای دیوارهای حفاظتی
- طراحی سازه‌های محافظت زمین (Earth - Training) دیوارهای ثقلی و Cantilever Sheet Pile، دیوارهای مهار شده یا Propped Sheet Pile، حفریات Braced، دیوارهای دیافراگمی، زمین‌های تقویت شده
- تئوری تحکیم: آزمون Oedometer، نشست تحکیمی، روش یک بعدی، نشست از طریق روش Skempton- Bjerrum، روش مسیر تنش، میزان یا درجه‌ی تحکیم، تئوری ترزاقی در تحکیم یک بعدی، تعیین ضریب تحکیم، تصحیح دوره‌ی احداث، روش یا راه حل عددی،

- ظرفیت باربری: ظرفیت باربری نهایی، ظرفیت باربری مجاز رس‌ها، ظرفیت باربری مجاز ماسه‌ها، ظرفیت باربری پایه‌ها یا شمع‌ها (Pile)، روش‌های بهسازی زمین، حفریات، مهاری‌های زمین، نشست (Settlement)
- پایداری شیب‌ها: تحلیل برای شیب‌های بدون اصطکاک داخلی، روش برش‌ها، تحلیل یک لغزش انتقالی صفحه‌ای، روش‌های کلی تحلیل، پایان احداث و پایداری بلند مدت، سدهای خاکریزهای
- دسته‌بندی خاک‌ها و زمین‌های خاص از جنبه تونل‌سازی: زمین‌های پیچ‌خورنده (Ravelling) فشاری (Squeezing)، آماسی (Swelling)، جریان‌ی (Flowing) و رانشی (Running)
- بررسی و مطالعه‌ی زمین: روش‌های بررسی، نمونه‌برداری، نگاشت‌های گمانه‌ای، روش‌های ژئوفیزیکی

#### منابع

- 1- Craig, R.F. ; "Soil Mechanics" ; 15<sup>th</sup> Edition; Chapman & Hall; 1994
- 2- Smith, G.N. ; "Elements of Soil Mechanics for Civil And Mining Engineers"; Granada, New York; 1982
- 3- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; ch. 10-1





تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: مقاومت مصالح تخصصی، مکانیک سنگ تخصصی

هدف:

### سرفصل‌ها

- ۱- طراحی دیوارهای نگهدار (حایل)
- ۱-۱- بیان حالت تنش جانبی حالی، تنش جانبی درحالات فعال، ساکن و غیرفعال (Active, At rest, Passive)
- ۱-۲- نظریه رانکین به نظریه رانکین برای خاک‌های چسبنده و غیر چسبنده برای تنش فعال و غیر فعال و در حالت شیروانی
- ۱-۳- نظریه کلمب، نظریه کلمب برای فشارجانبی خاک درحالات خاکهای چسبنده و غیر چسبنده
- ۱-۴- انواع دیوارهای حایل، بیان انواع دیوارهای حایل وتفاوت آنها
- ۱-۵- طراحی دیوارهای حایل وزنی ( Gravity Retaining Walls )
- ۱-۶- طراحی در دیوارهای حایل طره‌ای ( Conti Lever Retaining walls )
- ۱-۷- طراحی در دیوارهای حایل مهارشده
- ۱-۸- طراحی سپرکوبی و انواع آن در زمین‌های دارای خاک‌های چسبنده و غیر چسبنده
- ۲- آزمایشات صحرائی
- ۲-۱- طراحی ( Site Investigation ) چگونگی بررسی سایت
- ۲-۲- حفاری وانواع آن و نمونه‌گیری، شامل انواع حفاری مانند ضربه‌ای، چرخشی و .....، انواع نمونه‌گیری
- ۲-۳- آزمایشات صحرائی مانند SPT ( نفوذ استاندارد )، CPT ( مخروط نفوذ کننده ) و پرسیومتر
- ۳- ظرفیت باربری پی های سطحی
- ۳-۱- تعریف پی سطحی وانواع آن
- ۳-۲- تئوری ظرفیت باربری ترزاقی
- ۳-۳- تئوری ظرفیت باربری میرهوف
- ۳-۴- تئوری ظرفیت باربری وسیک
- ۳-۵- تعیین ظرفیت باربری از مایشات SPT، CPT و پرسیومتر

مقاومت مصالح (۲)  
Strength of Materials(2)



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری (۳۲ ساعت)

پیشنیاز: مبانی مکانیک سنگ

هدف:

سرفصل درس

- ۱- بحث‌های تکمیلی خمش تیرها (خمش مقاطع نامتقارن، تیرهای خمیده، مرکز برش در انواع مقاطع تیرها، تیر بر بستر ارتجاعی)
- ۲- تحلیل وضعیت دو بعدی تنش و کرنش، معیارهای تسلیم
- ۳- محاسبه تغییر شکل تیرها با روش‌های انتگرال دوگانه، ممان سطح و تحلیل تیرهای نامعین استاتیکی
- ۴- روش‌های انرژی و قضایای مربوطه
- ۵- آنالیز پلاستیک تیرها و قاب‌های دو بعدی
- ۶- کماتش
- ۷- تحلیل صفحات
- ۸- مقدمه‌ای بر تحلیل پوسته‌ها

منابع

1. Mechanics of materials. E.P.PoPov. Prantice Hall publisher
2. Strenght of materials. S.Timshenko
۳. طلاحونی، شاپور "مقاومت مصالح" انتشارات دانشگاه امیرکبیر



## کارآموزی ۲ Training(2)

تعداد واحد: ۰/۵ واحد

نوع درس: عملی

(هم نیاز) پیش نیاز: کارآموزی ۱

هدف: آشنایی با محیط کارهای عملی مهندسی معدن در گرایش مورد تحصیل دانشجوی

### سرفصل‌ها

- هر یک از دانشجویان بر حسب گرایش تحصیلی ملزم به گذراندن ۲۳۲ ساعت کارآموزی در معادن، سازمان‌ها و یا شرکت‌های معدنی، کارخانه‌های فرآوری یا در پروژه‌های احداث سازه‌های زیرزمینی هستند.
- نوع کار و محتوای گزارش کارآموزی طبق نظر استاد راهنمای دانشجویان در هر گرایش تعیین خواهد شد.
- دانشجویان ملزم به ارائه گزارش کارآموزی طبق فرمت تعیین شده بوده و باید گزارش کار را به صورت فایل Word و چاپ شده ارائه دهند.

\* ارزیابی دانشجویان ۵۰ درصد گزارش کارآموزی، ۲۵ درصد مسئولین واحدی که دانشجوی در آنجا کارآموزی خود را گذرانده و ۲۵ درصد نیز استاد راهنمای کارآموزی خواهد بود.



## پروژه project

تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس : عملی

(هم نیاز) پیش نیاز: نیمسال ۸ (گذراندن حداقل ۱۲۰ واحد درسی)

هدف: آشنایی دانشجویان با روش انجام پروژه های معدنی و مکانیک سنگی و نحوه ارائه نتایج

### سرفصل ها

- پروژه به منزله پایان نامه دوره کارشناسی است.
- موضوع و محتوای پروژه طبق نظر استاد راهنمای دانشجویان در هر گرایش تعیین خواهد شد.
- توصیه می شود در پروژه جنبه های محاسباتی و طراحی مد نظر قرار گیرد به طوری که به نوعی محتوای دروس اصلی و تخصصی به کار گرفته شود.
- ترجیحا در انجام پروژه از همکاری واحد های معدنی و یا سازمان های مرتبط بهره گرفته شود.
- دانشجویان ملزم به ارائه شفاهی پروژه خود در حضور استادان گروه می باشند.
- دانشجویان ملزم به ارائه گزارش پروژه طبق فرمت تعیین شده بوده و باید گزارش کار را به و چاپ شده ارائه دهند. Word صورت فایل



دروس تخصصی  
گرایش فرآوری مواد معدنی  
۲۸/۵ واحد

علاوه بر این ۲۸/۵ واحد دانشجویان موظفند ۴ واحد درسی مرتبط با گرایش  
فرآوری مواد معدنی از جدول دروس اختیاری اخذ نمایند.



منیرالوگرافی  
Mineralography



تعداد واحد:	۱ واحد
نوع درس:	نظری-عملی (۸ ساعت نظری+۱۶ ساعت عملی)
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز:	زمین شناسی اقتصادی
هدف:	شناخت کانی ها و کانه ها در مقاطع صیقلی

سرفصل‌ها

شناخت میکروسکوپ پلاریزان با نور انعکاسی، طرز تهیه مقاطع صیقلی، خواص فیزیکی کانی های کدر در مقاطع صیقلی، خواص نوری کانی های کدر در مقاطع صیقلی، مختصری راجع به تئوری نور انعکاسی، مختصری راجع به روش های میکروشیمیایی در مقاطع صیقلی، پاراژنرها و بافت های مختلف و تعبیر و تفسیرهای مربوط به آن، شناسایی سیستماتیک کانی های کدر به طور کلی، شناخت برخی کانی های کدر مهم و پاراژنهای آنها، مطالعه بافت های مختلف و تفسیر آنها و اندازه گیری قدرت انعکاس و سختی میکروسکوپی به صورت جنبی.

منابع

- ۱- مقدسی جواد و مظلومی بجستانی علیرضا، منیرالوگرافی (کانه نگاری)، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۰
- ۲- اتسن، پ. ر.، "دیباچه ای بر کانی شناسی کاربردی میکروسکوپی کاربردی" ترجمه ساسان لیاقت، مرتضی جمی، انتشارات دانشگاه شیراز، ۱۳۷۸.
- 3- Craig, J. R., Vaughan, D. J. " Ore microscopy and ore petrography", Jhon Wiley Publication, 1994.

## نمونه برداری Sampling



تعداد واحد: ۲

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: مبانی اکتشاف مواد معدنی

هدف:

### سرفصل‌ها:

ارائه طرح درس و مقدمات، تعاریف و مروری بر مفاهیم اولیه، تقسیم بندی 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 مباحث نو و جدید

### منابع:

1-S.M.E., Mineral processing Hand Book vol 2- sec. 30, sampling and testing (1985).

۲- نمونه برداری معدنی - دکتر حسنی پاک ۱۳۸۵

۳- فلوتاسیون ( فصل ۱۱ ) - دکتر رضایی ۱۳۷۵

۴ - مسایل کاربردی در فرآوری مواد معدنی - دکتر بنیسی ۱۳۸۸



## خردایش و طبقه‌بندی Comminution and Classification

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: آزمایشگاه مبانی کانه‌آرایی

هدف: فراگیری مبانی نمونه‌برداری، تحلیل دانه‌بندی و آشنایی با اصول، مکانیزم دستگاه‌ها و نحوه‌ی کار سیستم‌های سنگ‌شکنی، آسیا کردن و طبقه‌بندی مواد به صورت نظری و عملی با کار در آزمایشگاه و ایجاد قابلیت طراحی مدارهای سیستم‌های پیش‌گفته

### سرفصل‌ها

- کلیات: مفاهیم و تعاریف، فرآیند و ضرورت و جنبه‌های اقتصادی کانه‌آرایی، بازدهی عملیات کانه‌آرایی، بازدهی اقتصادی
- فرآیندها و عملیات واحد: نمونه‌برداری و آزمایش‌ها، مطالعات امکان‌سنجی، طراحی، عملیات واحد (انتقال مواد، انبار کردن، اختلاط، خردایش، طبقه‌بندی مواد، پرعیار سازی...)، فلوشیت‌ها
- تحلیل دانه‌بندی: کلیات و آشنایی، شکل و اندازه‌ی ذرات، تجزیه با الک یا تجزیه‌ی سردی، الک‌های آزمایشگاهی، انتخاب اندازه‌ی الک‌ها، روش‌های آزمایش، روش‌های تعیین دانه‌بندی برای ذرات زیر ۴۰ میکرون (قطر معادل استوک، روش‌های ته‌نشین سازی، روش‌های الوتریاسیون یا Elutration، سیکلو سائزر، اندازه‌گیری میکروسکوپی،
- خردایش: آزاد کردن کانی‌ها، درجه‌ی آزادی، روش‌های اندازه‌گیری درجه‌ی آزادی، خردایش (اصول، مکانیزم و تئوری، قابلیت خردایش و روش‌های اندازه‌گیری آن)، شبیه‌سازی فرآیندها و مدارهای خردایش (کنترل مدار و بهینه‌سازی فرآیند، مدل‌های شبیه‌سازی، مدل‌های ریاضی دستگاه‌های مدار خردایش، شبیه‌سازی و بهینه‌سازی مواد)
- سنگ شکنی: انواع سنگ‌شکن‌ها، انتخاب و طراحی مدار سنگ‌شکن‌ها، هزینه‌ها و برآورد، مثال جامع به عنوان تکلیف
- آسیا کردن: کلیات، انواع آسیاها، ساختار و اجزای آسیاهای گردان، سرعت گردش، بار خردکننده، تعیین درجه‌ی انباشتگی و ترکیب بار خردکننده، آسترهای آسیاها و عمر آن‌ها، آسیاهای گردان، آسیاهای غیر گردان (ارتعاشی، غلطکی، چکشی، سایشی، خرد کردن الکتروفیزیکی، خرد کردن با سیال)، انتخاب و تعیین اندازه‌ی آسیا (مراحل انتخاب، محاسبه‌ی توان لازم برای آسیاهای گلوله‌ای و میله‌ای، محاسبه‌ی وزن بار خردکننده، محاسبه‌ی درصد جامد در پالپ، محاسبه بار در گردش)، طراحی و کنترل مدار، زمان توقف در آسیاهای گردان، هزینه‌ها و برآورد، مثال به عنوان تکلیف
- سرند کردن (طبقه‌بندی مستقیم مواد): کلیات، مکانیزم سرند کردن، عملکرد یا بازدهی سرند و

عوامل مؤثر بر آن، سطوح سرنندی و انواع آن، انواع سرندها، سرندهای ساکن، سرندهای متحرک، محاسبه‌ی سطح سرنند، رابطه بین عرض سرنند ( و ضخامت مواد، میزان بار، زاویه‌ی قرارگیری سرنند،...)، رابطه بین طول سرنند و ابعاد ذرات و ضخامت مواد و ...؛ شبیه‌سازی و طراحی سرنند، هزینه‌ها و برآورد، مثال به عنوان تکلیف

- کلاسیفایرها ( طبقه‌بندی غیر مستقیم مواد): کلیات، تئوری طبقه‌بندی ( حرکت ذرات در سیال، سقوط آزاد، سقوط با مانع)، انواع کلاسیفایرها، کلاسیفایرهای آبی با جریان قائم و افقی ( مکانیزم و انواع)، کلاسیفایرهای با جریان دورانی یا هیدروسیکلون‌ها ( مکانیزم، انواع، بازدهی و عوامل مؤثر بر آن، کاربرد)، کلاسیفایرهای هوایی ( مکانیزم، انواع)، انتخاب کلاسیفایرها ( مارپیچی، هیدروسیکلون)، هزینه‌ها و برآورد، مثال به عنوان تکلیف

#### منابع

- ۱- نعمت‌اللهی، حسین؛ "کانه‌آرایی"؛ جلد اول و دوم، انتشارات دانشگاه تهران؛ چاپ دوم، ۱۳۷۵
- ۲- رضایی، بهرام؛ "تکنولوژی فرآوری مواد معدنی ( خردایش و طبقه‌بندی)"؛ مؤسسه‌ی تحقیقاتی و انتشاراتی نور؛ ۱۳۷۶

3-Wills, B.A. ; "Mineral Processing Technology"; 6<sup>th</sup> Edition; Butler Worth Heineman; SME; 1997

4-Weiss, N.L. (Editor); "Mineral Processing Handbook"; Vol. I & II; SME; 1989

5-Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; Sec. 24

6-Kelly; G.E. and Spottiswood, J.D. ; "Introduction to Mineral Processing"; Mineral Engineering Services; Australia; 1989

7-Fuerstenau, M.C. and Han, K.N. ; "Principles of Mineral Processing"; SME; 2003





تعداد واحد: ۱ واحد

نوع درس: عملی (۳۲ ساعت)

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: (خردایش و طبقه‌بندی)

هدف: آسیا کردن و طبقه‌بندی مواد به صورت نظری و عملی با کار در آزمایشگاه و ایجاد قابلیت طراحی مدارهای سیستم‌های خردایش و طبقه‌بندی

### سرفصل‌ها

- دستورالعمل‌های ایمنی و طرز تهیه‌ی گزارش
  - آزمایش‌های اندازه‌گیری درجه‌ی آزادی، تجزیه‌ی سردی، تعیین دانه‌بندی
  - آزمایش‌های قابلیت خردایش
  - شناخت سنگ‌شکن‌ها و نحوه‌ی کار آن‌ها، آزمایش‌های مربوط به سنگ‌شکنی
  - شناخت آسیاها و نحوه‌ی کار آن‌ها، آزمایش‌های مربوط به آسیاها
  - شناخت سرندها و نحوه‌ی کار آن‌ها، آزمایش‌های مربوط به سرندها
  - شناخت کلاسیفایرها و نحوه‌ی کار آن‌ها، آزمایش‌های مربوط به کلاسیفایرها
- \* مسئله‌ی جامع طراحی مدار خردایش

### منابع

- ۱- نعمت‌اللهی، حسین؛ "کانه‌آرایی"؛ جلد اول و دوم، انتشارات دانشگاه تهران؛ چاپ دوم، ۱۳۷۵
- ۲- رضایی، بهرام؛ "تکنولوژی فرآوری مواد معدنی (خردایش و طبقه‌بندی)"؛ مؤسسه‌ی تحقیقاتی و انتشاراتی نور؛ ۱۳۷۶
- 3-Wills, B.A. ; "Mineral Processing Technology"; 6<sup>th</sup> Edition; Butler Worth Heineman; SME; 1997
- 4-Weiss, N.L. (Editor); "Mineral Processing Handbook"; Vol. I & II; SME; 1989
- 5-Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; Sec. 24
- 6-Kelly; G.E. and Spottiswood, J.D. ; "Introduction to Mineral Processing"; Mineral Engineering Services; Australia; 1989
- 7-Fuerstenau, M.C. and Han, K.N. ; "Principles of Mineral Processing"; SME; 2003



تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: آزمایشگاه مبانی کانه آرایی

هدف: آموزش مبانی، اصول، مکانیزمها و طراحی مدارها در پرعیارسازی ثقلی، جدایش مغناطیسی و الکتریکی و سنگ جوری و شناخت تجهیزات و دستگاهها و نحوه کار آنها و انجام آزمایشها و بررسیهای مرتبط با آنها

### سرفصلها

- کلیات: مبانی پرعیارسازی و جدایش مواد معدنی، مشخصات کانیها و روشهای جدایش
- پرعیارسازی ثقلی: اصول پرعیارسازی ثقلی، حرکت ذرات در مایعات و رژیمهای جریان، مبانی طراحی فلوشتیت در مدارها، نمونه برداری و آماده سازی نمونه، مطالعات کانی شناسی، آزمایشها و طراحی مدار)
- جیکها: اصول و مکانیزم حرکت ذرات در جیک، ساختمان و طراحی جیک، عوامل کنترل کننده ی عملیات جیک، انواع جیک
- جدایش در جریانهای نازک لایه ای آب: اصول و مکانیزم جدایش ( کلیات، سرعت سیال، شدت جریان، مسافت افقی طی شده توسط ذره، نیروهای مؤثر بر ذرات در کف بستر، شتاب ذره، شیب بحرانی لغزش ذرات، سرعت حد در شرایط لغزش و غلتش ذرات)، دستگاههای رایج در جریانهای لایه ای، میزهای لوزان و ماریچها و ناوهای شستشو و مخروطها و جداکننده های نرمه ( اصول و مکانیزم جدایش، انواع، عوامل مؤثر بر عملکرد و کنترل آنها، کاربردها)
- واسطه ی سنگین: اصول و تئوری جدایش با واسطه ی سنگین، محلولهای سنگین، جداکننده های واسطه ی سنگین (جداکننده ی مخروطی چانس، ومکو، استوانه ای، تروالت، ورسایل Vorsyl، داینا ویرپول، Tri-Flo، سیکلون واسطه ی سنگین)، بازیابی واسطه ی سنگین در مدار، عوامل اصلی مؤثر در انتخاب جداکننده و طراحی مدار، کاربردها، بررسیهای آزمایشگاهی با محلولهای سنگین ( روش تهیه ی محلول سنگین، قابلیت شستشوی زغال سنگ، پیش بینی روش آرایش ثقلی مناسب، استفاده برای تعیین درجه ی آزادی، استفاده برای ارزیابی بازدهی کارخانه،...)
- پرعیارسازی ثقلی با هوا: اصول و مکانیزم جدایش، فرآیندهای خشک ( جیک هوایی، میزهای هوایی، واسطه ی سنگین هوایی، ناوهای هوایی)
- جدایش الکتریکی: اصول الکتریسیته ی ساکن و خواص الکتریکی مواد، ساختمان جداکننده های



الکترواستاتیکی (مکانیزم باردار و بی بار کردن، میدان الکتریکی خارجی، تنظیم کننده‌ی مسیر دانه‌های غیرالکتریکی)، مکانیزم‌های باردار کردن (تخلیه‌ی کرونا، القای هدایتی - جداکننده‌های اتصالی، سایر)

- جدایش مغناطیسی: اصول مینتواستاتیک (واحد‌ها، میدان مغناطیسی، القای مغناطیسی، مغناطیس کردن، قطب‌های مغناطیسی، مدارهای مغناطیسی، تأثیر پذیری مغناطیسی)، تئوری مقدماتی خواص مغناطیسی جامدات، خواص مغناطیسی کانی‌ها، ماهیت نیروهای مؤثر در جدایش مغناطیسی، روش‌های ایجاد میدان مغناطیسی در جداکننده‌های مغناطیسی

- جداکننده‌های مغناطیسی: دسته‌بندی جدا کننده‌ها، انواع جداکننده‌ها (خشک و تر با شدت کم، خشک و تر با شدت زیاد، با گرادیان زیاد، ابر رسانا و جداکننده‌های ابررساناها)

### منابع

- ۱- نعمت‌اللهی، حسین؛ "کانه‌آرایی"؛ جلد اول و دوم، انتشارات دانشگاه تهران؛ چاپ دوم، ۱۳۷۵
  - ۲- رضایی، بهرام؛ "تکنولوژی فرآوری مواد معدنی (برعیار سازی ثقلی)"؛ دانشگاه هرمزگان؛ ۱۳۷۷
  - ۳- رضایی، بهرام؛ تکنولوژی فرآوری مواد معدنی (برعیارسازی به روش مغناطیسی)؛ "مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۸
- 4-Wills, B.A. ; "Mineral Processing Technology"; 6<sup>th</sup> Edition; Butler Worth Heineman; SME; 1997
- 5-Weiss, L. (Editor); "Mineral Processing Handbook"; Vol. I & II; SME; 1989
- 6- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; Ch. 24
- 7-Kelly, G.E. and Spottiswood, J.D. ; "Introduction to Mineral Processing"; Mineral Engineering Services; Australlia; 1989
- 8-Fuerstenau, M.C. and Han, K.N. ; "Principles of Mineral Processing"; SME; 2003







تعداد واحد: ۱ واحد

نوع درس : عملی (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: (جدایش فیزیکی)

هدف: آموزش مبانی، اصول، مکانیزم‌ها و طراحی مدارها در پرعیارسازی ثقلی، جدایش مغناطیسی و الکتریکی و سنگ‌جوری و شناخت تجهیزات و دستگاه‌ها و نحوه‌ی کار آن‌ها و انجام آزمایش‌ها و بررسی‌های مرتبط با آن‌ها

#### سرفصل‌ها

- شناخت تجهیزات و جداکننده‌های ثقلی، مغناطیسی و الکتریکی و نحوه‌ی کار آن‌ها
- آزمایش‌های پرعیارسازی ثقلی: واسطه‌ی سنگین، قابلیت شستشوی زغال و رسم منحنی‌های مربوطه، آزمایش‌ها با میز لرزان، آزمایش با جیگ
- آزمایش‌های جدایش الکترواستاتیکی
- مسئله‌ی جامع طراحی مدارهای پرعیارسازی، ثقلی، الکتریکی و مغناطیسی

#### منابع

- ۱- نعمت‌اللهی، حسین؛ "کانه‌آرایی"؛ جلد اول و دوم، انتشارات دانشگاه تهران؛ چاپ دوم، ۱۳۷۵
- ۲- رضایی، بهرام؛ "تکنولوژی فرآوری مواد معدنی (پرعیارسازی ثقلی)"؛ دانشگاه هرمزگان؛ ۱۳۷۷
- ۳- رضایی، بهرام؛ تکنولوژی فرآوری مواد معدنی (پرعیارسازی به روش مغناطیسی)؛ مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۸
- 4-Wills, B.A. ; "Mineral Processing Technology"; 6<sup>th</sup> Edition; Butler Worth Heineman; SME; 1997
- 5-Weiss, L. (Editor); "Mineral Processing Handbook"; Vol. I & II; SME; 1989
- 6- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; Ch. 24
- 7-Kelly, G.E. and Spottiswood, J.D. ; "Introduction to Mineral Processing"; Mineral Engineering Services; Australlia; 1989
- 8-Fuerstenau, M.C. and Han, K.N. ; "Principles of Mineral Processing"; SME; 2003



تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: آزمایشگاه مبانی کانه آرایه

هدف: آموزش مبانی و اصول مورد نیاز برای طراحی مدارهای فلوتاسیون و شناخت مواد و ماشین‌های مورد استفاده و انجام آزمایش‌های مرتبط برای ایجاد قابلیت انجام کار در صنعت

### سرفصل‌ها

- کلیات: اصول، پیوندهای اتمی و ملکولی، فازها در سیستم فلوتاسیون، نیروهای بین ملکولی، غلظت یون هیدروژن، کشش سطحی، حباب هوا، آبرانی طبیعی، پدیده‌ی جذب، بار سطحی، دولایه‌ای الکتریکی
- معرفهای فلوتاسیون: کلکتورها (انواع، تشکیل میسل)، تنظیم کننده‌ها (بازداشت کننده‌ها، فعال کننده‌ها)، کف‌سازها، روغن‌های خنثی، pH و هیدراسیون
- فلوتاسیون کانی‌های سولفیدی: حلالیت و خواص نیمه هادی سولفورها، ارتباط بین پدیده‌های الکتروشیمیایی و آبرانی سطحی، اهمیت اکسیژن در مکانیزم جذب، سینتیک الکتریکی، مکانیزم جذب تیول‌ها، مکانیزم و مثال‌هایی از فلوتاسیون کانی‌های یک، دو و چند سولفور
- فلوتاسیون کانی‌های اکسیده و سیلیکاته: فلوتاسیون با کلکتورهای کاتیونی (انواع، مکانیزم جذب)، فلوتاسیون آنیونی (جذب فیزیکی، جذب شیمیایی)، فعال شدن کوارتز، عوامل مؤثر در فلوتاسیون آنیونی، فلوتاسیون کانه‌های آهن، فلوتاسیون پگماتیت
- فلوتاسیون کانی‌های نمک‌های نیمه محلول: شیمی محلول در فلوتاسیون نمک‌های نیمه محلول، بار سطحی و منشاء آن در نمک‌ها، مکانیزم جذب کلکتور، فعال و بازداشت کردن نمک‌ها، فلوتاسیون نمک‌ها (فلوئورین، فسفات‌ها، باریت، شئیلیت ...)
- فلوتاسیون نمک‌های محلول: مواد شیمیایی مصرفی، مکانیزم جذب کلکتور، جدایش سیلین از گانگ همراه
- فلوتاسیون زغال سنگ: خصوصیات زغال از منظر فلوتاسیون (خاکستر، گوگرد، آبرانی)، مواد شیمیایی مصرفی، عوامل مؤثر در فلوتاسیون زغال، روش‌های کاهش پیریت
- ماشین‌های فلوتاسیون: ماشین‌های مجهز به همزن و یا متفرق کننده (کلیات، مشخصات هندسی و هیدرودینامیکی، انواع، تاثیر دانه‌بندی بر عملکرد ماشین، جنس، ظرفیت
- ترتیب و طراحی مدارهای فلوتاسیون: سینتیک فلوتاسیون (مدل‌های سینتیک، محاسبه‌ی ثابت سینتیک و زمان بهینه، کاربرد ثابت سینتیک)، توزیع زمان توقف در سلول‌ها، موازنه‌ی جرمی مواد در

سلول، ترتیب مدارها (ترتیب‌ها، محاسبه‌ی حجم کلی سلول‌ها و هر سلول در مراحل مختلف، تعداد سلول‌ها)، عوامل مؤثر در فلوتاسیون و طراحی مدارها (ابعاد ذرات، کمیت و کیفیت آب مصرفی، غلظت پالپ، دما، زمان آماده‌سازی، ابعاد حباب هوا، زمان انبارسازی و اختلاط، مکانیزم مخلوط کردن در سلول، هواده‌ی، عمق کف و غلظت کف‌ساز)، مطالعات امکان‌سنجی فلوتاسیون ستونی

- کلیات: مفاهیم و تعاریف، مکانیزم، طرح کلی و نحوه‌ی کار



### منابع

- ۱- نعمت‌اللهی، حسین؛ "کانه‌آرایی"؛ جلد اول و دوم، انتشارات دانشگاه تهران؛ چاپ دوم؛ ۱۳۷۵
- ۲- رضایی، بهرام؛ "فلوتاسیون"؛ دانشگاه هرمزگان؛ ۱۳۷۵
- ۳- فنینچ، جی.ا. و رابی، اس.ج.؛ "فلوتاسیون ستونی"، ترجمه‌ی بنیسی، صمد و نثاری، محمد؛ شرکت ملی صنایع مس ایران؛ ۱۳۸۱
- ۴- موریس فورستینو، جان میلر، مارتین کان، شیمی فلوتاسیون ترجمه عبدالهی محمود، جهاد دانشگاهی تربیت مدرس و صنعتی امیر کبیر، ۱۳۸۲
- 4-Wills, B.A. ; "Mineral Processing Technology"; 6<sup>th</sup> Edition; Butler Worth Heineman; SME; 1997
- 5-Weiss, N.L. (Editor); "Mineral Processing Handbook"; Vol. I & II; SME; 1989
- 6-Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; Sec. 24
- 7-Kelly; G.E. and Spottiswood, J.D. ; "Introduction to Mineral Processing"; Mineral Engineering Services; Australlia; 1989

آزمایشگاه فلوتاسیون  
Laboratory for Flotation



تعداد واحد: ۱ واحد

نوع درس : عملی (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: (فلوتاسیون)

هدف: آموزش مبانی و اصول مورد نیاز برای طراحی مدارهای فلوتاسیون و شناخت مواد و ماشین‌های مورد استفاده و انجام آزمایش‌های مرتبط برای ایجاد قابلیت انجام کار در صنعت

### سرفصل‌ها

- آزمایش‌های فلوتاسیون سولفیدها، اکسیدها و سیلیکات‌ها، نمک‌های نیمه محلول، نمک‌های محلول، زغال سنگ
- آزمایش‌های فلوتاسیون ستونی
- مسائل جامع در مورد طراحی مدارهای فلوتاسیون

### منابع

- ۱- نعمت‌اللهی، حسین؛ "کانه‌آرایی"؛ جلد اول و دوم، انتشارات دانشگاه تهران؛ چاپ دوم؛ ۱۳۷۵
  - ۲- رضایی، بهرام؛ "فلوتاسیون"؛ دانشگاه هرمزگان؛ ۱۳۷۵
  - ۳- فتینچ، جی. ا. و رابی، اس. ج.؛ "فلوتاسیون ستونی"، ترجمه‌ی بنیسی، صمد و نزاری، محمد؛ شرکت ملی صنایع مس ایران؛ ۱۳۸۱
  - ۴- موریس فورستینو، جان میلر، مارتین کان، شیمی فلوتاسیون ترجمه عبدالهی محمود، جهاد دانشگاهی تربیت مدرس و صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۲
- 4-Wills, B.A. ; "Mineral Processing Technology"; 6<sup>th</sup> Edition; Butler Worth Heineman; SME; 1997
- 5-Weiss, N.L. (Editor); "Mineral Processing Handbook"; Vol. I & II; SME; 1989
- 6-Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; Sec. 24
- 7-Kelly; G.E. and Spottiswood, J.D. ; "Introduction to Mineral Processing"; Mineral Engineering Services; Australia; 1989



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری (۳۲ ساعت)

پیش‌نیاز: ایمنی، بهداشت و محیط زیست

هدف: آشنایی با فناوری‌های جدید و پسماندها و زائدات جامد معدن و فراوری مواد و مدیریت آنها

سرفصل:

- خواص باطله‌های معدنی (خواص فیزیکی و شیمیایی و روشهای آنالیز)
- فلزات سمی در باطله‌های معدنی
- باطله‌های معدنی و زهاب‌های اسیدی و روشهای جلوگیری و کنترل آنها
- باطله‌ها و پسماندهای سیانیدی در فرآوری طلا و روش‌های کنترل آلودگی منابع آب
- باطله‌های مواد رادیو اکتیو و خطرات آنها
- استفاده از فناوری بیو تکنولوژی جهت خنثی سازی زهاب‌های اسیدی
- استفاده از فناوری نانو جهت خنثی سازی و بی خطر سازی پسماندهای معدنی
- حداقل رسانی و مصرف باطله‌های جامد (فراوری مجدد، دیگر استفاده‌ها)
- اقتصاد مدیریت مواد جامد باطله
- مدیریت دیگر مواد زائد خطرناک (فلزات و مواد سمی، هیدروکربنها و دیگر مواد باطله جامد)
- مدیریت دفع نهایی

منابع:

۱. راهنمای کاربردی مدیریت پسماند - فرانک کریت، جورج چویانگلووس، خسرو مهدی پورعطایی (مترجم)، اشرف خلیلی (مترجم)، محمدرضا خانی (مترجم)، روح الله محمودخانی (مترجم)، مژده ملتی (مترجم)
2. Mine Wastes: Characterization, Treatment and Environmental Impacts  
Hardcover: 400 pages Publisher: Springer; 3rd ed. edition (August 2, 2010)
- ۴- دولتی فرامرز، شفایی سید ضیال‌الدین، میر حبیبی، بدیعی خشایار، بیوتکنولوژی، ژئوشیمی زیست محیطی و مدیریت پسابها، جلد اول، ۱۳۸۴
- ۵- دولتی فرامرز، شفایی سید ضیال‌الدین، مدلسازی زمین زیست محیطی، ۱۳۸۸



تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: ترمودینامیک

هدف: آشنایی با تئوری های سینتیک واکنشها

### سرفصلها

مفهوم سینتیک، قلمرو سینتیک و ترمودینامیک و مقایسه آنها، مقدمه‌ای بر سرعت انجام تغییرات، سینتیک شیمیایی، واکنش‌های هموزن و هتروژن، تعادل شیمیایی و ثابت تعادل، قانون اثر جرم، اثر عوامل مختلف بر سرعت واکنش‌های هموزن (غلظت، دما، فشار، کاتالیزور)، مولکولاریته و درجه واکنش، روش‌های تعیین درجه واکنش، ثابت سرعت، سرعت واکنش‌های رو به جلو و برگشتی و وابستگی ثابت تعادل به آنها، توضیح بیشتر در مورد کاتالیزورها و نقش آنها، تئوری کمپلکس فعال (حالت انتقال)، سینتیک واکنش‌های هتروژن و مفهوم گام‌های انتقال، اثر عوامل مختلف بر سرعت واکنش‌های هتروژن، مفهوم گام‌های کنترل کننده سرعت واکنش‌ها (گام‌ها پیایی و مسیرهای موازی)، سینتیک برخی فرایندهای مورد علاقه در مهندسی فراوری مواد معدنی، مکانیزمهای کنترل کننده واکنشهای انحلال شامل کنترل شیمیایی-نفوذی-مختلط، تعیین انرژی فعال سازی، رابطه آرنیوس، روابط و روشهای تعیین هر یک از مکانیزمها به همراه مثال های موردی.

### منابع:

- 1-The Foundation of Chemical Kinetics, E.N.Yaremin.
- 2- An Intriduction to Chemichal Thermodynamics, A.C.Adams.
- 3- Introduction to Ceramics, W.D.Kingery, H.k.Bowen,D.R.Uhlmann.
- 4- Chemical Reaction Engineering. Levenspiel, O., 1999. Second ed. John Wiley and Sons, New York, USA.





تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: آزمایشگاه مبانی کانه آرایی

هدف: آشنایی با روش‌های انتقال مواد در فرایندهای فرآوری

#### سرفصل‌ها

- انواع مخازن
- ذخیره سازی در محیط باز
- خوراک دهنده ها
- شیب های انتقال مواد
- طراحی نوار نقاله
- انتقال هوایی و آبی
- انتقال پالپ
- مخلوط شدن و جریان مواد جامد
- انتخاب پمپ

#### منابع:

1. J. Carson and T. Holmes, The Selection and Sizing of Bins, Hopper Outlets, and Feeders, Mineral Processing Plant Design, Practice, and Control, Proceedings, Vol. 2, SME, 2002, p.p. 1478-1489, 2002.
2. J.W. Carson, Design of bins and feeders for reliable minerals flow, Mining Engineering, March, 1983.
3. Z. H. Gu, P. C. Arnold and A. G. McLean, A simplified model for predicting the particle flowrate from mass flow bins, Powder Technology- Vol 74 -153-158, 1993.
4. A. Drescher and I. Vgenopoulou, A Theoretical Analysis of Channelling in Bins and Hoppers, Powder Technology- Vol 42 -181-191, 1985.
5. A.W. Jenike, Selection and Sizing of Feeders, Bins, and Stockpiles, Design and Installation of Comminution Circuits, AIME, G-1, P.P. 523-545, 1982.
6. M. Ooms and A.W. Roberts, The use of feeders and flow promotion devices in gravity storage system for bulk solids handling, Mill Operators' Conference, North West Queensland Branch, 1982.
7. Ulrike Weingerl, Uwe Schaflinger, Feeding of granular material on conveyer bands or chutes, Powder Technology- Vol 108-1-5, 2000.





### سرفصل‌ها

- ۱- تعاریف اولیه و شرح هدف درس: واکنش، راکتور (reactor)، سرعت واکنش، واکنش‌های ابتدایی و غیرابتدایی، جستجوی مکانیسم برای واکنش‌های غیر ابتدایی، اثر دما،...
- ۲- مقدمه ای بر طراحی راکتورها، تقسیم بندی راکتورها براساس رژیم کارکرد (پیوسته، ناپیوسته، پایا، پویا و ...) معادلات بقای جرم و انرژی در راکتورهای فوق، بقای جرم و انرژی در مدارهای فرآوری مواد معدنی، موازنه جرم و انرژی با ماتریس پیوستگی
- ۳- راکتورهای ایده‌آل و غیر ایده‌آل، اختلاط و توزیع زمان ماند در راکتورهای غیر ایده‌آل، اندازه گیری، مدلسازی و استفاده از مفاهیم اختلاط و توزیع زمان ماند در پیش‌بینی عملکرد عملیات واحد فرآوری مواد معدنی
- ۴- مدل‌های بازیابی در واکنش‌های درجه اول و دوم (در سیستم‌های ناپیوسته (batch)، سیستم‌های پایا یا یکنواخت (steady state) و سیستم‌های پویا (dynamic) با شرط ایده‌آل بودن واکنش‌ها، محاسبه بازیابی واکنش‌های غیر ایده‌آل با استفاده از مجموعه‌های سری و موازی واکنش‌های ایده‌آل، مقایسه کارایی طرح‌های مختلف چیدمان راکتورها (نمونه‌های کاربردی از فلوتاسیون و خردایش)
- ۵- مبانی انتقال جرم: تقسیم‌بندی عملیات انتقال جرم، تماس مستقیم و غیر مستقیم فازها، عملیات مرحله‌ای، تعداد واحدهای تعادلی، نفوذ مولکولی، معادله fick، ضرایب نفوذ مایعات، جامدات و گازها، تئوری فیلم، نفوذگرایی، تئوری عمقی،...
- ۶- مبانی انتقال حرارت: رابطه بین انتقال حرارت و ترمودینامیک، قوانین انتقال حرارت به طریق هدایت، جابجایی و تشعشع

### منابع:

- ۱- طراحی راکتورهای شیمیایی، اوکتاو لوشپیل، ترجمه مرتضی سهرابی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۸۶
- ۲- انتقال جرم، رابرت تریبال، مترجم طاهره کاغذچی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر ۱۳۸۹
- ۳- عملیات واحد در مهندسی "انتقال حرارت و کاربردهای آن"، وارن لی مککیب و سایرین، ترجمه محمد معین و اکرم منصوبی، انتشارات دانشگاه گیلان، ۱۳۸۵

فرآیندهای تولید کک، گندله و سیمان  
Coke, pellet and cement production processes



تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: آزمایشگاه مبانی کانه‌آرایی

هدف: آشنایی کلی با فرآیندهای تولید کک، گندله و سیمان

سرفصل‌ها

الف: کک‌سازی

- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی زغالسنگ مورد نیاز
- فرآیند کلی عملیات کک‌سازی
- خواص فیزیکی و شیمیایی کک
- آزمایش‌های استاندارد تعیین خواص کک

ب: گندله‌سازی

- خواص خوراک سنگ آهن ورودی به کارخانه
- عملیات خردایش
- فرآیند کلی عملیات گندله‌سازی
- خواص فیزیکی و شیمیایی گندله
- آزمایش‌های استاندارد تعیین خواص گندله
- فرآیندها در کوره‌های ذوب با حضور کک و گندله به منظور استحصال فرآورده‌های آهنی

ج: تولید سیمان

- سیمان، انواع و خواص مورد انتظار هر یک
- ترکیبات و نسبت‌های مهم اکسیدها در سیمان‌ها
- مواد اولیه و خواص آنها در صنعت سیمان
- چگونگی تولید کلینکر و فرآیند کلی تولید سیمان
- استفاده از کمک‌سایش‌ها در عملیات خردایش
- خردایش کلینکر

منابع

- 3- L. Douglas Smoot a,b, Steven R. Eatough a, Amber B. Miller A., Form coke reaction processes in carbon dioxide, Available online 16 April 2007
- 4- Richard Sakurovs, David French, Mihaela Grigore, Quantification of mineral matter in commercial cokes and their parent coals, Available online 4 January 2007
- 5- Yu.N.Loginov, Bourking, N.A.Babailov, Cinematics and volume deformations during rool-press briqutting, journal 2001
- 6- Singh, S.K. and Krishnan, T., "Reduction kinetics of iron ore pellets and the effect of binders", Rourkela, 2008
- 7- Czernin, W., "Cement chemistry and physics", Zementchmie fur Bauingenieure, 2006



مبانی هیدرومتالورژی و آزمایشگاه  
Principles of Hydrometallurgy

تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس: نظری و عملی (۴۸ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: فلوتاسیون

هدف: آشنایی با فرایندهای هیدرومتالورژی و اصول آن



سرفصل‌ها

نظری: ۲ واحد (۳۲ ساعت)

- مقدمه
- تاریخچه هیدرومتالورژی
- مقایسه بین فرایندهای هیدرومتالورژی و پیرومتالورژی
- مراحل عملیات در هیدرومتالورژیکی شامل آماده سازی، لیچینگ و عمل آوری محلول
- اصول فیزیکوشیمیایی فرایندهای هیدرومتالورژی: شیمی محلول، کمپلکس ها، کیلیت‌ها، پتانسیل اکسایش، دیاگرام‌های Eh-pH، متالورژی کلریدی
- هیدرومتالورژی تحت فشار
- عوامل لیچینگ (آب، اسیدها، بازها، نمک‌های محلول، سایر عوامل)
- انواع واکنش‌های انحلال (فیزیکی، شیمیایی، کاهش و اکسایش، الکترولیتی)
- جنبه‌های کلی جدایش در هیدرومتالورژی

عملی: ۱ واحد (۳۲ ساعت)

- انحلال مخزنی:
- لیچ اسیدی یا بازی در دمای محیط
- لیچ اسیدی یا بازی در دمای بالا
- تعیین تاثیر پارامترهای مختلف
- محاسبه سرعت واکنش
- انحلال ستونی:
- تعیین نفوذ پذیری
- تعیین دبی پاشش
- سایر موارد به تشخیص استاد مربوط
- رسم دیاگرام‌های Eh-pH

منابع:

۱- حبشی فتحی، هیدرومتالورژی، جلد اول، ترجمه، شفایی تنکابنی، سید ضیاءالدین، عبدالهی، محمود

انتشارات دانشگاه شاهرود، ۱۳۷۸

2- Gupta, C.K., Mukherjee, T. K.; Hydrometallurgy in extraction processes vol.1, CRC press, 1990.



## کارآموزی ۲ Training(2)

تعداد واحد: ۵/ واحد

نوع درس : عملی

(هم نیاز) پیش نیاز: کارآموزی ۱

هدف: آشنایی با محیط کارهای عملی مهندسی معدن در گرایش مورد تحصیل دانشجوی

### سرفصل‌ها

- هر یک از دانشجویان بر حسب گرایش تحصیلی ملزم به گذراندن ۲۳۲ ساعت کارآموزی در معادن، سازمان‌ها و یا شرکت‌های اکتشافی، کارخانه‌های فرآوری یا در پروژه‌های احداث سازه‌های زیرزمینی هستند.
- نوع کار و محتوای گزارش کارآموزی طبق نظر استاد راهنمای دانشجویان در هر گرایش تعیین خواهد شد.
- دانشجویان ملزم به ارائه گزارش کارآموزی طبق فرمت تعیین شده بوده و باید گزارش کار را به صورت فایل Word و چاپ شده ارائه دهند.

پروژه  
project



تعداد واحد: ۳ واحد

نوع درس : عملی

(هم نیاز) پیش نیاز: نیمسال ۸ (گذراندن حداقل ۱۲۰ واحد درسی)  
هدف: آشنایی دانشجویان با روش انجام پروژه‌های معدنی و نحوه ارائه نتایج

### سرفصل‌ها

- پروژه به منزله پایان نامه دوره کارشناسی است.
- موضوع و محتوای پروژه طبق نظر استاد راهنمای دانشجویان در هر گرایش تعیین خواهد شد.
- توصیه می‌شود در پروژه جنبه‌های محاسباتی و طراحی مد نظر قرار گیرد به طوری که به نوعی محتوای دروس اصلی و تخصصی به کار گرفته شود.
- ترجیحاً در انجام پروژه از همکاری واحدهای معدنی و یا سازمان‌های مرتبط بهره گرفته شود.
- دانشجویان ملزم به ارائه گزارش پروژه طبق فرمت تعیین شده بوده و باید گزارش کار را به صورت فایل Word و چاپ شده ارائه دهند.

# دروس اختیاری

## ۱۸ واحد







تعداد واحد: ۲

نوع درس: ( نظری ) ، اختیاری (۳۲ ساعت)

پیش نیاز: مبانی اکتشاف مواد معدنی

هدف: آشنایی با کاربردهای مواد معدنی مختلف در صنایع گوناگون

### سرفصل‌ها

- گچ
- آهک
- کانی‌های رسی
- فلدسپات
- کوارتز
- شیشه و مواد خام تشکیل دهنده آن
- سیمان و مواد خام تشکیل دهنده آن
- آجر و مواد خام تشکیل دهنده آن
- مواد معدنی کمک ذوب
- مواد معدنی ساینده
- کودهای شیمیایی و مواد خام آن
- گوگرد و سولفات سدیم
- بوراتها
- بوکسیت
- پرلیت
- کانی‌های آهن ( بجز مصارف متالورژی )
- کانی‌های کرم
- کانی‌های منگنز
- کانی‌های نیکل و کبالت
- کانی‌های سرب و روی و مس
- مواد معدنی دیگر

شیمی فیزیک  
Physical Chemistry



تعداد واحد: ۲ واحد  
نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)  
(هم‌نیاز) پیش‌نیاز: ترمودینامیک

سرفصل‌ها

- ۱- مروری بر قوانین ترمودینامیک: گازهای کامل و حقیقی (روابط دما و فشار و حجم، معادلات حالت گازهای کامل و حقیقی و کاربرد آن‌ها)، قانون اول و دوم ترمودینامیک و کاربردهای آن‌ها (انرژی داخلی، انتالپی و گرمای ویژه برای گازهای کامل، جامدات و مایعات، فرآیندهای دما، فشار و حجم ثابت، معادلات گیبس - هلمهولتز، ...)
- ۲- فازها و معیارهای ترمودینامیکی تعادل: تبدیل فیزیکی مواد خالص، فازها، اجزاء و درجات آزادی، قوانین فازها، تعادل فازها، پایداری فازها و تبدیل فازها، معیارهای ترمودینامیکی تعادل، رسم دیاگرام‌های فاز، کاربرد رابطه‌ی کلایرون سیستم‌های یک یا چند جزئی و ...
- ۳- تعادل شیمیایی و الکتروشیمی تعادلی: واکنش‌های خودبخودی، پاسخ تعادل به شرایط، پاسخ تعادل به دما، استخراج فلزات از اکسیدهایشان، هدایت محلول‌ها، تحرک یونی، رابطه بین تحرک یونی و هدایت الکتریکی، الکتروفورز، اکتیویته، الکترولیت و حالات استاندارد، قانون فارادی و معادله الکتروشیمیایی، بررسی ترمودینامیکی انواع پیل‌های الکتروشیمیایی، پتانسیل الکتروود و رابطه آن با غلظت و اکتیویته، انواع الکتروود، تعادل اسمزی و غیر اسمزی، کاربرد الکتروشیمی در مهندسی معدن

منابع:

- ۱- کرن، ریموند و وایز برد، آلن، "ترمودینامیک برای زمین‌شناسان"، ترجمه‌ی حسنی پاک، علی اصغر، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم
  - 2- De Paula, J., Atkins, P., "Physical Chemistry", W.H. Freeman, 7<sup>th</sup> Edition
  - 3- Levine, I.N., "Physical Chemistry", Mc Graw- Hill Companies, 5<sup>th</sup> Edition, 2001
  - 4- Cemic, Ladislav, "Thermodynamics in Mineral Science, An Introduction", Springer, 2005.
- Peter W., Atkins, Physical Chemistry, Oxford university Pre



زمین شناسی نفت  
Petroleum Geology

تعداد واحد: ۲

نوع درس: نوع درس: (نظری)، اختیاری (۳۲ ساعت)

پیشنیاز: زمین شناسی اقتصادی ایران

هدف: آشنایی بنیادین با اصول تشکیل مخازن، ذخیره سازی و مهاجرت و تجمع نفت با نگاه ویژه بر میادین نفتی ایران

سرفصل‌ها:

-تشکیل نفت:

- نفت و گسترش آن: ترکیب شیمیایی و ویژگی های فیزیکی نفت، شکل گسترش نفت، توزیع زمانی و مکانی نفت  
- منشا نفت: مواد آلی در حوضه های رسوبی، محیط‌های مناسب برای تامین مواد آلی، حفظ و نگهداری مواد آلی در رسوبات، تغییرات بعد از نهشتگی مواد آلی

- مراحل: دیازنر و متازنر، پختگی (maturation) کروژن ها  
- مخازن نفتی:

- سنگ مخزن، تخلخل و تراوایی

- سنگ پوش

- نفت گیرها (traps): تاقدیسی، گسلی، چینه ای، دگرشیبی و در ارتباط با گنبد‌های نمکی

- مهاجرت و تجمع نفت:

- مهاجرت اولی و ثانوی، نیروهای موثر در مهاجرت

- مخازن نفت و گاز

- توزیع کمی و کیفی سیال‌های هیدروکربوری در مخزن

- منابع گاز طبیعی در ایران: گاز کلاهدک، گاز همراه و مخازن مستقل گاز

مراجع:

۱. سجایی فریدون. زمین شناسی نفت. انتشارات دانشگاه تهران



زمین آمار  
Geostatistics

تعداد واحد: ۲

نوع درس: نوع درس: ( نظری )، اختیاری (۳۲ ساعت)

پیش نیاز: مبانی اکتشاف مواد معدنی

هدف: شناسایی تغییر پذیری در ساختارهایی با متغیر ناحیه‌ای

سرفصل‌ها

- متغیر ناحیه‌ای
- پایانی مرتبه دوم و ذاتی و شبه ذاتی
- واریوگرافی به عنوان ابزارهای شناخت ساختار فضایی
- همسانگردی و ناهمسانگردی‌های ساختاری
- روش تخمین کریجینگ
- خطای تخمین و توزیع آن
- طبقه بندی ذخایر معدنی

مراجع:

۱. حسنی پاک علی اصغر. زمین آمار. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۷۷
۲. حسنی پاک علی اصغر. تحلیل داده های اکتشافی. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۸۱.

زمین شناسی مهندسی  
Engineering Geology



تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: مبانی مکانیک سنگ

هدف: آشنایی با فضاهای زیرزمینی چاه و تونل و کاربرد آن‌ها و روش‌های احداث تونل، چاه و دویل، مخاطرات و ملاحظات زیست محیطی در احداث فضاهای زیرزمینی

سرفصل‌ها

- ۱- کاربرد زمین شناسی در مسائل مهندسی  
ارتباط بین زمین شناسی مهندسی و سایر رشته‌های مهندسی مانند راه و ساختمان، محیط زیست - مطالعات مربوط به مربوط به مرحله شناسایی مقدماتی - مطالعات مربوط به مرحله تفصیلی - مطالعات مربوط به مرحله اجرایی و بهره‌برداری
- ۲- ژئومورفولوژی مهندسی  
شکل عمومی حوزه‌های زهکشی - مورفولوژی ساحل - مورفولوژی دلتاها و کف دریا - مورفولوژی یخچال‌ها - دینامیک جریان‌های آب، باد و یخ - مکانیک شکل گرفتن دامنه‌ها - تئوری عملکرد رودخانه‌ها - نیروی جزئی مایعات - مکانیزم محل رسوبات - مکانیزم تشکیل دره‌ها و تنش محلی دره‌ها - فرسایش و عوامل آن - ریزش‌ها و حرکت مواد - زهکشی و عملکرد آن در ژئومورفولوژی مهندسی - مکانیزم عملکرد ماسه‌های روان و گرد و غبار در مورفولوژی زمین - تئوری فنومن‌های کارستیک
- ۳- تأثیر زلزله بر سازه‌ها و زمین  
بررسی و جمع‌آوری آمار و اطلاعات لرزه‌نگاری و کاربردهای آنان - اثر لرزه‌ها و پس لرزه‌ها بر زیربنای ساختمان‌ها اثر زلزله بر سازه‌های زیرزمینی - اثر زلزله بر آبهای زیرزمینی
- ۴- زمین شناسی مهندسی و راه‌سازی  
نیاز به مطالعات زمین شناسی مهندسی در طراحی و اجرا پروژه‌های راه‌سازی - انجام بررسی‌های مقدماتی در تعیین مسیرها - مطالعات تفصیلی در تعیین مسیرها - ترانشه و کوهبری - ارتباط همکاری بین مهندسی زمین شناسی مهندسی با مهندسی راه
- ۵- زمین شناسی مهندسی و طرح‌های توسعه‌ای محیط زیست  
نحوه همکاری مهندسی زمین شناسی و مهندسیین طراح - برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای و محلی - بررسی

محدودیت‌های موجود در مناطق مختلف با توجه به خصوصیات زمین شناسی مربوطه مانند هیدرولوژی سطحی و زیر سطحی منطقه اثرات زهکشی و پدیده‌های نشست، لغزش زمین و ترک خوردگی زمین نشست آلودگی

#### منابع

۱. Bell Fred. G, 2007, Engineering Geology (2th edition), Elsevier.
۲. Venkat Reddy, 1997, Engineering geology for civil engineers, Oxford & IBH publishing Co., New Delhi
۳. Blyth, F.G.H.; de Freitas, M.H. , 1984, A Geology for engineers, Elsevier, [http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?\\_EXT\\_KNOVEL\\_DISPLAY\\_bookid=1324](http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1324)
۴. کتاب سوم از آدرس فوق قابل دانلود است.
۵. محمد حسین قبادی، ۱۳۹۰، مبانی زمین شناسی مهندسی ویژه دانشجویان زمین شناسی (چاپ سوم)، انتشارات دانشگاه بوعلی
۶. محمد حسین قبادی، ۱۳۸۱، زمین شناسی مهندسی (ویژه دانشجویان عمران)، انتشارات دانشگاه چمران
۷. سید محمد فاطمی عقدا، پیمان رضائی، محمد نوری زاده (مترجمین)، ۱۳۸۳، زمین شناس مهندسی، مولف: پری راهن، انتشارات دانشگاه هرمزگان
۸. غلامرضا خانلری، علی اکبر مومنی، یاسین عبدی لر، ۱۳۸۹، زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، انتشارات دانشگاه بوعلی



شیمی آلی کاربردی  
Applied Organic Chemistry



تعداد واحد: ۲ واحد

نوع درس: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: شیمی عمومی

هدف: آشنایی با مواد شیمیایی مورد استفاده در فراوری مواد معدنی در این درس دانشجو با ترکیب و خواص مواد شیمیایی آلی مورد استفاده در فراوری مواد معدنی، عمدتاً دروس فلوتاسیون و هیدرومتالورژی آشنا خواهد شد.

سرفصل:

- ۱- مروری بر فرایندهای فلوتاسیون و هیدرومتالورژی
- ۲- دسته بندی سطح فعال های مورد استفاده در فلوتاسیون و مکانیزم عمل آنها
  - کلکتورهای آنیونیک شامل کربوکسیلاتها، سولفوناتها، آلکیل سولفاتها، هیدروکساماتها، گزانتاتها، تیوفسفاتها، تیو کرباماته، مرکاپتانها، تیو اوره، مرکاپتوبنزوتیازولها
  - کلکتورهای کاتیونیک شامل آمینها
  - بازدارندهها شامل نشاسته، دکستروزین، اترپلیگلیکول، پلی ساخارید، کربوکسی متیل سلولز و پلی فنلها
  - کف سازها شامل الکلها، پلی اترهای هیدروکسیله و پارافینها
- ۳- مواد شیمیایی مورد استفاده در هیدرومتالورژی و مکانیزم عمل آنها
- ۴- استخراج کنندهها و مکانیزم عمل آنها
  - انواع استخراج کننده ها شامل الکلها، آلدهیدها، کتونها، اکسیمها و مشتقات آنها، کینولینها، اسیدهای آلی، فنلها، استرها، آمینها و، سولفیدها و سولفوکسیدهای آلی و...
- ۵- رزینهای تبادل یونی و مکانیزم عمل آنها
  - انواع رزین ها شامل فنل فرمالدهید، رزینهای پلی استیرین و...



مطالعات امکان سنجی در معدنکاری و فراوری مواد معدنی  
Feasibility Study in Mining and Mineral Processing



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری (۳۲ ساعت)

(هم نیاز) پیش نیاز: (معدنکاری سطحی / مبانی کانه‌آرایی) اقتصاد معدنی

هدف: آشنایی با مبانی، روش‌ها و فنون ارزیابی پروژه‌های معدنی و انجام مطالعات امکان سنجی برای یک معدن روباز فرضی (یا زیرزمینی)

### سرفصل‌ها

- پروژه‌های معدنی: فرآیندهای اجرایی پروژه‌های معدنی و جنبه‌های فنی آن‌ها، ویژگی‌های سرمایه‌گذاری‌های معدنی، نقش ملاحظات زیست محیطی و ایمنی در پروژه‌های معدنی
- مطالعات امکان سنجی: تعاریف، اهداف، انواع، مراحل، عوامل مؤثر در درآمد و هزینه، عوامل مؤثر در مطالعات امکان سنجی و اطلاعات مورد نیاز (عوامل سیاسی-اجتماعی-فرهنگی، عوامل جغرافیایی و زیرساخت‌های منطقه، عوامل مربوط به کانسار، عوامل مربوط به معدنکاری و فراوری، عوامل زیست محیطی...)، فهرست کنترل داده‌ها یا چک لیست‌ها
- برنامه‌ریزی و سازماندهی مطالعات امکان‌سنجی
- برآورد درآمد و عمر: درآمد (تعریف، انواع، اجزاء)، بازار مواد معدنی (انواع و شکل محصولات، مبادله‌ی محصولات، قراردادهای خرید یا فروش، قراردادهای ذوب، مؤلفه‌های قراردادهای)، قیمت (مفاهیم، انواع شامل قیمت تولیدکننده و ثابت و درازمدت و ...، روش‌های برآورد شامل قیمت روز و پیش‌بینی بر مبنای قیمت‌های گذشته و رگرسیون داده‌ها و اقتصاد سنجی و ...)، راندمان‌ها، محاسبه‌ی قیمت محصول قابل فروش، ظرفیت (عوامل مؤثر بر تعیین ظرفیت، روش‌های تعیین ظرفیت)، ذخیره (منابع و ذخایر، ذخایر زمین‌شناسی، افت‌ها، عیار حد، ذخایر قابل استخراج)، عمر
- برآورد هزینه‌ها: کلیات و مفاهیم، دسته‌بندی هزینه‌ها (بر مبنای منابع و نوع رفتار، نوع فعالیت، عملیات واحد...)، انواع برآوردهای هزینه (سرانگشتی، برای مطالعات امکان سنجی مقدماتی، برای مطالعات امکان سنجی تفصیلی...)، شرایط معدنکاری و کانه‌آرایی مؤثر بر هزینه‌ها (ظرفیت، پرسنل، انرژی و برق، تسطیح ساختگاه، ملزومات معدن زیرزمینی شامل سیستم زهکشی و تهویه و ...، تجهیز و آماده‌سازی برای معادن زیرزمینی، ملزومات معادن روباز شامل تهیه‌ی طرح پایه و تناژ باطله و کانسنگ اولیه، انتخاب نوع و تعداد دستگاه‌های چالزنی و بارگیری و باربری و ...، ملزومات کانه‌آرایی)، انواع اطلاعات هزینه‌ای و منابع اطلاعات، روش‌های برآورد هزینه (برآورد هزینه‌های سرمایه‌های شامل روش مقایسه‌ای، تعدیل-ظرفیت نمایی، نسبت اجزای هزینه، مدول، برآورد تفصیلی)، برآورد هزینه‌های عملیاتی (طرح‌های مشابه، رابطه‌ی ظرفیت-هزینه، اجزای هزینه، برآورد تفصیلی)، راهکارها و دستورالعمل‌های تخمین هزینه (USBM یا دفتر معادن ایالات متحده، اهارا، AUSIMM، CANMET، مولار، WMES...)، شاخص‌های هزینه (ENR، مارشال و سوئیفت، CEPC، NRC...)
- مراحل تخمین هزینه و سودآوری
- تحلیل سرمایه‌گذاری
- گزارش امکان‌سنجی
- \* مطالعات امکان سنجی برای یک معدن روباز (فرضی یا واقعی) در حد مقدماتی از برآورد ذخیره تا تحلیل سرمایه‌گذاری با ترکیبی از روش‌های برآورد هزینه به‌صورت گروهی (۳ تا ۴ نفری) همراه با ارائه‌ی کتبی و شفاهی
- \* آشنایی با یکی از نرم افزارهای تحلیل سرمایه‌گذاری (CONFAR) یا آموزش به‌کارگیری EXCEL برای هدف ذکر شده

- ۱- اولمر، فردریک ویلهم؛ "ارزیابی اقتصادی در اکتشاف"؛ ترجمه‌ی یعقوب پور، عبدالمجید؛ دانشگاه شیراز؛ ۱۳۷۳  
 ۲- هوسترولید، ویلیام و کوچتا، مارک؛ "طراحی و برنامه ریزی معادن روباز"؛ ترجمه‌ی خدایاری، علی اصغر و یآوری شهرضا، مهدی؛ دانشگاه صنایع و معادن ایران؛ تهران؛ ۱۳۸۳

- 3 - Welmer, F.W. ; "Economic Evaluations in Exploration "; Springer; 1989  
 4-Torries, T.F. , "Evaluating Mineral Projects: Applications and Misconception"; AIME; 1998  
 5- Gentry, D.W. and O Neil, T.J. ; "Mine Investment Analysis"; Soc. Mng. Engr.-AIME, New York; 1984  
 6- Mackenzie, B.W. ; "The Economics of Mineral Exploration"; Course Notes, Queens University; 1994  
 7- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II; 2<sup>nd</sup> Edition; SME Littleton Colorado; 1992; sec. 2, 6, 13-1-2, 21-4-4, 23-3, 25-5



یوتانه ی پشتهادی نرم بدی دروس رشته ی مهندسی معدن-شاخه اکتشاف

نرم 8	نرم 7	نرم 6	نرم 5	نرم 4	نرم 3	نرم 1
پروژه	حضاری اکتشافی (2)	ایمنی، بهداشت و محیط زیست (2)	ریاضی مهندسی (3)	نرمودینامیک (5)	مقاومت مصالح (3)	استاتیک (3)
گدازاندن حداقل 10 واحد درسی	مکانیک سیالات، زمین شناسی ساختمانی	مبانی استخراج مواد معدنی، مبانی کانه آرایی و اقتصاد معدنی	معدلات و پرتوسل	آزمایشگاه فیزیک 2، آزمایشگاه شیمی عمومی	استاتیک	ریاضی 1
ژئوفیزیکی اکتشافی 2	سنگ شناسی میکروسکوپی (1)	اقتصاد معدنی (2)	مبانی مکانیک سنگ (2)	مکانیک سیالات (3)	معدلات و پرتوسل (3)	ریاضی عمومی 2 (3)
ژئوفیزیکی اکتشافی 1	آزمایشگاه سنگ شناسی	آمار واحتمال مهندسی	مقاومت مصالح، سنگ شناسی	مقاومت مصالح	ریاضی 2	ریاضی 1
جزیه و تحلیل داده های اکتشافی (2)	زمین شناسی اقتصادی ایران (2)	مبانی استخراج مواد معدنی	آزمایشگاه مبانی مکانیک سنگ (1)	روش های تجزیه مواد معدنی (1)	آزمایشگاه فیزیک 2 (1)	فیزیک 2 (3)
ارزیابی ذخایر معدنی	زمین شناسی اقتصادی، ژئوفیزیکی اکتشافی (1)	آمار واحتمال مهندسی	امانی مکانیک سنگ	کاشی شناسی توری و فرآیند و آزر	آزمایشگاه فیزیک 1 - (فیزیک 2)	فیزیک 1
جاه نگاری	ارزیابی ذخایر معدنی (2)	روش و ارائه تحقیق (2)	مبانی کانه آرایی (2)	برنامه سازی کامپیوتر	آمار واحتمال مهندسی (3)	باردین زمین و معدن (1)
حضاری اکتشافی، ژئوفیزیک اکتشافی (2)	آمار واحتمال مهندسی	گدازاندن حداقل 100 واحد درسی	نرمودینامیک، سنگ شناسی، مکانیک سیالات	آزمایشگاه شیمی عمومی	معدلات و پرتوسل (1)	فیزیک (1)
آزمایشگاه و عملیات ژئوفیزیک (1)	میزانگرایی (1)	زبان تخصصی معدن (2)	آزمایشگاه مبانی کانه آرایی (1)	محاسبات عددی (2)	نرمه سازی کامپیوتر (3)	آزمایشگاه فیزیک 1 (1)
ژئوفیزیک اکتشافی (2)	زمین شناسی اقتصادی	زبان خارجی، اقتصاد معدنی (1)	امانی کانه آرایی	برنامه سازی کامپیوتر (معدلات و پرتوسل)	ریاضی 1	زمین شناسی عمومی (2)
درس اختیاری 1	ژئوفیزیکی اکتشافی 1	کارگاه عمومی (1)	مبانی استخراج مواد معدنی (2)	نقله برداری معدنی (5)	نقله کشی صنعتی و CAD (2)	زمین شناسی ساختمانی (2)
	آمار واحتمال مهندسی، زمین شناسی اقتصادی		مکانیک سنگ	نقله کشی صنعتی، CAD		زمین شناسی عمومی
درس اختیاری 2	آمپای زیر زمینی (2)	دروس معارف (2)	یودانت زمین شناسی (1)	کار توگرافی (1)	کاشی شناسی توصیفی (2)	کاشی شناسی توصیفی (1)
	زمین شناسی ساختمانی، مکانیک سیالات		سنگ شناسی و آزمایشگاه کار توگرافی	زمین شناسی ساختمانی	کاشی شناسی توصیفی	زمین شناسی عمومی، شیمی عمومی
دروس معارف (2)	دروس معارف (2)		زمین شناسی اقتصادی (2)	سنگ شناسی (2)	دروس معارف (2)	آزمایشگاه کاشی شناسی توصیفی (1)
			سنگ شناسی	کاشی شناسی توری و فرآیند و آزر		کاشی شناسی توصیفی (1)
ژئوفیزیک اکتشافی 2	دوربینی و GIS (2)		عملیات نقشه برداری معدنی (1)	آزمایشگاه سنگ شناسی (1)		آزمایشگاه شیمی عمومی (1)
ژئوفیزیک اکتشافی 1	کار توگرافی		نقشه برداری معدنی (2)	سنگ شناسی (1)		شیمی عمومی (1)
			دروس معارف (2)	فارسی (8)		
				تربیت بدنی 2		
				تربیت بدنی 1		
18	18	13	17	18	18	17



