۱، تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد کل واحدهای لازم برای گذراندن این مجموعه ۳۲ واحد آموزشی، پژوهشی می‌باشد. واحدهای آموزشی شامل ۱۲ واحد الزامی و ۱۲ واحد اختیاری می‌باشد که با توجه به سوابق آموزشی دانشجو و به وسیله‌ی اساتید راهنما تعیین می‌شود. تعداد واحدهای پژوهشی ۸ واحد بوده که ۲ واحد آن به شکل سمینار، شامل مطالعات نظری، مرور بر نشریات و تهیه‌ی پیشنهاد پژوهشی در ارتباط با موضوع پروژه می‌باشد و ۶ واحد آن به پایان نامه اختصاص دارد (جدول۱).

جدول ۱، تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

دروس الزامی	۱۲
دروس انتخابی	۱۲
سمینار	۲
پایان نامه	۶
جمع	۳۲ واحد

۲، مواد آزمون ورودی

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

۳، دروس جبرانی

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

جدول شماره ۲، دروس جبرانی برای پذیرفته‌شدگان رشته‌های مختلف

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	آب‌های زیرزمینی	۲
۲	(مبانی)کانه آرائی	۲
۳	اصول(مبانی) اکتشاف مواد معدنی	۲
۴	اصول(مبانی) استخراج مواد معدنی	۲
۵	(مبانی) مکانیک سنگ	۲
۶	ایمنی، بهداشت و محیط زیست	۲
۷	تهویه در معادن	۲

۴، دروس اصلی

عناوین دروسی که کلیه‌ی دانشجویان موظف به گذراندن آن‌هامی‌باشند به شرح جدول ۳ است:

جدول شماره ۳، دروس اصلی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	بازسازی معادن	۳
۲	محیط زیست معدنی پیشرفته	۳
دو درس از چهار درس ردیف ۳ تا ۶، بنابر تشخیص گروه		
۳	ارزیابی زیست محیطی معادن و کارخانه‌ها فراوری معدنی	۳
۴	پردازش، فرآوری و کنترل ضایعات معدنی	۳
۵	فرآیندهای تبدیل و انتقال جرم و مدل‌سازی	۳
۶	ژئوشیمی زیست‌محیطی	۳
	جمع کل	۱۲

۵، دروس انتخابی

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

جدول ۴، دروس انتخابی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	هیدرولوژی پیشرفته	۲
۲	مدیریت باطله‌های معدنی	۲
۳	ژئوفیزیک زیست‌محیطی	۲
۴	نانو تکنولوژی در محیط زیست معدنی	۲
۵	بیو تکنولوژی در محیط زیست معدنی	۲
۶	هیدروژئولوژی	۲
۷	بازیافت و مهندسی سیستم‌های بازیافت	۲
۸	مدیریت ریسک در معدنکاری	۲
۹	کاربرد GIS در محیط زیست	۲
۱۰	آلودگی‌های نفتی	۲

ادامه جدول ۴

۱۱	ژئومکانیک و محیط زیست	۲
۱۲	مدل‌سازی در محیط زیست معدنی	۲
۱۳	روش‌های عددی	۲
۱۴	شناسایی مواد زائد خطرناک و کنترل آنها	۲
۱۵	زمین آمار	۲
۱۶	آلودگی هوا	۳
۱۷	آلودگی آب‌های سطحی وزیرزمینی	۳

سرفصل دروس

بازسازی معادن	تعداد واحد	نوع واحد	اصلی	درس پیش‌نیاز ندارد
	۳			
	تعداد ساعت		نظری	
	۴۸			
Mine Rehabilitation	آموزش تکمیلی عملی: دارد□ ندارد■			
	سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه□ سمینار□			

اهداف کلی درس: آشنای با خطرات زیست محیطی باطله ها وپسماندهای معدنی پس از تعطیلی معدن

اهداف رفتاری: بررسی روش های کنترل ومدیریت زیست محیطی وبهسازی محیط پس از تعطیلی معدن وکارخانه‌ی فرآوری

سرفصل درس:

- مدیریت زیست محیطی مناطق معدنی

آلودگی منابع آب وخاک ناشی از تعطیلی معدن

تبعات زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی فعالیت‌های معدنی

بازداشتن و کنترل آلودگی‌ها

- بازسازی معادن

تهیه طرح بازسازی، هدف بازسازی و اصول بازسازی

روش بازسازی (آماده سازی منطقه، شکل دادن و تسطیح منطقه معدنی، مدیریت خاک سطحی، مدیریت آب و کنترل فرسایش، ایجاد پوشش گیاهی)

پالایش منابع آلوده آب وخاک

مدیریت باطله‌های فرآوری و سد باطله‌ها

ایمنی و پایداری سدهای باطله

- بازسازی باطله‌های فرآوری

کنترل، پایش و پاکسازی زهابهای اسیدی ناشی از باطله ها

برنامه کنترل و نظارت زیست محیطی منابع آب وخاک در خصوص انتقال فلزات سمی

- توسعه پایدار

ویژگی‌های سیستم‌های پایدار

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
-	٪۲۵	آزمون نوشتاری	٪۲۵
		٪۵۰	
		عملکردی	
		-	

مراجع:

۱- اصانلو، مرتضی (۱۳۸۰). *بازسازی معادن*، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، شابک: ۹۶۴۴۶۳۰۹۰۴

۲- دولتی اردەجانی، فرامرز؛ شفائی تنکابنی، سید ضیاءالدین؛ میر حبیبی، علیرضا و بدیعی، خشایار (۱۳۸۴). *بیوتکنولوژی، ژئوشیمی زیست‌محیطی و مدیریت پساب‌ها: جلد اول- پساب‌های معدنی*، پژوهشکده صنایع رنگ ایران، چاپ دانشگاه صنعتی شاهرود، شابک: ۹۶۴۰۶۳۷۴۹۱

۳- دانشگاه تربیت مدرس، گزارش طرح استراتژی معادن کشور، بخش ایمنی، بهداشت ومحیط زیست (HSE)

4- Lyle E.S. (1987). Surface mine reclamation manual, Elsevier Science, New York. 284 pages, ISBN-10: 0444010149

5- Stiefel R.C. and Busch, L.L. (1983). Surface water quality monitoring. Surface Mining Environmental Monitoring and Reclamation Handbook, L.V.A. Sendlein, H. Yazicigil and C.L. Carlson (Eds.), Elsevier Science Publishing Co., Inc., New York, pp. 189-212.

6- Horst J. Schor, Donald H. Gray (2007) Landforming: An Environmental Approach to Hillside Development, Mine Reclamation and Watershed Restoration, 350 pages, ISBN-10: 0471721794

محیط زیست معدنی پیشرفته	تعداد واحد	نوع واحد	اصلی	درس پیش‌نیاز ندارد
	۳			
	تعداد ساعت		نظری	
	۴۸			
Advanced Mine Environment	آموزش تکمیلی عملی: دارد□ ندارد■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه□ سمینار□			

اهداف کلی درس:منابع آلاینده آب وهوا وخاک در بخش معدن

اهداف رفتاری: آشنایی با مشخصات وخواص آلاینده های فرآیندها ی اکتشاف استخراج وفرآوری مواد معدنی

سرفصل درس:

- **تعریف محیط زیست و اصطلاحات زیست محیطی**
- **آلودگی هوا، آب و خاک با صنعت معدنکاری**
- **تبعات زیست محیطی در مراحل مختلف معدن‌کاری (اکتشاف، استخراج و فرآوری)**
- **مولفه‌های حفاظت محیط زیست**
- **مشخصات کیفی و مشکلات زیست محیطی آب معدن**
- **آلاینده های آب معدن و پارامترهای کیفی آب معدن**
- **منابع تولید ضایعات خطرناک در مراحل مختلف معدنی**
- **بررسی عوامل موثر در تولید زهاب معدنی**
- **زهاب‌های معدنی** (زهاب اسیدی معدن، زهاب اسیدی سنگ، زهاب‌های معدنی خنثی شده)
- **واکنش‌های اکسایش شیمیایی و بیولوژیکی و تولید زهاب اسیدی معدن**
- **عوامل مؤثر بر نرخ اکسید شدن کانی‌های سولفیدی**
- **نقش کانی‌های خنثی کننده زهاب اسیدی معدن**
- **اثرات زیست محیطی زهاب اسیدی معدن**
- **آلودگی با فلزات سنگین**
- **مدل‌سازی زهاب اسیدی معدن** (مدل مغزه انقباضی، مدل نفوذ اکسیژن، مدل جریان آب، مدل انتقال آلودگی و مدل آنتالپی)
- **روش‌های پیش‌بینی تولید زهاب اسیدی**
- **کنترل تولید و مهاجر ت زهاب اسیدی معدن**
- **معیارهای ارزیابی میزان آلودگی رسوبات به فلزات** (ضریب آلودگی، درجه آلودگی، ضریب بارآلودگی، ضریب زمین انباشت، عامل غنی شدگی)
- **معیارهای ارزیابی میزان آلودگی آب به فلزات** (اندیس آلودگی فلز سنگین، اندیس سنجش فلز سنگین و درجه آلودگی)
- **دیاگرام‌های هیدروژئوشیمی در مطالعه تیپ آب‌های معدنی**
- **آلودگی آب‌های زیرزمینی با فعالیت‌های معدنی**

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
-	٪۲۵	آزمون نوشتاری	٪۲۵
		٪۵۰	
		عملکردی	
		-	

مراجع:

1- Hounslow, A.W. (1995). Water quality data, analysis and interpretation, Lewis Publishers, CRC Press, U.S.A, 397p.
2- Liu D.H.F. and Liptak B.G. (1999). Environmental Engineering Handbook, CRC Press LLC, ISBN: 0849321573
3- Stiefel R.C. and Busch, L.L. (1983). Surface water quality monitoring. Surface Mining Environmental Monitoring and Reclamation Handbook, L.V.A. Sendlein, H. Yazicigil and C.L. Carlson (Eds.), Elsevier Science Publishing Co., Inc., New York, pp. 189-212.
4- Watson, I. And Burnett, A.D. (1993). Hydrology an Environmental approach, Buchanan Books, Cambridge, Ft. Lauderdale, 702p.
5- Williams, R.E. (1975). Waste production and disposal in mining, milling, and Metallurgical industries, Miller-Freeman Publishing Company, San Francisco, California, 489p.
6- Walter Geller, Helmut Klapper, Wim Salomons, (2011). Acidic Mining Lakes: Acid Mine Drainage, Limnology and Reclamation (Environmental Science and Engineering / Environmental Science,Springer, 450 pages , ISBN-10: 3642719562

ارزیابی اثرات زیست محیطی معدنکاری وفرآوری مواد معدنی	تعداد واحد ۳ تعداد ساعت ۳۲	نوع واحد	جبرانی نظری	درس پیش‌نیاز ندارد
عنوان درس به انگلیسی **Environmental Impact Assessment (EIA) of Mine Projects**	آموزش تکمیلی عملی: دارد□ ندارد■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه□ سمینار□			

اهداف کلی: آشنایی با اثرات زیست محیطی پروژه‌های معدنی بر محیط زیست و روشهای کاهش و تقلیل آثار سوء آنها

اهداف رفتاری: آشنایی با اثرات آلاینده های فرآیندها ی اکتشاف استخراج وفرآوری مواد معدنی و بستن معدن برآب ، هوا ،خاک و فون وفلور منطقه وتوسعه اجتماعی ، اقتصادی وفرهنگی محیط

سرفصل درس:

- روش ها و مدل‌های مختلف ارزیابی زیست محیطی و مراحل مختلف ارزیابی زیست محیطی،

گزینه‌های ارزیابی زیست محیطی

- پیش‌بینی و ارزیابی اثرات زیست محیطی در مرحلهٔ احداث پروژه و در فاز بهره‌برداری

- روشهای تخفیف آثار سوء زیست محیطی و آموزش

- کنترل و پایش زیست محیطی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
-	٪۲۵	آزمون نوشتاری ٪۵۰ عملکردی -	٪۲۵

منابع

۱- برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد (UNEP)، ارزیابی اثرات زیست محیطی، روشهای اساسی برای کشورهای در حال توسعه. مترجم: ریاضی، ۱۳۶۹.

۲- شریعت، محمود؛ ارزیابی اثرات زیست محیطی، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۳۶۹.

1- Russell Boulding, EPA Environmental Assessment Sourcebook, 1996.

2- 4- M. Evans, Anthony M. Evans, an Introduction to Economic Geology and Its Environmental Impact, 1997.

3- Gunter Schramm, Jeremy J. Warford, Environmental Management and Economic Development, 2000.

4- Guide Book for Evaluating Mining Project EIAs,Environmental Law Alliance Worldwide (ELAW), Eugene OR 97403 © 2010 by Environmental Law Alliance Worldwide All rights reserved Cover image: Bingham Canyon Mine, U.S. Library of Congress, by Andreas Feininger Page design and production by Joshua Keith Vincent
ISBN# 978-0-9821214-36,Environmental Law Alliance Worldwide (ELAW)

پردازش، فرآوری و کنترل ضایعات معدنی	تعداد واحد	نوع واحد	اصلی	درس پیش‌نیاز ندارد
	۳			
	تعداد ساعت		نظری	
	۴۸			
Treatment, Processing and Controlling of Mining Wastes	آموزش تکمیلی عملی: دارد□ ندارد■			
	سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه□ سمینار□			

اهداف کلی درس: مدیریت وکنترل ضایعات معدنی

اهداف رفتاری: آشنایی با روش های مختلف خنثی سازی و بی خطر سازی ضایعات خطر ناک در بخش معدن

سرفصل درس:

- بررسی خواص و مشخصات ضایعات معدنی اعم از خطرناک و غیره در مراحل مختلف معدنی
- بررسی امکان کاهش ضایعات در مبدا
- بررسی امکان بازیابی عناصر با ارزش معدنی از ضایعات معدنی
- بررسی خطرات ایمنی بهداشت وزیست محیطی در پردازش وفراوری مواد معدنی
- بررسی روش های مختلف بی خطر سازی ضایعات معدنی
- فیزیکی
- شیمیایی
- بیولوژیک
- روش های تصفیه زهاب اسیدی معدن
- روش‌های کنترل و ممانعت از تشکیل زهاب اسیدی معدن
- ممانعت از تشکیل زهاب‌های اسیدی معدن با پوشش‌های آبی و روش‌های بیولوژیکی
- روش‌های تصفیه زهاب اسیدی معدن
- سیستم‌های تصفیه فعال
- کانال‌های آهکی باز
- تصفیه با عامل‌های سولفیدی
- نقش میکروارگانیزم‌ها در تصفیه زهاب اسیدی معدن
- روش‌های تصفیه غیرفعال
- زه‌کش های آهکی بی هوازی غیرفعال
- اصول میکروبیولوژیکی احیا سولفات‌ها
- فرآیندهای تصفیه بیولوژیکی بر پایه باکتری‌های احیا کننده سولفات‌ها
- سیستم‌های تالاب برای تصفیه زهاب اسیدی معدن

- انواع تالاب‌ها (هوازی و غیرهوازی)
- طراحی سلول‌های تالاب
- تصفیه با دیوارهای زیست واکنشی
- سیستم‌های تصفیه ترکیبی
- تصفیه زهاب‌های قلیایی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
-	٪۲۵	آزمون نوشتاری	٪۲۵
		٪۵۰	
		عملکردی	
		-	

مراجع:

۱- دولتی اردجانی، فرامرز؛ شفائی تنکابنی، سید ضیاءالدین؛ میر حبیبی، علیرضا و بدیعی، خشایار (۱۳۸۴). *بیوتکنولوژی، ژئوشیمی زیست‌محیطی و مدیریت پساب‌ها: جلد اول- پساب‌های معدنی*، پژوهشکده صنایع رنگ ایران، چاپ دانشگاه صنعتی شاهرود، شابک: ۹۶۴۰۶۳۷۴۹۱

2- Russell D.L. (2006). Practical wastewater treatment, John Wiley & Sons, Inc., Publication, ISBN-13: 978-0-471-78044-1.

3- Skousen, J. (2002). Overview of passive systems for treating acid mine drainage. West Virginia University, center for agriculture, natural resources, and community development, 20 December 2002.

4- Viktória Feigl ((2011) Remediation of toxic metal contaminated soil and mine waste with combined chemical and phytostabilisation, Budapest

فرآیندهای تبدیل و انتقال جرم و مدل‌سازی	تعداد واحد	نوع واحد	اصلی	درس پیش‌نیاز ندارد
	۳			
	تعداد ساعت		نظری	
	۴۸			
Mass Conversion Transfer Processing and Model	**آموزش تکمیلی عملی:** دارد□ ندارد■			
	سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه□ سمینار□			

اهداف کلی درس: مکانیزم‌های انتقال آلاینده‌ها در فاز آبی

اهداف رفتاری: شناخت فرایندهای فیزیکی ، شیمیایی وبیولوژیکی در انتقال آلاینده ها به منابع آب وخاک

سرفصل درس:

الف- فرآیندهای تبدیل جرم

- **واکنش‌های روی سطوح جامد و پدیده جذب** (عوامل موثر بر فرآیند جذب، ایزوترم های جذب، راندمان/ درصد جذب، سینتیک جذب، مدل‌های سینتیکی

- **واکنش‌های تبادل کاتیونی/ جذب رقابتی** (ظرفیت تبادل کاتیونی، مکانیزم عمومی واکنش‌های تبادل کاتیونی، ضریب انتخاب یا گزینش پذیری، حالات مختلف واکنش های تبادل کاتیونی)

- **واکنش‌های انحلال و تشکیل رسوب** (مکانیزم عمومی واکنش های تشکیل رسوب، حاصل ضرب حلالیت، حاصل ضرب فعالیت یونی، شاخص اشباع)

- **واکنش‌های تشکیل کمپلکس**

- **فرآیندهای بیولوژیکی**

- **سایر فرآیندها** (واپاشی رادیواکتیو، واکنش های اسید- باز، واکنش هیدرولیز، واکنش های اکسیداسیون و احیا)

ب- فرآیندهای انتقال جرم

انتقال فاز آبی، انتقال فاز غیر آبی و انتقال فاز گازی

مکانیزم‌های انتقال آلاینده‌ها در فاز آبی

فرآیندهای فیزیکی (پهنرفت، نفوذ و پراکندگی)

فرآیندهای ژئوشیمیایی (جذب، تبادل کاتیونی، تشکیل رسوب، تشکیل کمپلکس، اکسیداسیون/ احیا)

فرآیندهای بیوشیمیایی (تجزیه میکروبی)

- **قوانین فیک برای نفوذ**

- **منابع تولید آلودگی، شرایط مرزی و اولیه در حل معادله انتقال جرم**

- **معادلات انتقال جرم** (معادله نفوذ، معادله نفوذ- پهنرفت، معادله پراکندگی – پهنرفت)

- **انتقال جرم واکنشی** (معادله انتقال جرم شامل فرآیند های پهنرفت و پراکندگی و واپاشی رادیواکتیو، معادله انتقال جرم شامل فرایندهای پهنرفت، پراکندگی، واپاشی رادیواکتیو و جذب)

- **فرمول‌های تحلیلی برای حالات خاص انتقال جرم**

- **حل عددی معادلات انتقال جرم در حالات مختلف**

- **معرفی نرم‌افزارهای مربوطه**

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
-	٪۲۵	آزمون نوشتاری	٪۲۵
		٪۵۰	
		عملکردی	
		-	

مراجع:

۱- دولتی اردەجانی، فرامرز؛ شفائی تنکابنی، سید ضیاءالدین؛ میر حبیبی، علیرضا و بدیعی، خشایار (۱۳۸۴). *بیوتکنولوژی، ژئوشیمی زیست‌محیطی و مدیریت پساب‌ها: جلد اول- پساب‌های معدنی*، پژوهشکده صنایع رنگ ایران، چاپ دانشگاه صنعتی شاهرود، شابک: ۹۶۴۰۶۳۷۴۹۱

۲- دولتی اردەجانی، فرامرز؛ شفائی تنکابنی، سید ضیاالدین (۱۳۸۸). *مدل‌سازی زمین زیست محیطی*، دانشگاه صنعتی شاهرود، شابک: ۹۷۸۹۶۴۷۶۳۷۶۳۳

3- Reddi, L.N. and Inyang, H.I. (2000). Geoenvironmental engineering, principles and applications, Marcel Dekker, Inc., New York, ISBN: 0-8247-0045-7.

4- Holzbecher E. (2007). Environmental modelling using MATLAB, Springer-Verlag, ISBN 978-3-540-72936-5.

5- Raymond Nen Yong, Abdel-Mohsen Onsy Mohamed, Benno P. Warkentin (1992). Principles of contaminant transport in soils, Elsevier, 1992 - Science - 327 pages.

ژئوشیمی زیست‌محیطی	تعداد واحد ۳ تعداد ساعت ۳۲	نوع واحد	جبرانی نظری	درس پیش‌نیاز ندارد
Environmental Geochemistry	آموزش تکمیلی عملی: دارد□ ندارد■ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه□ سمینار□			

اهداف کلی درس: ارائه اصول ژئوشیمیایی در مسائل زیست‌محیطی

اهداف رفتاری: کاربرد اصول شیمی و ژئوشیمی در پیش‌بینی تحول، تبدیل و انتقال آلاینده‌ها در پوسته زمین

سرفصل درس:

- مفاهیم و کلیات ژئوشیمی زیست‌محیطی

- ورود آلاینده‌ها به محیط زیست (مشخصات منابع تولید آلودگی، وضعیت مکانی تولید آلاینده، وضعیت زمانی تولید آلاینده، انواع آلاینده‌ها)

- واکنش‌های سینتیکی و تعادلی (کلیات و تعاریف، واکنش‌های سینتیکی، واکنش‌های تعادلی، ثابت‌های تعادل، قانون عمل جرم، فعالیت یون‌ها، ضریب فعالیت)

- تولید و انتقال ژئوشیمیایی عناصر کمیاب در باطله‌های سولفیدی/ ذغال‌سنگ (مطالعه عناصر اصلی و کمیاب، منشاء تولید عناصر، رفتار ژئوشیمیایی عناصر، همیستگی بین عناصر، غنی‌شدگی عناصر، ارتباط بین pH و عناصر)

- انتقال و تحول آلاینده‌های هیدروکربنی در سیستم آبخانه‌ای (بررسی فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی موثر در انتقال آلاینده‌های هیدروکربنی)

- مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب‌های معدنی (pH، Eh، دما، طبقه‌بندی آب‌های معدنی، خاصیت اسیدی، خاصیت قلیایی، سختی، تشکیل کمپلکس، تشکیل رسوب و حلالیت عناصر)

- فرآیندهای ژئوشیمایی موثر در تحول و انتقال آلاینده‌های محلول در آب

- تجزیه بیولوژیکی (کلیات و تعریف، واکنش‌های تجزیه بیولوژیکی یا فرآیندهای انتقال بیولوژیکی، مثال‌هایی از واکنش‌های انتقال بیولوژیکی، فعالیت‌های بیولوژیکی در محیط‌های زهاب اسیدی معدن، باکتری‌های آتوتروفیک و عوامل موثر بر فعالیت آنها، سینتیک بیولوژیکی، پارامترهای محیطی کنترل کننده اکسایش بیولوژیکی، مدل‌های بیولوژیکی، مدل مونود، مدل مغزه انقباضی برای فرآیندهای بیولوژیکی، مدل فعالیت باکتری‌های تیوباسیلوس فروکسیدان، باکتری‌های احیا کننده سولفات، مدل سینتیکی باکتری‌های احیا کننده سولفات)

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
-	٪۲۵	آزمون نوشتاری	٪۲۵
		٪۵۰	
		عملکردی	
		-	

مراجع:

۱- دولتی اردەجانی، فرامرز؛ شفائی تنکابنی، سید ضیاءالدین؛ میر حبیبی، علیرضا و بدیعی، خشایار (۱۳۸۴). *بیوتکنولوژی، ژئوشیمی زیست‌محیطی و مدیریت پساب‌ها: جلد اول- پساب‌های معدنی*، پژوهشکده صنایع رنگ ایران، چاپ دانشگاه صنعتی شاهرود، شابک: ۹۶۴۰۶۳۷۴۹۱

2- De Vivo B., Belkin H.E., Lima A. (2008). Environmental Geochemistry: Site Characterization, Data Analysis and Case Histories, Elsevier, 1st Edition

3- Berkowitz, B., Dror, I., Yaron, B. (2008). Contaminant Geochemistry. Interactions and Transport in the Subsurface Environment. XIV, 412 p.

4- Bethke, C.M., 2008, Geochemical and Biogeochemical Reaction Modeling. Cambridge University Press, 547 pp

5- Reddi, L.N. and Inyang, H.I. (2000). Geoenvironmental engineering, principles and applications, Marcel Dekker, Inc., New York, ISBN: 0-8247-0045-7.

6- Stumm, W. and Morgan, J. (1996). Aquatic chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters, John Willey, New York, 1022p.

7- Schnoor, J.L. (1996). Environmental modelling, fate and transport of pollutants in water, air and soil, John Wiley & sons, U.S.A, 682p.

8- Rossi, G. (1990). Biohydrometallurgy, McGraw-Hill Book Company GmbH, Hamburg, 609p.

9- Pankow, J.F. (1991). Aquatic chemistry concepts, Lewis Publishers, Chelsea, Mich., 673p.