



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

(بازنگری شده)

مقطع کارشناسی ارشد

زمین ساخت (تکتونیک)

گروه علوم پایه

کمیته علوم زمین



مصوبه هشتصد و پنجمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مورخ ۹۱/۶/۲۶

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه درسی مقطع کارشناسی ارشد رشته زمین ساخت (تکتونیک)

گروه: علوم پایه

رشته: زمین ساخت (تکتونیک)

مقطع: کارشناسی ارشد

شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی، در هشتصد و پنجمین جلسه مورخ ۹۱/۶/۲۶، برنامه درسی بازنگری شده مقطع کارشناسی ارشد رشته زمین ساخت (تکتونیک) را به شرح زیر تصویب کرد:

ماده ۱: برنامه درسی بازنگری شده مقطع کارشناسی ارشد رشته زمین ساخت (تکتونیک) از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند، لازم‌الاجراء است:

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

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

ماده ۲: این برنامه از تاریخ ۹۱/۶/۲۶ جایگزین برنامه درسی مقطع کارشناسی ارشد رشته علوم زمین گرایش تکتونیک مصوب یکصد و شصت و سومین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی مورخ ۷۸/۴/۲۵ شد و برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می‌شوند، لازم‌الاجراء است.

ماده ۳: برنامه درسی بازنگری شده مقطع کارشناسی ارشد رشته زمین ساخت (تکتونیک) در سه فصل: مشخصات کلی، جداول دروس و سرفصل دروس برای اجراء به دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی ابلاغ می‌شود.

رای صادره هشتصد و پنجمین جلسه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی مورخ ۹۱/۶/۲۶ درخصوص برنامه درسی بازنگری شده مقطع کارشناسی ارشد رشته زمین ساخت (تکتونیک):

۱. برنامه درسی بازنگری شده مقطع کارشناسی ارشد رشته زمین ساخت (تکتونیک) که از سوی گروه علوم پایه پیشنهاد شده بود، با اکثریت آراء به تصویب رسید.
۲. این برنامه از تاریخ تصویب به مدت پنج سال قابل اجراء است و پس از آن نیازمند بازنگری است.

جعفر میلی‌منفرد

نایب رئیس شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی



عبدالرحیم نوده‌ابراهیم

دبیر شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی

دروس دوره کارشناسی ارشد زمین ساخت (تکتونیک)

تعداد کل واحدهای درسی این دوره ۳۰ واحد به شرح زیر است:

الف) دروس الزامی ۱۴ واحد

ب) دروس اختیاری ۱۰ واحد

ج) پایان نامه ۶ واحد

جدول دروس الزامی

کد	نام درس	تعداد واحد	ساعات		
			نظری	عملی	جمع
۱۰۰	زمین شناسی ساختاری پیشرفته ۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۱۰۱	زمین شناسی ساختاری پیشرفته ۲	۲	۱۶	۳۲	۴۸
۱۰۲	زمین ساخت جهانی	۳	۴۸	-	۴۸
۱۰۳	لرزه زمین ساخت	۲	۱۶	۳۲	۴۸
۱۰۴	بافت ساختار	۲	۱۶	۳۲	۴۸
۱۰۵	مدل سازی زمین ساختی	۲	۱۶	۳۲	۴۸



جدول درس های اختیاری

کد	نام درس	تعداد واحد	ساعات		
			نظری	عملی	جمع
۱۰۶	زمین شناسی ساختاری کاربردی	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۱۰۷	زمین شناسی کواترنری	۲	۳۲	-	۳۲
۱۰۸	کاربرد مکانیک سنگ در زمین ساخت	۲	۳۲	-	۳۲
۱۰۹	نوزمین ساخت و ریخت زمین ساخت	۲	۳۲	-	۳۲
۱۱۰	کاربرد زمین فیزیک در زمین ساخت	۲	۳۲	-	۳۲
۱۱۱	زمین ساخت ایران	۲	۳۲	-	۳۲
۱۱۲	زمین شناسی و زمین ساخت خاورمیانه	۲	۳۲	-	۳۲
۱۱۳	کانه زایی و زمین ساخت	۲	۳۲	-	۳۲
۱۱۴	کاربرد دورسنجی و سامانه اطلاعات جغرافیایی در زمین شناسی	۲	۱۶	۳۲	۴۸

* دانشجو باید ۱۰ واحد دروس اختیاری خود را از جدول فوق اخذ کند.



به نام خدا

برنامه دوره کارشناسی ارشد زمین ساخت (تکتونیک)

مقدمه

با توجه به تغییر تعداد واحدهای دوره کارشناسی ارشد زمین شناسی، بازنگری چهارچوب درس ها و سرفصل های دوره کارشناسی ارشد زمین ساخت به کمیته برنامه ریزی علوم زمین واگذار شد. سرفصل های دروس این دوره، که در دهه ۱۳۶۰ تهیه شده بود، مورد بررسی و اصلاح اولیه قرار گرفت و جهت اظهارنظر برای همه استادان شناخته شده این گرایش در دانشگاه های کشور ارسال شد. بسیاری از همکاران نظرات پیشنهادی و اصلاحی خود را به کمیته ارسال داشتند و تلاش گردید تا حد امکان نظر این اساتید و خبرگان رشته در برنامه و سرفصل ها اعمال شود. برخی از همکاران بر حفظ تعداد واحدهای درسی و طول دوره تاکید داشتند که با توجه به مصوبه کمیته برنامه ریزی که شامل همه گرایش های علوم پایه می شود، انجام این درخواست امکان پذیر نبود. در مقابل درخواست برخی دیگر از همکاران برای افزودن عملیات صحرائی در سرفصل تعدادی از درس ها اعمال شد. درسی با عنوان "کاربرد دورسنجی و سامانه اطلاعات جغرافیایی در زمین شناسی" نیز با توجه به پیشنهاد همکاران به فهرست درس های اختیاری اضافه شد.



اهداف دوره

دانشجویان دوره کارشناسی زمین شناسی که با مفاهیم پایه زمین شناسی ساختاری و زمین ساخت در درس های الزامی زمین شناسی ساختاری و زمین ساخت، آشنا شده اند، وارد این دوره می شوند

تا بر دانسته ها و مهارت های خود در زمینه ساختارهای پوسته زمین (در مقیاس های جهانی تا میکروسکوپی)، سازوکارهای دگرشکلی، نیروهای پدیدآورنده جنبش های زمین ساختی، روش های تحلیل تنش و کرنش، رفتار سنگ در برابر تنش و ماهیت زمین شناختی زمین لرزه، بیافزایند. دانش آموختگان این دوره باید بتوانند این مهارت ها را در تحلیل ساختارهای شکننده (brittle) و شکل پذیر (ductile)، تحلیل گسلش و چین خوردگی، و تحلیل ویژگی های زمین ریختی ساختارهای جنبه به کار بندند. این تحلیل ها در اکتشاف و استخراج منابع نفت، گاز و منابع معدنی، و برآورد خطر زمین لرزه کاربرد دارند. مورد اخیر به ویژه در کشور ایران که خطر رخداد زمین لرزه در آن بالا است، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. دانش آموختگان این دوره باید بتوانند در دوره دکترای زمین شناسی در داخل و خارج از کشور ادامه تحصیل دهند.



چارچوب تدوین سرفصل درس

عنوان درس به فارسی: زمین شناسی ساختاری پیشرفته (۱)	تعداد واحد: ۳	تعداد ساعت: ۶۴	نوع واحد:	جبرانی	نظری	دروس پیشنهادی: ندارد
				پایه	عملی	
					نظری	
				الزامی	عملی	
					۲نظری	
				اختیاری	۱عملی	
					نظری	
					عملی	

آموزش تکمیلی عملی:	☒ دارد	☐ ندارد
سفر عملی	☒ کارگاه	☐ آزمایشگاه
	☐ سمینار	

عنوان درس به انگلیسی:

Advanced structural geology (1)

اهداف کلی درس:

تکمیل دانسته ها در زمینه تنش، کرنش و روانه شناسی در سنگ ها؛ آشنایی بیشتر با روش های محاسباتی و ترسیمی تحلیل تنش و کرنش؛ آشنایی با تنش و کرنش سه بعدی



سرفصل یا روئوس مطالب:

آ: نظری

پیشگفتار

تعریف های پایه و مبانی زمین شناسی ساختاری، هدف ها، جایگاه زمین شناسی ساختاری در دانش زمین، کاربردهای زمین شناسی ساختاری، ترازها و روش های گوناگون بررسی های ساختاری، آشنایی با جبر و ریاضیات پایه (جبر برداری، تنسورها، مثلثات و مانند آن) برای زمین شناسی ساختاری.

تنش

تعریف نیرو، ترکشن، تنش سطحی و تنسور تنش، مولفه های تنش، تنش دو بعدی، تجزیه تنش ها، نمودار موهر برای تنش، متغیرهای تنش، انواع تنش ها (تک محوری، دو محوری، سه محوری و مانند آن)، تنش میانگین، فشار ایستابی (hydrostatic)، فشار سنگ ایستابی (lithostatic)، اثر فشار سیالهای متفذی، تنش سه بعدی، دایره موهر سه بعدی برای تنش، محورهای اصلی تنش، متغیرهای تنش سه بعدی، سطح های برشی پیشینه، بیضوی تنش، فشار هیدروستاتیک، تنش انحرافی، خط گذرهای تنش (stress trajectories)، روش های اندازه گیری پراکندگی تنش، نمونه هایی از حالت های تنش در سنگ.

کرنش

تعریف دگرشکلی و رده بندی های آن (جابجایی، چرخش، کرنش، تغییر حجم)، برش ناب و برش ساده، تاوایی (vorticity)، پارامترهای کرنش، کرنش دوبعدی، کرنش همگن و ناهمگن، کرنش پیوسته و ناپیوسته، کرنش جزئی (infinitesimal) یا بسیار کوچک، کرنش افزایشی، کرنش محدود (finite strain)، کرنش بُرشی، بیضی کرنش، نمودار موهر برای کرنش، متغیرهای کرنش، روش های ترسیمی بیضی های کرنش پایانی، شواهد زمین شناختی دگرشکلی دو بعدی، دگرشکلی پیشرونده، گذار دگرشکلی، کرنش سه بعدی، نمودار فلین، بهره برداری از نمودار موهر برای نمایش حالت های کرنش، روش های ترسیمی ثبت مولفه های کرنش پایانی، ارتباط بین دگرشکلی پیشرونده دو بعدی و سه بعدی، محاسبه کرنش در سنگ های دگرشکل شده، نمونه هایی از پراکندگی کرنش در سنگ.

ارتباط بین تنش و کرنش (روانه شناسی)

آهنگ کرنش، رفتار سنگ ها در شرایط مختلف آزمایشگاهی (کشسان، خمیری، گرانرو، کشسان-گرانرو، گرانرو-کشسان، خزش قانون نمایی (power law creep))، رفتار مکانیکی سنگ ها، واکنش سنگ ها در برابر تنش، ویژگی های عمومی سنگ ها، مراحل مختلف دگرشکلی، رفتار شکل پذیر (ductile)، رفتار شکننده (brittle)، رشد گسلها و شکستگی ها، تابع های تنش و استفاده از آن در حل مسائل گسلش، مفهوم تقارن و محورهای زمین ساختی.

ب: عملی

تنش

استفاده از دایره موهر برای حل انواع مسائل تنش، مسائل تنش تک محوری، دومحوری و سه محوری، اثر فشار سیالهای منفذی، محاسبه محورهای اصلی تنش و سطح های برش پیشینه، مسائل خط گذرهای تنش.



کرنش

بررسی شکل های گوناگون دگرریختی و محاسبه آن ها به کمک جعبه بُرش (shear box) و دسته مقوا، محاسبه کرنش نهایی در سنگ ها، روش های محاسبه بیضوی کرنش، محاسبه مولفه های کرنش از بیضوی کرنش، محاسبه دگرشکلی در ساختار غیرکروی آغازین، روش های مختلف اندازه گیری کرنش از فسیلهای دگرشکل شده، محاسبه کرنش از چین ها، بودین ها و مانند آن ها. صحرائی: بررسی پدیده های تنش و کرنش در سنگ، انجام بررسی صحرائی (دست کم سه روز) و تهیه گزارش بازدید صحرائی.

منابع فارسی:

- ۱- قاسمی، م.ر.، ۱۳۸۷، پایه های زمین شناسی ساختمانی، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور، ۳۲۰ ص.

منابع انگلیسی:

- 1- Fossen, H., 2010, Structural geology. Cambridge University Press, 480 p.
2- Ragan, D.M., 2009, Structural Geology, An introduction to geometrical techniques., Fourth Edition, John Wiley & Sons INC., New York, 393p.



چارچوب تدوین سرفصل درس

عنوان درس به فارسی: زمین شناسی ساختاری پیشرفته (۲)	تعداد واحد: ۲	نوع واحد:	جبرانی	نظری	دروس پیش نیاز: زمین شناسی ساختاری پیشرفته (۱)
			پایه	عملی	
				نظری	
			الزامی	عملی	
				انظری	
			اختیاری	اعملی	
				نظری	
				عملی	
عنوان درس به انگلیسی: Advanced structural geology (2)					
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد					
سفر عملی ☒ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

اهداف کلی درس:

تکمیل دانسته ها درباره چین ها، گسل ها، خطوارگی و برگوارگی؛ آشنایی دقیق تر با هندسه و جنبش شناسی چین ها؛ شناسایی انواع گسل ها و محیط های زمین ساختی آن ها؛ تحلیل جنبش شناختی و پویا شناختی گسل ها



سرفصل یا رئوس مطالب:

آ: نظری

چین ها

مبانی رده بندی چین ها، تشریح اجزای یک سطح چین خورده در دو بعد و سه بعد، سامانه چین ها، واژه های توصیفی لازم برای مشخص نمودن وضعیت چین ها، ارتباط سطوح مجاور در چین ها، رده بندی هندسی چین ها (با تاکید بر رده بندی Ramsay - خط های یک شیب)، چین های استوانه ای و نالاستوانه ای، چین های کمانشی (buckling)، پراکندگی انواع کرنش در لایه های خمیده، پراکندگی کرنش در همبری لایه های خمیده، چین های همانند و مسایل چین خوردگی برشی، بررسی هندسی چین های همانند (مشابه) در سامانه های دو بعدی و سه بعدی، مولفه های دگرشکلی برشی و فشاری در چین های همانند، پراکندگی نوارهای شکنجی، چین های جناقی، چین های هم یوغ (مقاطع)، چین های موازی، چین های لغزشی خمشی (flexural slip)، سازوکارهای دیگر چین خوردگی، پراکندگی کرنش و دگرشکلی های همراه، تشریح چین های خمشی لغزشی تخت (flattened)، سازوکار چین خوردگی تک لایه ای (ارتباط سستبرای لایه و طول موج، تاثیر گرانشی، چین های هلالی (cusate lobate)، دگرریختی پیشرونده لایه ها در چین خوردگی)، چین خوردگی چند لایه ای (ویژگی های چین های چند لایه ای در ارتباط با انگاره خمش تک لایه ای، دگرریختی چین ها نسبت به فاصله لایه های پرقوام، شکل چین های

چند لایه ای، گسترش چین ها مستقل از نیروهای گرانشی، گسترش چین ها زیر تاثیر نیروهای گرانشی، شکل گیری هندسی چین های جناقی از شکنج های متقاطع، گسترش همزمان دو نوار شکنج (kink band)، سازوکارهای تجمعی و انتشار شکنج های متقاطع، هندسه نوارهای شکنجی و محورهای تنش)، چین خوردگی دوباره (طبیعت چین های فرانهاده (دوباره)، چین خوردگی سطح های ناموازی، الگوهای تداخلی دو گامه چین خوردگی در سطح و برش، شکل های هندسی چین های آغازین دگرریخت شده، اصول بررسی در مناطق با چین خوردگی دوباره، کاربرد طرح های S ، M ، Z یا W برای توصیف چین خوردگی، بررسی الگوهای تداخلی از ترکیب موردهای M ، Z ، S در چین های دوباره، تشریح چند نمونه چین خوردگی دوباره، تحلیل هندسی چین خوردگی دوباره با روش های تصویری (استریونت)، اشاره به فرایند و سازوکار دیابیرسم، سازندهای دیابیری و پهنه های دیابیری ایران.



شکستگی ها و گسلها

تعریف حالت های اصلی ترک (crack theory)، انواع اصلی گسلها (عادی، معکوس و راستالغز) و ویژگی های محیط زمین ساختی هر دسته از این گسلها، برش های متوازن (balanced cross-sections)، شکست تُرد و سازوکار شکل گیری گسلها و شکستگی ها در سنگ ها، نمایش دایره موهر برای شکست در شرایط مختلف، چگونگی مشخص نمودن مناطق پایدار و ناپایدار در برابر شکستگی با دایره موهر، ضریب اصطکاک داخلی، چسبندگی و قانون کولومب و چگونگی مشخص نمودن هر یک با دایره موهر، بررسی چگونگی ایجاد انواع شکستگی های فشاری، کششی و برشی در شرایط آزمایشگاهی، بررسی سامانه شکستگی ها در طی دگرریختی با سازوکار برش ناب (pure shear)، بررسی سامانه شکستگی ها طی دگرشکل با سازوکار برش ساده (simple shear)، رابطه سطح های برشی پیشینه با محورهای تنش و کرنش در هر یک از آن ها، مرتبه (order) های گوناگون گسترش شکستگی ها، بررسی آثار فشار شاره های روزنی در شکل گیری گسلها، رده بندی و نامگذاری انواع شکستگی ها (درزه ها، گسلها)، نامگذاری انواع درزه های همراه با انواع چین ها و نمایش پراکندگی آن ها روی استریونت، رگه ها، رگه های هم محور (syntaxial)، یاد محور (antitaxial) و آمیخته (mixed mode)، کاربرد انواع رگه ها، مرور پارامترهای مشخص گسلها (شیب، ریک، بردار لغزش، بافت، پهنه گسستگی و مانند آن). بررسی آثار سطح گسلها و سازوکار و کاربرد هریک از انواع نشانگرهای سوی برش و شکستگی ها در تشخیص نوع و جهت حرکت گسلها. بررسی سامانه گسلهای ممکن در سازوکار فشاری یا برش ناب. بررسی سامانه گسلهای ممکن در سازوکار برش ساده، پهنه های برش، (تشریح هندسی و رابطه های هندسی گسستگی ها)، خمیدگی سطح گسلها و دلیل های آن، شکل های گوناگون ترکیب سامانه های مختلف گسلها، تشریح هندسی شکل های مختلف کننده های گسلی، تشخیص و بررسی انواع حرکت های چرخشی در گسلهای گوناگون، انگاره اندرسن، گسلهای هم یوغ، جنبش شناسی و پویش شناسی گسلها (روش های برآورد دیرینه تنش).

برگوارگی و خطوارگی

تعریف، توصیف انواع خطوارگی، تحلیل جنبش شناختی و پویش شناختی برگوارگی و خطوارگی، ارتباط با دیگر ساختارها، بودین ها و مالیون ها.

ب: عملی

دفتری: روش کمان و شکنج برای تهیه برش چین ها، روش های متوازن کردن برش های ساختاری، روش های تحلیل جابجایی بر روی گسلها، روش های جنبش شناسی و پویش شناسی گسلها (برآورد دیرینه تنش).

صحرائی: بررسی چین ها و گسلها در برش های ساختاری، انجام بررسی صحرائی (دست کم سه روز) و تهیه گزارش بازدید صحرائی.

منابع فارسی:

- ۱- قاسمی، م.ر.، ۱۳۸۷، پایه های زمین شناسی ساختمانی، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور، ۳۲۰ص.
- ۲- سامانی، ن. یزدجردی، ک.، ۱۳۸۸، تحلیل و سنتز ساختاری، مرکز نشر دانشگاهی، ۲۲۸ص.

منابع انگلیسی:

- 1- Fossen, H., 2010, Structural geology. Cambridge University Press, 480 p.
- 2- Ragan, D.M., 2009, Structural Geology, An introduction to geometrical techniques., Fourth Edition, John Wiley & Sons INC., New York, 393p.
- 3- Ramsay, J.G. and Huber, M.I., 1987, The Techniques of Modern Structural Geology, Vol. 2. Fold and Fractures, Academic Press, London, pp. 309-700.



چارچوب تدوین سرفصل درس

عنوان درس به فارسی: زمین ساخت جهانی عنوان درس به انگلیسی: Global tectonics	تعداد واحد: ۳ تعداد ساعت: ۴۸	نوع واحد:	جبرانی	نظری	دروس پیش نیاز: ندارد
				عملی	
			پایه	نظری	
				عملی	
			الزامی	نظری ۳	
				عملی	
			اختیاری	نظری	
				عملی	

آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد			
☐ سفر عملی	☐ کارگاه	☐ آزمایشگاه	☐ سمینار

اهداف کلی درس:

تکمیل دانسته ها در زمینه ساختار صفحه های زمین ساختی، انواع مرزهای بین آن ها و جنبش شناسی آن ها؛
آشنایی با پیوند بین زمین ساخت و شاخه های دیگر علوم زمین.



سرفصل یا رونوس مطالب:
کلیات

تعریف، هدف، اصول، اهمیت، کاربرد، ساختار کره زمین، زایش پوسته قاره ای آغازین، تفاوت های بنیادی پوسته های قاره ای و اقیانوسی، زمین ساخت جهانی (انگاره های انقباض، رانش قاره ها، زمین ناودیس، چرخه زمین ناودیدی، جریان های همرفت، زمین ساخت زاد، زمین ساخت صفحه ای)، جابجایی قاره ها، رده بندی زمین ساختی سنگ کره و پوسته، انگاره همستادی و رسیدن به تعادل همستادی، دگرشکلی پوسته زمین، زمین ساخت صفحه ای و خشکی زایی، علت رویداد خشکی زایی، الگوهای چهارگانه مربوطه، خشکی زایی اقیانوس ها.

تکامل زمین ساختی

پهنه های پایدار کهن زمین (پهنه های دگرگونی پایدار آرکنن، کمربندهای سنگ سبز (Greenstone belts) آرکنن، تکامل پوسته زمین آرکنن و پروتروزویک، کوهزایی پان آفریکن، کوهزایی هرسن نین، تکه تکه شدن پانجه آ، کوهزادهای حاشیه پایدار تیپ اطلس، حاشیه ناپایدار تیپ کوردیلر، حاشیه ناپایدار تیپ آند، حاشیه های باقیمانده تیپ جزیره های کمائی، کوهزاد آلپ- هیمالیا (گندوانا، کیمبرین، لوراسیا).

مرزهای واگرا

گسترش بستر اقیانوس ها و سازوکار آن، شواهد موجود، حاشیه سازنده (واگرا) قاره ها (درون قاره ای و کرانه قاره ای، درون اقیانوسی) و ساخت های مربوطه، انواع حوضه های حاشیه ای و الگوهای زایش آن ها، حاشیه های کم اثر و ساخت های مربوطه، اولاکوژن ها، مجموعه سنگی-زمین ساختی در پیوند با مرزهای واگرا، ردگذر نقطه های داغ.

مرزهای همگرا

لبه های ویرانگر (همگرا) و ساخت های مربوطه، تقسیم بندی انواع لبه های فرورانش، مجموعه سنگی-زمین ساختی در پیوند با مرزهای همگرا، فرایندهای کوهزایی، ابرکوهزادهای کره زمین، زمین ساخت صفحه ای و کوهزایی، زمین ساخت صفحه ای و الگوهای کوهزایی و گامه های آن، انواع کوهزایی (کوردیلری، آندی و هیمالیایی)، الگوی دگرشکلی قاره ای (دگرشکلی های پیوسته، انگاره خط لغزش، الگوی پهنه نازک خمیری)، تورانش (indentation)، بیش بوم و پس بوم، زمین ساخت واژگون (inversion tectonics)، انواع فرورانش (تیپ یا تنش بالا و تیپ یا تنش پایین)، ویژگی ها، اختلاف ها و چگونگی تکامل آن ها از یک قطب به قطب دیگر (الگوهای تکاملی، لنگری، لنگری تصحیح شده)، کاربرد این الگوها، فرسایش زمین ساختی در پهنه های فرورانش، سازوکار جنبش صفحه ها و علت آن، انواع نیروهای موجود حرکت دهنده صفحه ها، کمربندهای چین-راندگی همساز و ناهمساز، بافت های ترابری پهنه های نابرجا، تغییر شیب فرورانش و اثرهای آن (افزایش و کاهش سرعت فرورانش)، اثر گوشته زمین در این تغییرات، پهنه عادی چرخش، پس راندگی، وارون شدگی پهنه فرورانش، انگاره های در پیوند با سازوکار و تکامل وارون، وارون شدگی به سبب جنبش گوشته زمین، اثر وارون شدگی در روی زمین و ساخت های ایجادشده (پهنه ریشه، پهنه چرخشی بی ریشه، پهنه چرخشی پوشیده)، زمین ساخت نازک پوست و ستبرپوست، انواع برخوردها، انواع زمیندرزها، پیشرفت زمیندرزها، برخورد پیچیده، شیوه های برخورد و الگوهای گوشته زمین، انواع کمربندهای برخوردی، زمین ساخت میان صفحه ای، زمین ساخت گرانشی، زمین ساخت پانه ای، آمیزه ها، زمین ساخت و زمین فیزیک رشته کوه ها.

مرزهای راستالغز

مجموعه سنگی-زمین ساختی در پیوند با مرزهای راستالغز، چرخش خردصفحه ها

رابطه زمین ساخت با شاخه های دیگر علوم زمین

تعریف های مربوطه، زمین ساخت صفحه ای و رخساره های رسوبی، زمین ساخت صفحه ای و دگرگونی، زمین ساخت صفحه ای و ماگماتیسم، زمین ساخت صفحه ای و کانه زایی، ساختگاه ژئودینامیکی چهار گروه دگرگونی در زمین ساخت صفحه ای و چگونگی تشخیص و جدایش آن ها از یکدیگر، ایران از دیدگاه زمین ساخت جهانی از پركامبرين تاكنون.



کار دفتری

خواندن دست کم سه مقاله به زبان خارجی و آرایه مقالات خوانده شده از سوی دانشجویان در طول ترم در کلاس. بررسی پهنه های برخوردی ایران (در زاگرس و سندج-سیرجان)

منابع فارسی:

۱- مَر، ف. و مدبری، س.، ۱۳۸۰، زمین ساخت صفحه ای و فرایندهای زمین شناختی. انتشارات کوشامهر، ۴۶۷ص.

منابع انگلیسی:

1-Kearey, P.K., Klepeis, K.A., and Vine, F.J., 2009, Global tectonics. Wiley-Blackwell, 482 p.

- 2-Mac Niocaill, C., and Ryan, P.D., 1999, Continental tectonics. Geological Society of London Special Publication NO.164, 341 p.
- 3-Vander Pluijm B.A and Marshak.S, 2004. Earth structure: An introduction to structural geology and tectonics, 2nd Edition.



چارچوب تدوین سرفصل درس

عنوان درس به فارسی: لرزه زمین ساخت عنوان درس به انگلیسی: Seismotectonic	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۴۸	نوع واحد:	جبرانی	نظری	دروس پیشنهادی: ندارد
				عملی	
			پایه	نظری	
				عملی	
			الزامی	انظری	
				اعملی	
			اختیاری	نظری	
				عملی	
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد ☐ سمینار ☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه ☐ سفر عملی					

اهداف کلی درس:

آشنایی با ویژگی های گسل های جنب، گسلش زمینلرزه، پارامترهای زمینلرزه و گسلش، آشنایی اولیه با روش های تحلیل خطر زمینلرزه، لرزه زمین ساخت ایران.



سرفصل یا رونوس مطالب:

آ: نظری

کلیات

تعریف، انواع، کاربرد، لغزش های پایدار (بیلرزه) و چسبنده (لرزه ای)، گسلهای شکننده و شکل پذیر، گروه گسل سنگ های تنش آواری، گروه گسل سنگ های مؤمستگی (میلونیتی)، نقش اصطکاک در گسلش.

ویژگی های روی زمین گسلها

سیما، افرازهای گسل، فروگاهی افرازهای گسل، شناسایی، اندازه و سازوکار گسلها، دسته بندی گسلها و ارزیابی توان گسلش و لرزه زایی، چین خوردگی در پیوند با گسلش، حریم گسلهای لرزه زا، لغزش های میان لایه ای، گسلش همدرد، خزش گسلش، دگرریختی های محلی و ناحیه ای در پیوند با جنبش گسلهای لرزه زا، بردار لغزش در رویه گسلها.

ویژگی های ژرفای گسلها

رفتار گسلها در ژرفا، گسلهای نهان (blind) و پنهان (concealed)، سرچشمه زمینلرزه ها در ژرفا، الگوی سدهای جنبشی و تکه های پایدار، چگونگی گسترش جنبش گسلها (نبودها، خم ها)، گسلش های کهن.

زمینلرزه و زمین

خاستگاه زمینلرزه ها در کره زمین (انواع حاشیه های واگرا، همگرا و راستالغز)، چین خوردگی زمینلرزه ای، زمینلرزه و جنبش گنبدیهای نمکی جنب، زمینلرزه های توخته، زمینلرزه و زمینلغزه، صداها و نورهای زمینلرزه، زمینلرزه و کوهزایی، زمینلرزه و پوسته و گوشته زمین.

پیش بینی زمینلرزه ها

تعریف پیش بینی زمینلرزه، پیش بینی کوتاه مدت، میان مدت و درازمدت زمینلرزه، پیش نشانگرهای زمینلرزه (لرزه خیزی زمینه، تغییر سرعت موج های لرزه ای، تغییرات کجی و بلندی زمین، تغییرات تراز آب زیرزمینی، تغییرات دما، تغییرات الکترومغناطیسی، تغییرات مقاومت الکتریکی، آزاد شدن گاز رادون)

پارامترهای زمین لرزه و گسلش و برآورد خطر زمینلرزه

تعریف، راه های بررسی، کاربرد، گونه های مهم زمینلرزه، پارامترهای سرچشمه، اندازه و میزان خطای موجود در آن ها، بزرگا و گونه های مختلف آن، شدت، رابطه های تجربی موجود میان درازای گسل، بزرگا و شدت زمینلرزه (توان لرزه زایی گسلها)، موج های زمینلرزه (پیکری، سطحی) علت رویداد زمینلرزه (انگاره بازجهش کشسان، رویداد زمینلرزه ها، انگاره گشادگی سنگ های پوسته زمین)، افت تنش، گشتاور لرزه ای، کاهش انرژی لرزه ای، شتاب گرانش زمین، و رابطه های موجود، الگوهای جفت نیرو و جفت دوگانه، سازوکار ژرفی گسلش زمینلرزه ها، دیرینه لرزه شناسی، زمینلرزه های تخته و گونه بندی آن، زمینلرزه های آتشفشانی، انفجارهای هسته ای، ماه لرزه ها، مهندسی زمینلرزه، پایه های تحلیل خطر زمینلرزه، آشنایی با برخی نرم افزارهای مربوط به تحلیل خطر زمینلرزه.

لرزه زمین ساخت ایران زمین

زمینلرزه های باستانی، تاریخی و دوره دستگاهی زمینلرزه های ایران زمین، سازوکار چیره در گسلش زمینلرزه های ایران.



ب: عملی

کار دفتری

بررسی موج ها در لرزه نگاشت ها، شناسایی موج های S ، P و موج های سطحی، دیدن لرزه نگاشت ها و شتاب نگاشت ها و طرز کار آن ها، تمرین و محاسبه چند سازوکار کانونی گسلش زمینلرزه ها با استفاده از موج های P و استریونوت، چگونگی کشیدن صفحه گسل و صفحه کمکی، خواندن دست کم سه مقاله به زبان خارجی و ارایه مقالات خوانده شده از سوی دانشجویان در طول ترم در کلاس.

کار روی زمین

بررسی دگرریختی نهشته های کواترنری، گسلهای کواترنری و لرزه زا در چند نقطه زمین.

منابع فارسی:

- ۱- بربریان، م. ۱۳۷۴، نخستین کاتالوگ زلزله و پدیده های طبیعی ایران زمین، جلد نخست: خطرهای طبیعی پیش از سده بیستم، شرکت انتشارات احیا کتاب، ۶۶+۶۰۳ ص.
- ۲- پورکرمانی، م. و آراین، م. ۱۳۷۶، ساینموتکتونیک (لرزه زمین ساخت)، انتشارات علوی، ۲۸۴ ص.

منابع انگلیسی:

- 1- McCalpin, J.P. (ed.), 2009, Paleoseismology. Academic Press, 613 p.
- 2- Udias, A., and Buform, E., 1991, Source mechanism and seismotectonics. Birkhauser, 216 p.

چارچوب تدوین سرفصل درس

عنوان درس به فارسی: بافت ساختار عنوان درس به انگلیسی: Petrofabrics	تعداد واحد: ۲	نوع واحد:	جبرانی	نظری	دروس پیشیناز: زمین شناسی ساختاری پیشرفته ۱ و ۲
	تعداد ساعت: ۴۸		پایه	عملی	
				نظری	
			الزامی	عملی	
				انظری	
			اختیاری	اعملی	
				نظری	
				عملی	
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد					
سفر عملی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

اهداف کلی درس:

آشنایی با مفهوم های بافتی و ریزساختاری سنگ ها؛ شناسایی پیوند بین دگرگونی و دگرریختی در سنگ ها؛ شناسایی ویژگی های بافتی و جنبش شناختی سنگ ها در پهنه های برش.



سرفصل یا روئوس مطالب:

نظری:

تعریف ها، تعیین و تفسیر مراحل دگرشکلی، رابطه بین مراحل دگرشکلی و رویدادهای دگرگونی. تعریف بافتار (fabric)، بافت (texture)، ریزساخت (microstructure)، تبلور، بازتبلور، بازیابی (recovery)، جریان و دگرشکلی، دگرشکلی و کرنش، کشنده بافتار (fabric attractor)، روانه شناسی (rheology). سازوکارهای دگرشکلی، شکستگی شکننده-تنش آوری، انحلال و نهشتگی، کاستی های شبکه بلوری کانی ها (نقطه ای، خطی و صفحه ای)، دگرریختی درون بلوری، دوقلویی و شکنجی شدن (twinning and kinking)، بهبود، بازبلور (ایستا و پویا)، خزش یخشی حالت جامد، جریان دانه ای، فراخمیرش، خزش ناباروهرینگ، خزش کابل، خزش هارپر-ذر، خزش انحلالی، دگرشکلی برخی کانی های مهم سنگ ها (کوارتز، کلسیت، فلدسپار، الیون)، قانون های جریان و نقشه های سازوکار دگرشکلی (deformation map)، دیرینه پیرومترها، تنش سنجی و دماسنجی به کمک ریزساختار.

توصیف، انواع، سازوکارهای شکل گیری، روش برداشت و تحلیل برگوارگی، خطوارگی، خط ساخت سنگ (L-tectonites) و رویه ساخت سنگ (S-tectonites)، جهت یافتگی ترجیحی شبکه بلورشناختی. برگوارگی ها (رخ، شیست وارگی، گنیس وارگی، استیلولیت، کنگره ای)، ریزچین ها، شکنج ها (kink) و نوارهای شکنجی (kink band)، ریز گسلها، سازوکارهای تشکیل این عناصرهای صفحه ای. پهنه های برش، انواع پهنه های برش (تاب، ساده، عمومی)، گسل سنگ های شکننده، مومسنگ ها (میلونیت ها)، فیلونیت ها، شاخص های سوی برش، بافت S-C و S-C'، ماهی میکا، چین های نیامی، انواع دنباله های شکفته بلورها.

جاهای بازشدگی، رگه ها، سایه های کرنش، لبه ها (fringes)، بودین ها.

شکفته بلورها و حاشیه‌های واکنش (reaction rims)، پورفایرولست‌های پیش از زمین ساخت، همزمان با زمین ساخت، بین زمین ساخت و پس از زمین ساخت، تعیین رابطه بین رویدادهای دگرگونی، ماگمایی و دگرریختی، خم‌های گذار فشار-دما-زمان (PTt path).
 ساختارهای اولیه در سنگ‌های آذرین و رسوبی.
 سنجنده‌های تنش و کرنش در سنگ‌ها (natural microgauges)

عملی:

آشنایی با روش‌های بررسی ریزساختار با میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی، بررسی انواع یافت‌های میکروسکوپی در سنگ‌ها، اندازه‌گیری و برداشت ساخت‌های جهت‌دار صفحه‌ای و خطی در نمونه‌های دستی و نمونه‌های میکروسکوپی، روش برداشت نمونه‌های جهت‌دار، آشنایی با یونبورسال استیج و چگونگی بررسی‌های ریزساختاری نمونه‌ها در برش‌های نازک (کوارتز، کلسیت و کانی‌های ورقه‌ای)، بررسی دوقلویی‌های مکانیکی، تعیین عدد تاوایی چند نمونه، تهیه نمودار $R_p-\phi$ چند نمونه، آشنایی با دماقشارسنجی، بررسی میانبارهای سیال، بررسی و برداشت ساختارهای مزوسکوپی شکل‌پذیر در صحرا، آشنایی با روش برداشت نمونه‌های جهت‌دار.

منابع فارسی:

- ۱- شیخ الاسلامی، م.ر. (مترجم؛ نوشته پاسخیه، میرز و کرونر)، ۱۳۸۶، زمین‌شناسی صحرایی در سرزمین‌های گنبدی درجه بالا، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۹۸ ص.
- ۲- قاسمی، ح. (مترجم؛ نوشته بارکر)، ۱۳۸۷، مبانی بافت‌ها و ریزساخت‌های سنگ‌های دگرگونی. انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، ۲۶۰ ص.

منابع انگلیسی:

- 1- Passchier, C.W., and Trow, R.A., 2005, Microtectonics. Springer, 366 p.
- 2- Shelley, D., 1993, Igneous and metamorphic rocks under microscope. Chapman & Hall, 630 p.



چارچوب تدوین سرفصل درس

دروس پیشنهادی: زمین شناسی ساختاری پیشرفته ۱ و ۲	نظری	جبرانی	نوع واحد:	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به فارسی: مدل سازی زمین ساختی عنوان درس به انگلیسی: Tectonic modeling
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	انظری	الزامی			
	اعملی				
	نظری	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد سفر عملی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

اهداف کلی درس:

آشنایی با ابزارها و روش های گوناگون (آنالوگ و عددی) مدل سازی ساختارهای زمین شناسی در مقیاس های گوناگون.



سرفصل یا رونوس مطالب:

نظری:

دیباچه

تعریف مدل و مدل سازی، تعریف مدل سازی آنالوگ و مدل سازی عددی

مدل سازی آنالوگ

توصیف کامل انگاره مدل های مقیاسی، ابزارهای مدل سازی آنالوگ (جعبه ماسه، جعبه برش، دسته مقوا، دستگاه های گریز از مرکز، مدل های تورانش (indentation)، مدل های فتوالاستیک)، مواد مدل سازی آنالوگ (ماسه، رس و گل رس، میکا، پلیستیسین، سیلیکن پاتی)، روانه شناسی مواد مدل سازی آنالوگ، مدل سازی دیپایرها، مدل سازی محیط های کششی، فشارشی، ترافشاری و تراکششی، مدل سازی وارونگی زمین ساختی (tectonic inversion)، مدل سازی تنش و کرنش، مدل سازی چین خوردگی، مدل سازی گسلش، مدل سازی پهنه های برش، مدل سازی گسلش پی سنگ، مدل سازی فرسایش و رسوبگذاری در حین دگرریختی.

مدل سازی عددی

تعریف دگرریختی پیوسته و ناپیوسته، همگن و ناهمگن، تعریف پیوستار (continuum) و مکانیک پیوستار، قانون های فیزیکی پایه مورد استفاده در مدل سازی عددی ساختارها، رویکردهای مدل های عددی (numerical models)، تفاضل محدود (finite difference)، عنصر محدود (finite element) و عنصر مرزی (boundary element).

عملی:

طراحی یک مدل مقیاسی از زمین ساخت گستره ای از ایران یا گستره مورد بررسی دانشجویان با رعایت نسبت های مقیاس مدل و انجام دست کم یک آزمایش جعبه ماسه یا جعبه برش و ارایه گزارش. آشنایی با دست کم یک نرم افزار مدل سازی عددی (نرم افزار matlab توصیه می شود)، نوشتن چند برنامه ساده برای مدل سازی عددی ساده ساختارهای زمین شناختی یا کشیدن نمودارهای زمین ساختی با کمک نرم افزار.

منابع انگلیسی:

- 1- Buiter, S.J.H. and Shreurs, G (ed.) 2006, Analogue and numerical Modelling of crustal-Scale Processes , Edited by Geological Society, Special pub. 253p.
- 2- Cobbold, P.R. (ed.), 1991, Experimental and Numerical Modelling of Continental Deformation, Tectonophysics, Vol. 188, no. 1/2, 208 p.



چارچوب تدوین سرفصل درس

عنوان درس به فارسی: زمین شناسی ساختاری کاربردی عنوان درس به انگلیسی: Applied structural geology	تعداد واحد: ۳ تعداد ساعت: ۶۴	نوع واحد:	جبرانی	نظری	دروس پیشنهادی: زمین شناسی ساختاری پیشرفته ۱ و ۲
			پایه	عملی	
				نظری	
			الزامی	عملی	
				نظری	
			اختیاری	عملی	
				نظری ۲	
			عملی ۱		

آموزش تکمیلی عملی:	☒ دارد	☐ ندارد
سفر عملی	☒ کارگاه	☐ آزمایشگاه
	☐ سمینار	

اهداف کلی درس:

آشنایی نظری و عملی با روش های نوین کاربرد زمین شناسی ساختاری در زمینه های گوناگون کاربردی مانند اکتشاف و استخراج نفت، گاز، منابع معدنی، تهیه نقشه های زمین شناسی، زمین شناسی مهندسی و زیست محیطی.



سرفصل یا روئوس مطالب:

نظری:

تعریف ها، آشنایی با حوضه های نفت و گاز ایران، سامانه های نفتی مهم ایران، شناخت افق های مخزنی، منشأ، پوشش وتله ها در ایران، آشنایی با تله های نفتی ساختاری، مراحل اکتشاف ذخایر هیدروکربنی، روش های اکتشاف مواد هیدروکربنی (زمین شناختی، زمین فیزیکی، حفاری، پتروفیزیکی، مهندسی نفت)، آشنایی با اطلاعات زیرسطحی (زمین فیزیک لرزه ای، زمین فیزیک نالرزه ای، نقشه های ژرفی، نقشه های هم ستر (isochore and isopach maps)، اطلاعات چاه ها)، نیمرخ های بازتاب لرزه ای و تعبیر و تفسیر دو بعدی و سه بعدی آن ها برای اکتشاف نفت و گاز، روش های چاه پیمایی و تفسیر زمین شناختی و ساختاری داده های مربوطه، آشنایی با پتروفیزیک، نمودارهای پتروفیزیکی، روش های عملی اندازه گیری تنش، کاربرد ویژگی های تنش در افزایش بازده چاه های نفت و گاز، ساختارهای طبیعی ذخیره سازی نفت و گاز، درزه نگاری برای بررسی مخزن های نفت و گاز، تاثیر هندسه و جنبش شناسی ساختارها در گسترش درزه ها و نقش آن ها در مخزن های نفت و گاز، بهره برداری از چاه پیمایی برای تعیین ویژگی های ساختاری زیرزمینی.

روش های تهیه برش های ساختاری (ترازمند)، روش های تهیه نقشه های ساختاری، روش های تفسیر سه بعدی نقشه های زمین شناختی و اکتشافی، تهیه نمودار های سه بعدی (block diagram) و نقشه های سه بعدی، کاربرد روش های دورسنجی و سامانه اطلاعات جغرافیایی در بررسی های ساختاری، مکان های مناسب برای دورریزی پسماندهای انسانی و اتمی، روش های تحلیل خطر زمینلرزه، درزه نگاری پیشرفته، ساختارهای مناسب برای تشکیل و تمرکز مواد معدنی.

عملی:

صحرائی: دست کم سه روز برداشت ساختارها و تجزیه و تحلیل آن‌ها در صحرا.
دفتری: محاسبه ستبرا و ژرفا، روش‌های محاسباتی و ترسیمی (ارتوگرافیک و استریوگرافیک)، تصحیح نقشه‌های ژرفی بر پایه اطلاعات حاصل از چاه و آشنایی با روش‌های تولید نقشه برای افق‌های مخزنی، آشنایی با کالبراسیون و تفسیر نیمرخ‌های بازتاب لرزه‌ای، استفاده از اطلاعات زمین‌فیزیکی و برش‌های زمین‌شناسی برای تهیه نقشه‌های ژرفی، روش‌های تصویر کردن اطلاعات چاه‌ها در نقشه‌های ژرفی، مفهوم جدایش (separation)، جدایش افقی و قائم در نیمرخ‌ها و چاه‌ها، تهیه نقشه‌های ژرفی از سطوح گسلیده و تشخیص گسلها بر روی نقشه‌های ژرفی، محاسبه حجم از روی نقشه ژرفی، تهیه نقشه و برش ساختاری یک گستره کوچک که ساختارهای گوناگون در آن موجود باشد، آشنایی و استفاده از نرم‌افزارهای گوناگون برای روش‌های اشاره شده در بالا؛ تهیه مدل‌های سه‌بعدی از ساختارها.

منابع فارسی:

- ۱- مدنی، ح. (مترجم؛ نوشته بجلی)، ۱۳۷۰، روش‌های ساختاری در اکتشاف مواد معدنی، انتشارات صنعت فولاد، ۲۵۷ ص.
- ۲- صفری، ح.، امیری بختیار، ح. و فولادوند، ر.، ۱۳۸۸، زمین‌شناسی تحت‌الارضی پایه‌ای، شرکت ملی نفت ایران، مناطق نفت خیز جنوب، ۴۲۴ ص.

منابع انگلیسی:

- 1- Groshong, R.H., 2006, 3-D Structural Geology: A Practical Guide to Quantitative Surface and Subsurface Map Interpretation. Springer, 400 p.
- 2- Tearpock D.J., 2002, Applied subsurface geological mapping with structural methods. Prentice Hall, 864 p.



جارجوب تدوین سرفصل درس

عنوان درس به فارسی: زمین شناسی کواترنری عنوان درس به انگلیسی: Quaternary geology	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد:	جبرانی	نظری	دروس پیشنهادی: ندارد
				عملی	
			پایه	نظری	
				عملی	
			الزامی	نظری	
				عملی	
			اختیاری	نظری ۲	
				عملی	

☐ آموزش تکمیلی عملی:	☐ دارد	☒ ندارد
☐ سفر عملی	☐ کارگاه	☐ آزمایشگاه
	☐ سمینار	

اهداف کلی درس:

آشنایی با تعریف های پایه دوره کواترنری و ویژگی های زمین شناختی آن؛ آشنایی با تغییرهای اقلیمی کواترنری و تاثیر آن بر نهشته ها و سازندهای زمین شناختی؛ آشنایی با روش های بررسی زمین شناسی کواترنری

سرفصل یا روئوس مطالب:

دیباجه، تعریف ها، اهمیت بررسی کواترنری، ویژگی های کواترنری، مقایسه کواترنری و پیش کواترنری، پلیستوسن و هولوسن، روش ها بررسی کواترنری، آشنایی با محیط های کواترنری در آسیا، اروپا (آلپ)، آمریکای شمالی و آفریقا، کواترنری از دیدگاه زمین ریخت شناسی، کواترنری از دیدگاه رسوب شناسی و محیط های رسوبی، شواهد کواترنری در اقیانوس ها و قاره ها، رسوبات محیط پلاژیک، تحلیل های ایزوتوپی اکسیژن، چینه نگاری ایزوتوپ اکسیژن، دوره های یخساری و میان یخساری، بازجهش سنگ کره پس از یخسارش، روش های گاه نگاری نسبی در کواترنری (شواهد دیرینه شناختی، گرده و هاگ، زیای پستانداران، انسان، غارشناسی، تفرودکرونولوژی، دیرینه خاک ها، لس ها)، روش های گاه نگاری مطلق در کواترنری (کربن ۱۴، اورانیوم-توریم، پتاسیم-آرگن، آرگن-۴۰/۳۹، ردشکافت، لومینسانس دمایی، کیهان زاد، لومینسانس نوری، مگنتوستراتیگرافی) زیست چینه نگاری ژرفای دریا، تغییر ارتفاع سطح آب دریا ها و دریاچه ها در کواترنری، پدیده های زمین شناختی کواترنری پهنه های خشک، آشنایی با زمین شناسی کواترنری ایران.

منابع فارسی:

- ۱- احمدی، ح. و فیض نیا، س.، ۱۳۷۸، سازندهای دوره کواترنر (مبانی نظری و کاربردی آن در منابع طبیعی)، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۵۷ص.
- ۲- فاطمی عقدا، م.، رضایی، پ.، نوری زاده، م. و نجف زاده، ع. (مترجمان؛ نوشته کات)، ۱۳۸۵، زمین شناسی کواترنری کاربردی، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۴۶۵ ص.



منابع انگلیسی:

- 1- Lowe, J.J., and Walker, M., Reconstructing Quaternary Environments. Prentice Hall, 472 p.



چارچوب تدوین سرفصل درس

دروس پیشنهادی: زمین شناسی ساختاری پیشرفته ۱ و ۲	نظری	جبرانی	نوع واحد:	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به فارسی: کاربرد مکانیک سنگ در زمین ساخت عنوان درس به انگلیسی: Application of rock mechanics in tectonics
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری ۲	اختیاری			
	عملی				

آموزش تکمیلی عملی:	☐ دارد	☒ ندارد
سفر عملی	☐ کارگاه	☐ آزمایشگاه
	☐ سمینار	

اهداف کلی درس:

کاربرد روش های مکانیک سنگ در شناخت بهتر فرایندهای مؤثر در تغییرهای ساختاری پوسته مانند، شکل گیری گسل ها و درزه ها و زمین لرزه.



سرفصل یا رونوس مطالب:

دیباچه

تعریف ها، ساختار توده سنگ، روش های مطالعه، تعریف ناپیوستگی ها، انواع ناپیوستگی ها، تعریف هوازدگی، هوازدگی انواع گوناگون سنگ ها، بررسی ناپیوستگی ها با استفاده از استرپونت، توالی ناپیوستگی ها و روش های مطالعه کمی آن ها (تعیین R.Q.D و مانند آن)، روش های آماری در مطالعه توالی ناپیوستگی ها، رده بندی مهندسی توده سنگ (رده بندی های عمومی، رده بندی های اختصاصی).

ویژگی های مکانیکی سنگ بکر

تعریف ها شامل: شکستگی، حد کشسانی، شکست، رفتار شکننده، رفتار غیر تُرد شکنندگی، معیار شکست، مقاومت کششی سنگ ها، آزمایش مقاومت کششی مستقیم و غیر مستقیم، رفتار سنگ در مقابل فشار تک محوری، تاثیر اندازه، شکل وضعیت قاعده های نمونه بر رفتار سنگ، تاثیر رطوبت محیط، تاثیر سفتی و کنترل خودکار، رفتار سنگ در مقابل فشارهای دو محوری و سه محوری، فناوری ها و مشکل های آزمایش، معیارهای شکست و حد کشسانی، منحنی های پوش و سطح ها، معیارهای کولومب و موهر، معیارهای تجربی.

ویژگی های مکانیکی توده سنگ

مقاومت برشی ناپیوستگی ها در سنگ، تاثیر آب بر مقاومت برشی ناپیوستگی ها، رفتار سطح های هموار و صاف، تاثیر ناهمواری بر مقاومت برشی، تاثیر مقیاس برشی ناپیوستگی ها، راههای آزمایش تعیین مقاومت برشی ناپیوستگی ها در سنگ: برشی مستقیم، سه محوری و برشی دورانی، برآورد مقاومت فشاری سطح های ناپیوستگی ها و زاویه اصطکاک آن ها، دگرشکلی (deformation) در ناپیوستگی ها، پیش بینی مقاومت برشی ناپیوستگی ها، مقاومت برشی ناپیوستگی های پر شده از ذرات دانه ریز، مقاومت برشی سنگ های پر درزه، آزمایش مقاومت توده

های سنگی پردرزه، رده بندی مهندسی سنگ ها (بر پایه نتایج آزمایشگاهی، بر پایه نتایج آزمایش های درجا یا آزمایشات اندکس).

آب در توده سنگ

کلیات، جریان آب زیرزمینی در توده سنگ، چرخه آب، تعریف تراوایی سنگ های درزه دار، شبکه های جریان، اندازه گیری تراوایی سنگ در محل: آزمایش های بار هیدرولیکی ثابت و متغیر، آزمایش های تلمبه زنی (پمپاژ)، اندازه گیری فشار آب در توده سنگ، انواع فشارسنج ها (پیزومترها).

مکانیک سنگ و زمین ساخت

انگاره ترک ها، معیار گریفیث، سازوکار تشکیل درزه در سنگ ها، سازوکار گسلش در سنگ ها، رفتار اصطکاک رویه گسلها و درزه ها، ویژگی های مکانیکی سنگ های موجود در پوسته و گوشته.

منابع انگلیسی:

- 1- Jaeger J., Cook, N.G., and Zimmerman R., 2007, Fundamentals of Rock Mechanics. Wiley-Blackwell, 488 p.
- 2- Pusch, R., 1995, Rock Mechanics on a geological base. Elsevier, 514 p.



جارجوب تدوین سرفصل درس

دروس پیشنیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد:	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: نوزمین ساخت و ریخت زمین ساخت
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری ۲	اختیاری			
	عملی				
تعداد ساعت: ۳۲					
عنوان درس به انگلیسی: Neotectonics and morphotectonics					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
سفر عملی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

اهداف کلی درس:

آشنایی با ویژگی های زمین شناختی، ریخت شناختی و لرزه زمین ساخت پهنه های زمین ساخت جنبه؛ آشنایی با روش های شناسایی و تحلیل ساختارهای جنبای پوسته.

سرفصل یا رونوس مطالب:

تعریف، اصول، هدف، کاربرد، اصول زمین ریخت شناسی، سیما و داده های زمین شناختی کواترنری، گسلش، خمش و کج شدگی، گنبدشدگی، تاب برداشتن، دگرشکلی پهنه ای، داده های زمین ریخت شناسی، زمین ریخت شناسی زمین ساختی، دگرشکلی پادگانه های آبرفتی، جابجاشدگی افقی و شاغولی پادگانه ها، پیوند میان گسلها و چین های در حال رشد با زمین ریخت شناسی، شاخص های ریخت زمین ساختی، ساخت های مخروط افکنه های آبرفتی و گونه های مهم آن، دگرگونی های فرازای مرزهای رسوبگذاری، دگرگونی های به دست آمده از تراز یابی ها، دگرگونی های روی داده در قراز و زاویه رویه پادگانه های بالآمده، دگرگونی ها و جابجا شدگی های رویه های پهن شدگی بستر رودخانه ها، دگرگونی های روی داده در چهره بستر رودخانه ها و گونه های آن ها، ریخت زمین ساخت جهانی، ریخت زمین ساخت قاره ای و گونه های مهم آن، ریخت زمین ساخت تیپ Basin and Range، ریخت زمین ساخت کمربندهای چین-راندگی، برخاستگی فلات ها، فروریختگی های میان قاره ای، تقسیم بندی فعالیت های کوهپایه ها و ریخت های گوناگون ایجاد شده در کوهپایه و کوه ها، مراحل ریخت زمین ساختی در کوهزایی، دبرینه لرزه شناسی، باستان شناسی و داده های باستانی و تاریخی، داده های دستگاهی و اندازه گیری های دقیق آن، داده های لرزه زمین ساختی، گسلش زمینلرزه ای، گسلش و دگرریختی، لرزه خیزی و دگرریختی، نوزمین ساخت ایران، ریخت زمین ساخت ایران، بررسی چند پدیده ریخت زمین ساختی در صحرا، بررسی چند پدیده ریخت زمین ساختی به کمک عکس های هوایی و تصویرهای ماهواره ای، تهیه گزارشی از یک پهنه جنبای زمین ساختی از سوی دانشجوی به کمک بررسی های صحرایی و دورسنجی یاد شده در بالا.



منابع انگلیسی:

- 1- Keller, E.A. and Pinter, N., 2002, Active tectonics. Prentice Hall, 338 p.
- 2- Burbank, D.W. and Anderson, R.S., 2001, Tectonic geomorphology, Blackwell Science, Inc., Massachusetts, 274 p.



چارچوب تدوین سرفصل درس

عنوان درس به فارسی: کاربرد زمین فیزیک در زمین ساخت	تعداد واحد: ۲	نوع واحد:	جبرانی	نظری	دروس پیشنهادی: زمین شناسی ساختاری پیشرفته ۱ و ۲			
				عملی				
			پایه	نظری				
				عملی				
			الزامی	نظری				
				عملی				
			اختیاری	۲نظری				
				عملی				
			آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
			سفر عملی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

اهداف کلی درس:

آشنایی با کاربرد روش های زمین فیزیکی در بررسی های زمین ساختی و زمین شناسی ساختاری؛ آشنایی با روش های شناسایی و تحلیل ساختارهای سطحی و زیرسطحی به کمک روش های زمین فیزیکی.



سرفصل یا روئوس مطالب:

کلیات

تعریف ها، کاربردها

لرزه شناسی

مسایل و اهداف لرزه شناختی (بازتابی، شکست مرزی، درون چاهی)، مروری بر مکانیک محیط های پیوسته (تنش، کرنش، قانون هوک، پیمایه های کشسانی و رابطه بین آن ها، ویژگی های کشسانی سنگ ها)، موج های کشسان (موج های حجمی و موج های سطحی)، دستگاه های ثبت و چشمه های انرژی، گیرنده (ژئوفون، هیدروفون)، دستگاه های ثبت (بازتابی، شکست مرزی، درون چاهی)، چشمه های انرژی و ارتعاشی در عملیات لرزه ای (بازتابی، شکست مرزی، درون چاهی).

عملیات صحرایی (بازتابی، شکست مرزی، درون چاهی)

تفسیر نیمرخ های لرزه ای بازتابی و اثر پدیده های ساختاری بر آن ها، مروری بر نیمرخ های لرزه ای، انتخاب بازتاب کننده مناسب، دنبال کردن بازتاب کننده ها، طرز تهیه نقشه خط های همزمان و هم ژرفا، انواع پدیده های ساختاری و اثر آن ها در نیمرخ های لرزه ای، محدودیت های تفسیر پدیده های ساختاری.

زمین مغناطیس

اصول فیزیکی مغناطیس (میدان و پتانسیل)، میدان مغناطیسی زمین و تغییرات آن، مغناطیس سنگ ها، دستگاه ها و روش های اندازه گیری دیرینه مغناطیسی و مسایل زمین شناختی و مغناطیس سنگ ها، چینه نگاری مغناطیسی.

گرانی سنجی

میدان و پتانسیل گرانی، دستگاه های اندازه گیری گرانی مطلق و نسبی، روش های اندازه گیری گرانی، تصحیحات گرانی سنجی، روش های جاذبه در تعیین شکل زمین، حل برخی از مسائل زمین شناسی به کمک گرانی سنجی، کاربرد داده های گرانی در تعیین تعادل همستادی.

منابع انگلیسی:

- 1- Lowrie, W., 2007, Fundamentals of Geophysics. Cambridge University Press, 354 p.
- 2- Sheriff, R.E., and Geldart, L.P., 1995, Exploration Seismology. Cambridge University Press, 592 p.
- 3- Lillie, R.I., 1999, Whole Earth Geophysics, An introduction textbook for geologists and geophysicist, Prentice-Hall. Inc., 361 p.



چارچوب تدوین سرفصل درس

عنوان درس به فارسی: زمین ساخت ایران عنوان درس به انگلیسی: Tectonics of iran	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد:	جبرانی	نظری	دروس پیش نیاز: زمین ساخت جهانی
			پایه	عملی	
				نظری	
			الزامی	عملی	
				نظری	
			اختیاری	نظری	
				عملی	
			آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد		
سفر عملی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

اهداف کلی درس:

آشنایی با تاریخچه زمین ساختی ایران در گذر زمان زمین شناسی؛ شناسایی پهنه های زمین ساختی ایران و فرگشت ساختاری آن ها در گذر زمان؛ آشنایی با رویدادهای کافت، فشرده سازی و کوهزایی موثر بر شکل گیری قلات ایران.



سرفصل یا رئوس مطالب:

آشنایی با تاریخچه بررسی های زمین شناختی و زمین ساخت ایران، مروری بر تقسیم بندی های ساختاری رسوبی ایران، جایگاه زمین شناختی و زمین ساختی ایران در خاورمیانه و آسیا، نظریه های زمین ساختی (زمین ساخت جهانی) در ایران، بررسی ویژگی های زیر در پهنه های مختلف ساختاری ایران (کپه داغ، کاسپین جنوبی، البرز، تالش، آذربایجان، خاور ایران، لوت، ایران مرکزی، ارومیه دختر، سهند-سیرجان، زاگرس و مکران): ساختار پوسته، سن سخت شدن پی سنگ، پدیده های آذرین و دگرگونی، توالی رسوبی و رخساره های رسوبی، ستون زمین ساختی (بررسی و شناخت گامه های اصلی ساختاری، خشکی زایی و کوهزایی و تعیین آشکوب ها و رویدادهای ساختاری)، رابطه رسوبگذاری، فعالیت های آذرین و دگرگونی و کانی سازی با مراحل زمین ساختی، بررسی روندهای اصلی ساختاری (به ویژه محور چین ها و شکستگی ها و گسلهای اصلی) در هر پهنه، الگوی دگرشکلی در هر یک از پهنه ها در ارتباط با ایران، بررسی فعالیت های لرزه زمین ساختی و رابطه آن با ساختار ناحیه، سمینار در مورد نظریه ها و مقاله های گوناگون زمین ساختی و ساختاری ایران از سوی دانشجویان، بازدید صحرایی در چند پهنه ساختاری ایران، گردآوری و ارایه گزارش های ساختاری و زمین ساختی از پهنه های برگزیده ایران از سوی دانشجویان.

منابع فارسی:

- ۱- آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ص.
- ۲- قرشی، م. و آراین، م.، ۱۳۸۹، تکنوتیک ایران. انتشارات مربع آبی، ۳۳۶ص.
- ۳- مقالات معتبر چاپ شده در مجلات ISI در ارتباط با زمین ساخت ایران.

چارچوب تدوین سرفصل درس

دروس پیشنهادی: زمین ساخت جهانی	نظری	جبرانی	نوع واحد:	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: زمین شناسی و زمین ساخت خاورمیانه عنوان درس به انگلیسی: Geology and middle east tectonics	
	عملی					
	نظری	پایه				تعداد ساعت: ۳۲
	عملی					
	نظری	الزامی				
	عملی					
	نظری ۲	اختیاری				
	عملی					

آموزش تکمیلی عملی:	☐ دارد	☒ ندارد
سفر عملی	☐ کارگاه	☐ آزمایشگاه
	☐ سمینار	



اهداف کلی درس:

آشنایی با فرگشت زمین شناختی و زمین ساختی خاورمیانه.

سرفصل یا روئوس مطالب:

تعریف محدوده های جغرافیایی خاورمیانه (ایران، قزاقستان، ازبکستان، ترکمنستان، جمهوری آذربایجان، ارمنستان، گرجستان، جنوب روسیه، ترکیه، افغانستان، پاکستان، عراق، کویت، سوریه، اردن، عربستان، یمن، عمان، امارات، قطر، بحرین، مصر، سودان، اریتره، اتیوپی، جیبوتی، سومالی) تعریف محدوده های زمین شناختی خاورمیانه (اورسیا و توران، قره قوم، پامیر، پاروپامیسوس، کاسپین جنوبی، قفقاز، آناطولی، هلمند، مکران، خاور ایران (زابل-بلوچ)، کپه داغ، البرز، تالش، ایران مرکزی، لوت، زاگرس، سهند-سیرجان، ارومیه-دختر، صفحه هند و دریای مکران، خلیج فارس و میانرودان، کراتن تازی، دریای سرخ، خلیج عدن، شمال خاور آفریقا، خاور مدیترانه و قبرس، دریای مرده)، زمین ریخت شناسی گستره، اهمیت زمین شناسی در اقتصاد خاورمیانه.

تکامل زمین شناختی خاورمیانه

خاورمیانه در پرکامبرین، پالئوزویک، مزوزویک و سنوزویک، محیط های رسوبی، ماگمایی و دگرگونی مربوط به هر دوره، رویدادهای زمین شناختی شاخص و قابل پیگیری در منطقه، رویدادهای ماگمایی گستره، رویدادهای دگرگونی گستره، رویدادهای فلززایی گستره، رویدادهای تشکیل سامانه های نفت و گاز.

تکامل زمین ساختی خاورمیانه

صفحه ها، بلوک ها و پهنه های زمین ساختی اصلی گستره، رویدادهای زمین ساختی اصلی گستره، رویدادهای کافتش، اقیانوس های اصلی، رویدادهای فروانش، رویدادهای برخورد و کوهزایی، آشکوب ها و رویدادهای ساختاری، رویدادهای خشکی زایی، گسترش کوهزاد آلپ-همالیای، اقیانوس ها و زمیندزهای خاورمیانه، گسلهای اصلی خاورمیانه، گسلهای جنبای خاورمیانه، زمینلرزه های بزرگ خاورمیانه.

منابع فارسی:

- ۱- آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ص.
- ۲- قرشی، م. و آریز، م.، ۱۳۸۹، تکتونیک ایران. انتشارات مربع آبی، ۳۳۶ص.

منابع انگلیسی:

- 1-Alsharhan A.S., Naim, A.E.M., 2003, Sedimentary basins and petroleum Geology of the Middle East, Elsevier publication, 979p.



چارچوب تدوین سرفصل درس

عنوان درس به فارسی: کانه زایی و زمین ساخت عنوان درس به انگلیسی: Mineralization and tectonics	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد:	جبرانی	نظری	دروس پیشنهادی: زمین ساخت جهانی
			پایه	عملی	
				نظری	
			الزامی	عملی	
				نظری	
			اختیاری	عملی	
				نظری ۲	
			آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد		
سفر عملی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

اهداف کلی درس:

آشنایی با جایگاه زمین ساختی انواع گوناگون کانسارها

سرفصل یا رئوس مطالب:

کلیات، ذخایر کانسنگی در نقطه های داغ قاره ای، کافت ها و اولاکوزن ها، نهشته های کانسنگی در حاشیه های قاره ای آرام و حوضه های داخلی، نهشته های کانسنگی در حوضه های اقیانوسی، برآمدگی های اقیانوسی، گسلهای تراریخت، جزیره های خطی و کوه های دریایی، نهشته های کانسنگی در ارتباط با فروورانش، درازگودال و کمان بیرونی، کمان های ماگمایی، گودالهای کمان بیرونی، کمربندی های ماگمایی پشت کمانی، حوضه های پشت کمانی، ذخایر کانسنگی در ارتباط با زمین ساخت برخوردی، حوضه های بازمانده اقیانوسی، زمیندز و افیولیت های برخوردی، حوضه های پیش بوم و پس بوم، ذخایر کانسنگی در گسلهای تراریخت، ذخایر کانسنگی و چرخه کوهزایی ویلسون، زمین ساخت صفحه ای به عنوان راهتمایی برای اکتشاف مواد معدنی، تهیه گزارش از وضعیت کانه زایی پهنه های گوناگون ایران از سوی دانشجو.

منابع فارسی:

- ۱- شهاب پور، ج.، ۱۳۸۲، زمین شناسی اقتصادی. دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۵۱۳ص.
- ۲- خرم، ف. و مدبری، س.، ۱۳۸۰، زمین ساخت صفحه ای و فرایندهای زمین شناختی. انتشارات کوشامهر، ۴۶۷ص.

منابع انگلیسی:

- 1-Kearey, P.K., Klepeis, K.A., and Vine, F.J., 2009, Global tectonics. Wiley-Blackwell, 482 p.



چارچوب تدوین سرفصل درس

دروس پیشین: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد:	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: کاربرد دورسنجی و سامانه اطلاعات جغرافیایی در زمین شناسی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری	اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد					عنوان درس به انگلیسی: Application of remote sensing and geographic information system in geology
سفر عملی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

اهداف کلی درس:

آشنایی با روش های دورسنجی و استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در بررسی های زمین شناختی.

سرفصل یا روئوس مطالب:

کلیات، تعریف دورسنجی، انواع روش های دورسنجی، مبانی فیزیکی سنجش از دور و تابش های الکترومغناطیسی، ماهواره های دورسنجی، قابلیت ها و محدودیت های دورسنجی، انواع تصویرهای دورسنجی، انواع سکوها، سنجنده ها و حسگرهای ماهواره ای و طیف های برداشت شده با این حسگرها، نرم افزارهای پردازش تصویر، کاربردهای انواع گوناگون تصویرها، ویژگی های طیفی کانی ها، سنگ ها و ساختارهای زمین شناختی، برداشت های چند طیفی و ابرطیفی (hyperspectral)، سنجنده های میکروویو، آشنایی با اینسار (INSAR) و کاربردهای آن در بررسی آتشفشان ها، زمینلرزه ها و نشست زمین.

پردازش رقومی داده ها، آشکارسازی، انواع تبدیل ها، تصحیح هندسی و رادیومتریک، انواع فیلترها و کاربردهای آن ها.

تعریف سامانه اطلاعات جغرافیایی (ساج)، تاریخچه و انواع نرم افزارها و محیط های ساج، داده ها و اطلاعات ورودی، متادیتا، ساختار درونی اطلاعات و داده ها در ساج، لایه های اطلاعاتی در ساج، ویژگی های لایه های اطلاعاتی و چگونگی تغییر این ویژگی ها، رستر و بردار در ساج، زمین مرجع سازی تصویرها در ساج، روش های ترکیب لایه ها در ساج، تحلیل آماری داده ها، نرم افزارهای سازگار با ساج.

کاربری ساج برای تهیه نقشه های زمین شناختی و نقشه های موضوعی دیگر، نماد شناسی (symboly) در ساج، کاربری ساج در هیدرولوژی، تحلیل حوضه های زهکش و زمین ریخت شناختی، کاربری ساج در تحلیل مخاطرات زمین شناختی، تهیه برش های زمین شناختی در ساج.

منابع فارسی:

۱- مینو، ج. (مترجم؛ نوشته می تر)، ۱۳۸۸، پردازش کامپیوتری تصاویر دورسنجی از دور، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۷۶ ص.



۲- هاشمی تنگستانی، م. (مترجم؛ نوشته وینسنت)، میانی دورسنجی زمین شناختی و زیست محیطی. مرکز نشر دانشگاهی، ۴۸۰ ص.

منابع انگلیسی:

- 1-Lillsand, T., Kiefer, R.W., and Chipman, J., 2008, Remote sensing and image interpretation. Wiley, 804 p.
- 2-Drury, S., and Drury, S.A., 2001, Image interpretation in geology. Blackwell Science, 304 p.

