



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی



برنامه درسی رشته

ژئوفیزیک

GEOPHYSICS

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته



گرایش گرانی سنجی | GRAVIMETERY

تهیه کننده: دانشکده‌ی علوم زمین دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه‌ی زنجان

فصل یکم

مشخصات کلی برنامهٔ درسی

با توجه به روند پیشرفت سریع فن‌آوری در دهه گذشته و تاثیرپذیری ابزار تولید و پردازش داده علمی از آن، صورت مسئله‌های علمی، متناسب با امکان دسترسی به نوع داده و ابزار جدید، تغییر چشم‌گیری داشته‌است. این پیشرفت فن‌آوری، سبب ایجاد پل‌های ارتباطی بیش‌تری میان رشته‌های مختلف شده‌است. برای نمونه، امروزه ارتباط معناداری میان علوم کامپیوتر، ژئودزی و زمین‌شناسی با ژئوفیزیک برقرار شده است که پیرو آن، مفاهیم آموزشی نیز باید به گونه‌ای بازنگری شود تا دانش‌آموختگان بتوانند با تکیه بر امکانات امروز، در قلمروهای جدید ایجاد شده فعالیت کنند.

برنامه بازنگری شده پیش رو، با حفظ شالوده برنامه پیشین، شامل سرفصل‌های درسی به‌روز شده بر اساس پیشرفت‌های مفهومی، ابزاری و کاربردی اواخر دهه جاری است. برای نمونه، درس‌های اختیاری "ژئودزی" و "نقشه‌برداری در ژئوفیزیک" برای آشنایی با مفاهیم پرکاربرد ژئودزی در گرانی‌سنجی، و کاربردهای ژئودزی ماهواره‌ای (جی‌پی‌اس، فوتوگرامتری و پردازش تصویر و ...) در مباحث تهیه انواع نقشه تعریف شده‌است. کاربرد گرانی‌سنجی در اکتشافات منابع معدنی ایجاب می‌کند دانشجویان این رشته/گرایش با مبانی زمین‌شناسی معدن آشنا باشند؛ درس اختیاری "زمین‌شناسی معدن" به همین منظور تعریف شده است. با توجه به روند پژوهش‌های نوین عددی و مدل‌سازی‌ها در زمینه منابع آب و نیز اهمیت بحث‌ناپذیر تغییرات اقلیمی، به ترتیب، درس‌های "آب‌زمین‌شناسی" و "تغییر اقلیم" در فهرست درس‌های اختیاری گنجانده شده، و درس "علم داده و هوش مصنوعی"، به عنوان یک درس اختیاری تدوین شده‌است. با انجام این دست از به روزرسانی در سرفصل همه درس‌ها، امیدواریم مهارت و بینش علمی دانش‌آموختگان تا حد امکان به جریان علمی روز دنیا نزدیک‌تر شود.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

شاخه گرانی‌سنجی از علم ژئوفیزیک، با توجه به ماهیت موضوعی‌ای که دارد، به طور ویژه در انجام مطالعات بنیادین و کاربردی مرتبط با ژئودینامیک، ژئودزی، تکتونیک، منابع آب و اکتشاف منابع معدنی نقش دارد. مطالعات گرانی‌سنجی یکی از ارکان مطالعات ژئودینامیک - تکتونیک بزرگ‌مقیاس است که از سویی به مطالعات ژئودزی ناحیه‌ای پیوند می‌خورد. گرانی‌سنجی در کاربرد، یکی از مهم‌ترین ابزار اکتشاف منابع آبی و معدنی است و می‌تواند در مطالعات توسعه‌ای اقتصادی و استراتژیک بسیار کارآمد باشد. دانش‌آموختگان این دوره هم می‌توانند در بدنه کارشناسی فعالیت کنند، هم با ادامه تحصیل در دوره‌های دکتری علوم‌زمین، به کشف افق‌های نوین علمی بپردازند. از این‌رو، دانش‌آموختگان این دوره باید بتوانند دانش و مهارت‌های خود را که در زمینه گرانی‌سنجی و تلفیق آن با ژئودزی ماهواره‌ای و زمین‌شناسی به دست آورده‌اند، برای حل مسائل روز کشور به کار گیرند.

پ) ضرورت و اهمیت

سرزمین ایران در میان جوان‌ترین سامانه کوهزایی جهان قرار دارد. ساختارهای تکتونیکی و فرآیندهای ژئودینامیکی پیچیده، منابع معدنی، نفت و گاز فراوان، و نیز حرکات تکتونیکی شاقولی قابل توجه و متفاوت از ویژگی‌های این سرزمین است. توسعه پایدار در چنین شرایطی مستلزم آینده‌نگری در طراحی، برنامه‌ریزی و نیز پایش هوشمندانه شرایط است. آموزش به روز و کسب مهارت چندجانبه در علوم زمین، از یک سو، زمینه‌ساز توسعه زیربنایی صنعتی، اقتصادی و استراتژیک از طریق ایمن‌سازی سازه‌های حیاتی و بهینه‌سازی کشف و بهره‌برداری از منابع طبیعی خواهد بود، و از سوی دیگر، درک و ابزارهای لازم را برای سازگاری بهینه با پدیده‌های طبیعی (سیل، زمین‌لرزه، زمین‌لغزش، فرونشست و ...) و مقابله با تهدیدهای زیست‌محیطی (تغییر اقلیم و خشک‌سالی، آلودگی‌های آب و خاک و ...) فراهم خواهد کرد. دانش‌آموختگان گرایش گرانی‌سنجی با آموختن مفاهیم تخصصی و مهارت‌های میان‌رشته‌ای مرتبط، به دانش و ابزارهایی مجهز خواهند شد تا بتوانند به عنوان نیروی ماهر در بازار کار کشور ایفای نقش کنند.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱) - توزیع واحدها

تعداد واحد	نوع درس
۱۴	درس‌های تخصصی الزامی
۸-۱۰	درس‌های تخصصی اختیاری
۶	پایان‌نامه
۲۸-۳۰	جمع

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	درس‌های مرتبط
آشنائی با مبانی میدان‌های پتانسیل و کسب دانش درباره گرایش‌های دیگر ژئوفیزیک برای ایجاد توانایی در حل مساله‌های ژئودینامیکی و ژئوفیزیک کاربردی	گرانی‌سنجی و ژئومغناطیس، زلزله‌شناسی ۱، لرزه‌شناسی، ژئوالکتریک، تکتونوفیزیک، ژئودزی
آشنائی با پدیده‌های زمین‌شناختی و امکان ارتباط میان نتایج مدل‌سازی‌های ژئوفیزیکی و ساختارهای واقعی موجود در طبیعت	زمین‌شناسی عمومی، لرزه‌زمین‌ساخت پیشرفته، زمین‌شناسی معدن، ماگماتیسیم و تکتونیک ورقه‌ای، تکتونوفیزیک
مدل‌سازی‌های عددی و انجام محاسبات پیچیده با کامپیوتر	برنامه‌نویسی علمی، تحلیل سری‌های زمانی و فیلترهای دیجیتال، روش‌های مدل‌سازی گرانی، گرانی‌سنجی ماهواره‌ای و کاربردهای آن، علم داده و هوش مصنوعی
آشنائی با داده‌برداری‌های ژئوفیزیکی شامل برداشت داده زلزله، لرزه‌نگاری فعال، گرانی‌سنجی و مغناطیس‌سنجی و پیمایش ژئوالکتریک	آزمایشگاه ژئوفیزیک، نقشه‌برداری در ژئوفیزیک، لرزه‌شناسی ۱، اکتشافات هوابرد ژئومغناطیس، ژئوالکتریک
ارائه علمی و عمومی مشاهدات و نتایج علمی	درس‌های تخصصی، اختیاری و سمینار

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

دانش‌آموختگان مقطع کارشناسی هر یک از رشته‌های علوم پایه یا فنی و مهندسی می‌توانند از راه کنکور سراسری کارشناسی ارشد سازمان سنجش آموزش کشور وارد این دوره شوند. راه‌یابی به دوره از راه آیین‌نامه پذیرش بدون آزمون استعدادهای درخشان برای دوره کارشناسی ارشد نیز امکان‌پذیر است.

فصل دوم

جدول عنوان و مشخصات درس‌ها

جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی درس‌های پایه یا تخصصی الزامی ژئوفیزیک گرایش گرانی سنجی مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
۱	زمین‌شناسی عمومی	۳			*	۳۲	۳۲	ندارد
۲	ریاضیات در ژئوفیزیک	۳	*			-	۴۸	ندارد
۳	تحلیل سری‌های زمانی و فیلترهای دیجیتال	۲	*			-	۳۲	ندارد
۴	زلزله‌شناسی ۱	۲	*			-	۳۲	ندارد
۵	گرانی سنجی و ژئومغناطیس	۳			*	۳۲	۳۲	ندارد
۶	روش‌های مدل‌سازی در گرانی سنجی	۲	*			-	۳۲	گرانی سنجی و ژئومغناطیس
۷	گرانی سنجی ماهواره‌ای و کاربردهای آن	۲	*			-	۳۲	گرانی سنجی و ژئومغناطیس
۸	زبان تخصصی	۲	*				۳۲	ندارد
۹	سمینار	۱	*			-	۱۶	ندارد

کارشناسی ارشد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
۱	نقشه‌برداری در ژئوفیزیک*	۲			*	۱۶	۳۲	ندارد
۲	آزمایشگاه ژئوفیزیک*	۳		*		-	۹۶	گرانی سنجی و ژئومغناطیس، ژئوالکتریک
۳	زمین‌شناسی معدن*	۳			*	۳۲	۳۲	ندارد
۴	روش‌های مدل‌سازی در مغناطیس‌سنجی	۲	*			۳۲	-	گرانی سنجی و ژئومغناطیس
۵	اکتشافات هوابرد مغناطیسی	۲	*			۳۲	-	گرانی سنجی و ژئومغناطیس
۶	لرزه‌شناسی*	۲	*			۳۲	-	ندارد
۷	برنامه‌نویسی علمی	۲		*		-	۶۴	ندارد
۸	لرزه‌زمین‌ساخت پیشرفته	۲	*			۳۲	-	ندارد
۹	تکتونوفیزیک*	۲	*			۳۲	-	ندارد
۱۰	ژئودینامیک پیشرفته	۲	*			۳۲	-	تکتونوفیزیک
۱۱	آب‌زمین‌شناسی	۲	*			۳۲	-	ندارد
۱۲	ژئودزی*	۲	*			۳۲	-	ندارد
۱۳	ژئوتکتونیک ۱	۲	*			۳۲	-	ندارد
۱۴	تغییر اقلیم	۲	*			۳۲	-	ندارد
۱۵	تکتونیک ایران	۲	*			۳۲	-	ندارد
۱۶	ماگماتیسم و تکتونیک ورقه‌ای	۲	*			۳۲	-	ندارد
۱۷	ژئوالکتریک*	۲	*			۳۲	-	ندارد
۱۸	علم داده و هوش مصنوعی	۲	*			۳۲	-	ندارد

نکته:

✓ برنامه درسی ارائه شده در جدول‌های (۲) و (۳) پیشنهادی است و بسته به شرایط و الویت‌های دانشکده‌ها، درس‌ها و تعداد واحدهای یک رشته-گرایش تا جایی که بازه تعداد واحدها مطابق با جدول (۱) رعایت شود، قابل تغییر است.

✓ درس‌های ستاره‌دار در جدول (۳) اولویت‌های ارائه درس مطابق سیاست میان‌رشته‌ای هستند.

✓ درس اختیاری می‌تواند از درس‌های گرایش‌های دیگر علوم زمین نیز انتخاب شود.

فصل سوم

ویژگی‌های درس‌ها

عنوان درس به فارسی:		زمین شناسی عمومی	
عنوان درس به انگلیسی:		General Geology	
نوع درس و واحد			
نظری <input type="checkbox"/>		-	دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی <input checked="" type="checkbox"/>	اختیاری <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۶۴	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان (به جز دانش‌آموختگان رشته زمین‌شناسی) با مبانی عمومی زمین‌شناسی و ساختار درونی زمین

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

فصل ۱ (ساختار بزرگ مقیاس زمین): فراوانی عناصر در زمین، ساختار درونی زمین، تعریف لیتوسفر و استنوسفر، ایزوستازی، مقدمه‌ای بر نظریه تکتونیک ورقه‌ای

فصل ۲ (تکتونیک ورقه‌ای): نظریه اشتقاق قاره‌ها، مغناطیس دیرینه و گسترش بستر اقیانوس‌ها، نظریه تکتونیک ورقه‌ای، ویژگی‌های ساختاری، ماگماتیسم، لرزه‌ای و گرادیان زمین‌گرایی در انواع مرزهای تکتونیک

فصل ۳ (کانی‌شناسی): تعریف کانی، ویژگی‌های فیزیکی کانی‌ها، کانی‌های سنگ‌ساز اصلی

فصل ۴ (سنگ‌های آذرین): سنگ‌های آذرین بیرونی و درونی، ویژگی‌های کانی‌شناسی و فیزیکی انواع سنگ‌های آذرین

فصل ۵ (نهشته‌ها و سنگ‌های رسوبی): هوازدگی و فرایش، انواع نهشته‌ها و محیط‌های رسوبی، سنگ‌های رسوبی آواری و شیمیایی

فصل ۶ (سنگ‌های دگرگونی): ویژگی و محیط تشکیل سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای و مجاورتی

فصل ۷ (زمان زمین‌شناسی): زمان زمین‌شناسی، زمان نسبی و زمان مطلق، ناپیوستگی زمانی، مقیاس زمان زمین‌شناسی و دوران‌های زمین‌شناسی

فصل ۸ (دگرریختی و ساختارهای زمین‌شناسی): دگرریختی شکننده: درزه‌ها، شکستگی‌ها و گسله‌ها، هندسه و محیط تکتونیک تشکیل گسله‌های وارون، نرمال و راستالغز؛ دگرریختی شکل‌پذیر: چین‌خوردگی، هندسه و انواع چین‌خوردگی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

در ارائه این درس باید مجموعه‌ای از مفاهیم بنیادین از روش‌های گوناگون آموزش نظری، مباحث گروهی، مشاهده نمونه‌های زمین‌شناسی و مقایسه پدیده‌ها آموزش داده شود؛ بخش مهمی از آموخته‌ها در بازدیدهای میدانی پیش‌بینی شده به طور تجربی مشاهده یا آزموده خواهد شد.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

نمونه‌های دستی از انواع کانی‌های سنگ‌ساز، انواع سنگ‌ها و ساختارها (شکستگی‌ها و چین‌ها)، مقاطع نازک از نمونه‌های سنگی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Thompson, G.R. and Turk, J., 1998. Introduction to physical geology. Brooks/Cole Publishing Company.
- Marshak, S., 2013. Essentials of geology. WW Norton.

عنوان درس به فارسی:		ریاضیات در ژئوفیزیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Mathematics in Geophysics	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:		نظری ■	
دروس هم نیاز:		تخصصی ■ عملی □	
تعداد واحد:		اختیاری □ نظری-عملی □	
تعداد ساعت:		رساله / پایان نامه □	
		۳	۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

تقویت پایه ریاضی دانشجویان برای فهم بهتر درس‌های نظری بعدی که مبانی ژئوفیزیک را آموزش می‌دهند.

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

فصل ۱ (مروری بر مشتق و انتگرال): مفهوم حد و پیوستگی، تعریف مشتق، قواعد یافتن مشتق توابع مختلف، مشتق به معنی نرخ تغییر، مشتق جهت‌دار، مفهوم نمو و دیفرانسیل، قاعده زنجیری، مشتق ضمنی، مشتقات جزئی، فریبه تابع، تابع اولیه، مساحت و انتگرال معین و نامعین، مثال‌هایی از کاربردهای انتگرال

فصل ۲ (معرفی برخی توابع خاص): تابع وارون، توابع لگاریتمی، توابع نمایی، توابع مثلثاتی، مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری این توابع

فصل ۳ (متغیر مختلط): اعداد مختلط، توابع یک متغیر مختلط، توابع آنالیتیک

فصل ۴ (آنالیز برداری): تعریف بردار، جمع و ضرب برداری (ضرب نرده‌ای، ضرب برداری، حاصل ضرب سه‌گانه)، خط و سطح، بردار عمود و مماس بر خم، معرفی تابع برداری و فضای برداری، عملگرهای برداری - دیفرانسیلی (گرادیان، دیورژانس، پیچش، لاپلاسی)، معرفی تانسور مرتبه دوم

فصل ۵ (دستگاه‌های مختصات): دستگاه کارتزین، مختصات قطبی، دستگاه استوانه‌ای، دستگاه کروی

فصل ۶ (برخی قضایای انتگرالی): انتگرال خطی تابع برداری، انتگرال سطحی تابع برداری، انتگرال حجمی، قضیه دیورژانس، قضیه استوکس، قضیه گرین

فصل ۷ (جبر ماتریس‌ها): مفهوم ماتریس، دترمینان، ضرب ماتریسی، ماتریس یکانی، وارون ماتریس، ماتریس متقارن، حل دستگاه معادلات خطی با کمک ماتریس‌ها، مسئله مقدار ویژه و قطری کردن ماتریس

فصل ۸ (آشنایی با معادلات دیفرانسیل معمولی): مسئله مقدار اولیه، معادلات دیفرانسیل جداشدنی، معادلات معمولی درجه اول، معادلات معمولی درجه دوم با ضرایب ثابت

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از کلاس‌های حل تمرین برای درک بهتر مفاهیم

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- حساب دیفرانسیل و انتگرال، ۱۳۹۴، آدامز، ر. ا.، ترجمه رضوانی، م. ع.، انتشارات علمی و فنی.
- Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, 2001, Boyce, W.E., DiPrima, R.C., Meade, D.B., Wiley.
- Mathematical Methods for Physicists, 2012, Arfken, G., Weber, H., Harris, F., Academic Press.
- Mathematical Methods for Physics and Engineering, 2006, Riley, K.F., Hobson, M.P., Bence, S.J., Cambridge.
- Thomas' Calculus, 2022, Hass, J., Heil, C., Weir, M., Pearson.

عنوان درس به فارسی:		تحلیل سری‌های زمانی و فیلترهای دیجیتال	
عنوان درس به انگلیسی:		Time series and digital filters	
نوع درس و واحد			
نظری	<input checked="" type="checkbox"/>	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی	<input checked="" type="checkbox"/>	-	دروس هم‌نیاز:
اختیاری	<input type="checkbox"/>	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه	<input type="checkbox"/>	۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با مبانی پایه تحلیل سیگنال‌ها و طراحی فیلترهای دیجیتال

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

فصل ۱ (سیگنال‌ها و سیستم‌ها): تعریف سیگنال، طبقه‌بندی سیگنال‌ها، سیگنال‌های پیوسته و گسسته و رقمی، نمونه‌برداری از سیگنال پیوسته و فرکانس نایکویست، تعریف سیستم، طبقه‌بندی سیستم‌ها

فصل ۲ (سیستم‌های خطی زمان‌ناوردا): خواص سیستم‌های خطی زمان‌ناوردا (LTI)، نمایش سیگنال با سیگنال‌های پایه، مجموع هم‌آمیخت، پاسخ ضربه‌ی واحد سیستم‌های LTI، قضایای هم‌آمیخت، خواص هم‌آمیخت، سیستم‌های بازگشتی و معادله‌های تفاضل، همبستگی سری‌های ناپیوسته و پیوسته، خواص همبستگی

فصل ۳ (تبدیل Z): تعریف تبدیل Z، خواص تبدیل Z، تبدیل Z کسری، صفرها و قطب‌ها، تابع سیستم یک سیستم LTI، تبدیل Z وارون از روش بسط کسری جزئی، تحلیل سیستم‌های LTI در حوزه‌ی Z

فصل ۴ (تحلیل فرکانسی سیگنال‌ها و سیستم‌ها): سری فوریه سیگنال پیوسته، تبدیل فوریه سیگنال‌های پیوسته غیرتناوبی، طیف فوریه سیگنال‌های پیوسته غیرتناوبی، سری فوریه سیگنال‌های گسسته، تبدیل فوریه سیگنال‌های گسسته غیرتناوبی، طیف فوریه سیگنال‌های پیوسته غیرتناوبی، همگرایی تبدیل فوریه و پدیده گیبس، ارتباط تبدیل فوریه و تبدیل Z، ویژگی‌های تبدیل فوریه سیگنال‌های گسسته، طبقه‌بندی سیگنال‌ها در حوزه‌ی فرکانس، ویژگی‌های سیستم‌های LTI در حوزه‌ی فرکانس و تابع پاسخ فرکانسی، تبدیل فوریه گسسته، تبدیل فوریه سریع

فصل ۵ (طراحی فیلترها): لزوم فیلتر کردن، روش‌های فیلتر کردن، مشخصات یک فیلتر، اثرات نامطلوب فیلتر کردن، فیلترهای فرکانس‌گزین، طراحی فیلترهای بالاگذر، میان‌گذر و پایین‌گذر، فیلترهای بازگشتی و غیر بازگشتی

فصل ۶ (سیستم‌های وارون): واهم‌آمیخت، وارون‌پذیری سیستم‌ها، وارون کردن یک سیستم

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Digital Signal Processing, 2007, Proakis, J.G., Manolakis, D.G., Prentice Hall International Editions.
- Discrete-time Signal Processing, 1999, Oppenheim, A.V., Schaffer, R.W., Buck, J.R., Prentice Hall International Publishing.

عنوان درس به فارسی:		زلزله‌شناسی ۱	
عنوان درس به انگلیسی:		Seismology I	
نوع درس و واحد			
نظری ■		-	دروس پیش‌نیاز:
عملی □	تخصصی ■	-	دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی □	اختیاری □	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه □		۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار ■ کارگاه ■ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با مبانی و روش‌های معمول زلزله‌شناسی

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

فصل ۱ (تاریخ علم زلزله‌شناسی): ایده‌های اولیه در باره زمین‌لرزه، زلزله‌شناسی در قرن ۱۹ تا سال ۱۸۸۰، تولد زلزله‌شناسی نوین (۱۸۸۰-۱۹۲۰)، دوران زلزله‌شناسی کلاسیک (۱۹۲۰-۱۹۶۰)، زلزله‌شناسی مدرن (۱۹۶۰ به بعد)

فصل ۲ (مروری بر امواج لرزه‌ای و انتشار آنها در زمین): امواج لرزه‌ای و پرتو لرزه‌ای، ساختار لایه‌ای زمین و مسیر پرتو لرزه‌ای، قانون اسنل برای بازتاب و شکست، ساختار سرعت لرزه‌ای زمین و منحنی‌های زمان سیر، امواج سطحی

فصل ۳ (زلزله‌نگاری): گیرنده‌های لرزه‌ای پاندولی، نوفه‌ی لرزه‌ای، گیرنده‌های لرزه‌ای الکترومغناطیسی، گیرنده‌های بازخورد نیرویی و شبکه‌های رقمی، آرایه‌های لرزه‌نگاری، محل‌یابی ایستگاه‌های لرزه‌نگاری، کالیبراسیون و نگهداری شبکه لرزه‌نگاری، بانک‌های داده لرزه‌ای، فرمت داده‌های لرزه‌ای

فصل ۴ (مکان‌یابی زمین‌لرزه): معرفی فازهای لرزه‌ای و نام‌گذاری آنها، نگاشت‌های لرزه‌ای و تفسیر آن‌ها، برداشت فازهای زمین‌لرزه برای زمین‌لرزه‌های محلی و منطقه‌ای و دور، مکان‌یابی زمین‌لرزه، مکان‌یابی و مسئله وارون، خطا و دقت در مکان‌یابی، روش‌های بهبود مکان‌یابی

فصل ۵ (مقیاس‌های بزرگای زمین‌لرزه): تعریف بزرگای زمین‌لرزه، انواع مقیاس‌های بزرگا، مزايا و معايب هر مقیاس بزرگا، مقیاس شدت مرکالی، انرژی زمین‌لرزه، گسلس و زمین‌لرزه، روابط میان پارامترهای گسیختگی با ممان و بزرگا، آمار زمین‌لرزه، پس‌لرزه‌ها

فصل ۶ (امواج زمین‌لرزه و ساختار داخلی زمین): کاربرد وارون‌سازی منحنی‌های زمان رسید در تعیین ساختار یک بعدی زمین، توموگرافی لرزه‌ای پوسته، تفسیر نتایج توموگرافی لرزه‌ای

فصل ۷ (چرخه زمین‌لرزه): نظریه بازگشت الاستیک، چرخه زمین‌لرزه (مراحل پیش‌لرزه‌ای، هم‌لرزه‌ای، پس‌لرزه‌ای و میان‌لرزه‌ای)، دوره بازگشت زمین‌لرزه‌ها

فصل ۸ (سازوکار کانونی): تعریف سازوکار کانونی زمین‌لرزه، گسله زمین‌لرزه‌ای و الگوی تابش، تعیین سازوکار کانونی با اولین رسیدها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام کار عملی برای فراگیری نرم‌افزارهای پردازش داده‌های زمین‌لرزه، مکان‌یابی زمین‌لرزه‌ها، تعیین بزرگا، استفاده از بانک‌ها و آرشیوهای داده زلزله‌شناسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- An Introduction to Seismology, Earthquakes, and Earth Structure, 2003, Stein, S., Wysession, M., Blackwell Publishing.
- Foundations of Modern Global Seismology, 2020, Ammon, C., Velasco, A., Thorne, L., Wallace, T.C., Academic Press.
- Introduction to Seismology, 2009, Shearer, P.M., Cambridge University Press.

عنوان درس به فارسی:		گرانی‌سنجی و ژئومغناطیس	
عنوان درس به انگلیسی:		Gravity and Geomagnetic methods	
نوع درس و واحد			
<input type="checkbox"/> نظری		-	دروس پیش‌نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی	-	دروس هم‌نیاز:
<input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی	<input type="checkbox"/> اختیاری	۳	تعداد واحد:
	<input type="checkbox"/> رساله / پایان‌نامه	۶۴	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با مبانی تئوری پتانسیل و روش‌های پردازش و تحلیل داده‌های گرانی و مغناطیس

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

فصل ۱ (تاریخچه): تاریخچه مغناطیس‌سنجی و گرانی‌سنجی

فصل ۲ (میدان‌های پتانسیل): تعریف میدان پتانسیل، کار و انرژی، میدان‌های پایسته، قضیه‌ی گاوس و معادله‌ی لاپلاس

فصل ۳ (میدان گرانش زمین): میدان گرانی و پتانسیل گرانشی، شتاب گرانی برای زمین دوار، فورمول مرجع گرانی، بیضوی مرجع، زمینوار، تغییرات

زمانی میدان گرانی زمین

فصل ۴ (بی‌هنجاری‌های گرانی): میدان گرانی اجسام هندسی ساده (پوسته کروی، کره توپر، سیم، سیلندر ایستاده و خوابیده ..)

فصل ۵ (گرانی‌سنجی): اندازه‌گیری نسبی و مطلق گرانی، طراحی عملیات برداشت گرانی‌سنجی، تصحیحات گرانی، حذف تغییرات زمانی گرانی،

بی‌هنجاری‌های هوای آزاد، بوگه ساده و کامل، ارتباط آنومالی‌های هوای آزاد و بوگه با تکتونیک

فصل ۶ (ایزوستازی): جبران، بی‌هنجاری‌های ایزوستاتیک زمینوار، مدل‌های جبران و بی‌هنجاری‌های زمینوار

فصل ۷ (تفسیر داده‌های گرانی): معرفی فیلترهای ادامه به بالا و پائین، مشتق‌های افقی و عمودی و سیگنال تحلیلی. معرفی آنومالی‌های محلی و

منطقه‌ای، آموزش نحوه بکارگیری فیلترها برای جدایش آنومالی‌های محلی از منطقه‌ای، مروری بر کاربرد روش‌های گرانی در اکتشافات نفت و معادن

فلزی و غیرفلزی

فصل ۸ (میدان مغناطیس): پتانسیل مغناطیسی زمین، میدان مغناطیس اجسام هندسی ساده، رابطه‌ی پواسون و بررسی تشابه بین آنومالی‌های

گرانی و مغناطیس

فصل ۹ (میدان مغناطیس زمین): ویژگی‌های میدان مغناطیس زمین، منشاء میدان مغناطیس زمین و معرفی تئوری دینامو، تغییرات زمانی میدان

مغناطیس، مغناطش سنگ، توصیف میدان مغناطیس در قاره‌ها و اقیانوس‌ها

فصل ۱۰ (مغناطیس‌سنجی): اندازه‌گیری دامنه، جهت و شیب میدان مغناطیس زمین، دستگاه‌های اندازه‌گیری، حذف تغییرات زمانی میدان

مغناطیس، طراحی عملیات برداشت مغناطیس، بکارگیری انواع فیلترها برای جدایش آنومالی‌های منطقه‌ای و محلی، تبدیل کاهش به قطب، مروری بر

کاربرد روش‌های مغناطیس‌سنجی در اکتشافات نفت و معادن فلزی و غیرفلزی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام کار عملی برای تهیه نقشه‌های میدان مغناطیسی و گرانی و تفسیر آنها با استفاده از نرم‌افزار پردازش و تفسیر

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- An Introduction to Geophysical Exploration, 3rd Edition, 2002, Kearey P., M. Brooks, and I. Hill, Wiley Press.
- Applied Geophysics, 1990, Telford, W.M., Geldart, L.P., Sherrif, R.E., Keys, D.A., Cambridge University Press.
- Geodynamics, 2014, Turcotte, D.L., Schubert, G., John Wiley & Sons.
- Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications, 1996, Blakely, R.J., Cambridge University Press.

عنوان درس به فارسی:		روش‌های مدل‌سازی در گرانی‌سنجی	
عنوان درس به انگلیسی:		Modeling methods in gravimetry	
نوع درس و واحد		گرانی‌سنجی و ژئومغناطیس	
نظری <input checked="" type="checkbox"/>		-	
دروس پیش‌نیاز:		-	
دروس هم‌نیاز:		-	
تعداد واحد:		۲	
تعداد ساعت:		۳۲	
نظری <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> اختیاری <input type="checkbox"/> رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>			

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با مدل‌سازی مستقیم و معکوس در گرانی‌سنجی

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

فصل ۱ (مقدمه): معرفی روش‌های مستقیم و معکوس مدل‌سازی گرانی‌سنجی و نحوه استفاده از آنها

فصل ۲ (روش مستقیم دوبعدی در حوضه مکان): مدل‌سازی مستقیم با استفاده از اجسام دوبعدی ساده، مدل‌سازی مستقیم با استفاده از روش تالوانی

فصل ۳ (روش مستقیم سه‌بعدی در حوضه مکان): مدل‌سازی مستقیم با استفاده از اجسام سه‌بعدی ساده (کره و منشور)، مدل‌سازی مستقیم با استفاده از روش مجموعه لایه‌ها

فصل ۴ (روش مستقیم در حوزه فوریه): محاسبه آنومالی ناشی از یک توده که به مجموعه‌ای از منشورهای دارای جرم‌حجمی متفاوت تجزیه شده، محاسبات در حوزه فرکانس انجام می‌گیرد.

فصل ۵ (روش وارون در حوزه مکان): وارون‌سازی با استفاده از آنومالی گرانی اجسام ساده سه‌بعدی به مانند کره و یا منشور، ضرورت مقید کردن روش‌های وارون‌سازی و نحوه مقید کردن معادلات آن با استفاده از داده‌های زمین‌شناسی

فصل ۶ (روش وارون در حوزه فوریه): معکوس‌سازی آنومالی بوگه به نقشه آنومالی جرم‌حجمی

کار عملی: نوشتن برنامه کامپیوتری محاسبه آنومالی گرانی یک مقطع دوبعدی زمین‌شناسی با استفاده از روش مدل‌سازی مستقیم (ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Applied Geophysics, 1990, Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Keys, D.A., Cambridge University Press.
- Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications, 1996, Blakely, R.J., Cambridge University Press.

عنوان درس به فارسی:		گرانی‌سنجی ماهواره‌ای و کاربردهای آن	
عنوان درس به انگلیسی:		Satellite gravimetry and applications	
نوع درس و واحد		گرانی‌سنجی و ژئومغناطیس	
نظری <input checked="" type="checkbox"/>		-	
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		-	
اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۲	
رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		۳۲	
تعداد واحد:		تعداد ساعت:	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنا کردن دانشجویان با مبانی علمی و تکنولوژیک گرانی‌سنجی ماهواره‌ای و کاربردهای آن در اندازه‌گیری تغییرات مکانی و زمانی بی‌هنجاری‌های جرمی در درون و سطح زمین. دانشجویان با کاربردهای مختلف گرانی‌سنجی ماهواره‌ای در زمینه‌های مختلف علوم زمین، هیدرولوژی و علوم جو آشنا می‌شوند.

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

فصل ۱ (برخی مبانی تئوری): تابع پتانسیل گرانشی، فانکشنال‌های تابع پتانسیل، هارمونیک‌های کروی، بسط تابع پتانسیل و فانکشنال‌های آن در هارمونیک‌های کروی، محتوی طول موج و بسامد تابع پتانسیل

فصل ۲ (ماهواره‌ها در مدار): مدارها، نیروها، تعیین مدار، منابع خطا

فصل ۳ (گرانی‌سنجی): گرانی‌سنجی ماهواره‌ای، گرادیمتری، تحلیل مدار، ماهواره‌های گرانی‌سنج (چمپ، گریس، گوچه، گریس‌فو)، اصول اندازه‌گیری و پردازش داده‌های هر یک از ماهواره‌ها

فصل ۴ (آلتیمتری): آلتیمتری راداری و لیزری، ماهواره‌های آلتیمتری، داده‌های آلتیمتری و تحلیل آن برای اندازه‌گیری میدان گرانی

فصل ۵ (کاربردهای گرانی‌سنجی ماهواره‌ای در علوم زمین): گرانی و ژئوئید، لیتوسفر و گوشته زمین، اقیانوس و یخ/آب، هیدرولوژی، پایش سطح زمین و تغییر اقلیم

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Hofmann-Wellenhof, Bernhard, and Helmut Moritz. 2006, Physical geodesy. Springer Science & Business Media.
- Seeber, Günter. 2008, Satellite geodesy: foundations, methods, and applications. Walter de gruyter.
- Gruber, Thomas, Annette Eicker, Frank Flechtner. 2021, Remote sensing by Satellite gravimetry, MDPI Books.

عنوان درس به فارسی:		زبان تخصصی	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced English	
نوع درس و واحد			
نظری	<input checked="" type="checkbox"/>	-	دروس پیش نیاز:
عملی	<input type="checkbox"/>	-	دروس هم نیاز:
تخصصی	<input checked="" type="checkbox"/>		تعداد واحد:
اختیاری	<input type="checkbox"/>	۲	تعداد ساعت:
نظری-عملی	<input type="checkbox"/>		
رساله / پایان نامه	<input type="checkbox"/>	۳۲	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با مهارت‌های تخصصی نوشتار انگلیسی مانند نگارش چکیده و ارائه سخنرانی علمی به همراه مهارت درک مطلب، مهارت‌های گفتاری و نوشتاری پرکاربرد در ارتباط‌های علمی بین‌المللی

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

فصل ۱: آشنایی با مهارت‌های پایه خواندن متن‌های تخصصی و علمی به زبان انگلیسی

فصل ۲: آشنایی با ساختار چکیده مقالات و پایان نامه‌ها و تمرین نگارش آنها به زبان انگلیسی

فصل ۳: یادگیری چند صد واژه انگلیسی پرکاربرد در متن‌های علمی و چندصد واژه از فهرست کلمات عمومی پرکاربرد

فصل ۴: فراگیری اصول رایانامه نگاری و نگارش سه رایانامه مورد نیاز دانشگاهی

فصل ۵: اصول کلی و تمرین سخنرانی علمی به زبان انگلیسی (شامل تمرین تلفظ درست واژه‌های تخصصی حوزه تحصیلی و پژوهشی دانشجویان)

فصل ۶: نگارش شرح حال علمی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام کار عملی: ارائه سخنرانی علمی برای کلاس، نوشتن چکیده مقاله برای کار پژوهشی دانشجویان

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۸۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Anholt, R. R. (2010), Dazzle'em with style: The art of oral scientific presentation. Elsevier.
- Dobiecka, K. & Wiederholt, K. (2008). Well read 1, skills and strategies for reading. Oxford: Oxford University Press.
- Grussendorf, M. (2007), English for presentations. Oxford: Oxford University Press.
- Lores, R. (2004), On RA abstracts: from rhetorical structure to thematic Organization. English for Specific Purposes, 23, pp.280-302.
- Swales, J. M. (1990). Genre Analysis: English in Academic and Research Settings. Cambridge: Cambridge University Press.
- Swales, J. M., and Feak, C. B. (2012), Academic writing for graduate students: Essential tasks and skills (Vol. 1). Ann Arbor, MI: University of Michigan Press .

عنوان درس به فارسی:		نقشه برداری در ژئوفیزیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Application of Surveying in Geophysics	
نظری <input type="checkbox"/>		-	
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/>	-	
نظری-عملی <input checked="" type="checkbox"/>	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	۲	
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	
		تعداد واحد:	
		تعداد ساعت:	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با مبانی پایه و کاربردهای علم ژئوماتیک و ژئودزی در علوم زمین

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

فصل ۱ (تعاریف اولیه در نقشه برداری): تعریف نقشه برداری، تعریف نقشه، فرآیند تهیه نقشه، روش کار در نقشه برداری و تقسیم بندی علوم نقشه برداری، انواع مقیاس و دسته بندی نقشه ها بر اساس مقیاس، دسته بندی نقشه ها بر اساس محتوا.

فصل ۲ (خطاها در مشاهدات نقشه برداری): تعریف خطاها و انواع آن‌ها، خطای سیستماتیک، خطای اتفاقی، اشتباهات، روش برخورد با هر نوع از خطاها.

فصل ۳ (شکل زمین و سطوح مبنا): لزوم شناخت شکل زمین، ژئوئید، سطح مقایسه ریاضی، اسفروئید، بیضوی سه محوره، بیضوی دورانی، بیضوی محلی، بیضوی جهانی، تعیین مختصات بر روی زمین، نقشه برداری در مناطق محدود، سیستم های تصویر، تعریف انواع سیستم ها و مشخصات آن‌ها

فصل ۴ (اندازه گیری فاصله): روش های اندازه گیری فاصله، روش های کم دقت، روش های دقیق، فاصله یابهای الکترونیکی، تهیه نقشه از زمینهای کم وسعت با اندازه گیری طول، روش مثلث بندی، روش خط هادی

فصل ۵ (ترازیابی): روش های ترازیابی، روش های مستقیم ترازیابی، ساختمان ترازیاب، روش های ترازیابی، روش ترازیابی باز، ترازیابی تدریجی، ترازیابی بسته، سرشکنی خطاها در ترازیابی

فصل ۶ (سیستم های ناوبری ماهواره ای جهانی): تعریف و انواع سیستم های ناوبری ماهواره ای جهانی، روش های مشاهداتی در سیستم های ناوبری ماهواره ای جهانی، مشاهدات استاتیک و نحوه ی محاسبه ی مختصات در آن‌ها، مشاهدات RTK و انواع حالت های آن، مشاهدات PPK

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

برگزاری جلسات عملی و آموزش کار با ابزارهای نقشه برداری و تهیه نقشه ی توپوگرافی با روش های آموزش داده شده

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

انواع تجهیزات مرتبط با نقشه برداری

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

• دیانت خواه م.، ۱۳۹۵. نقشه برداری مهندسی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.

- Vanicek P., Krakiwsky, E., 1986, Geodesy: the concepts, Elsevier Science Publishers.
- Seeber, G. (2003). Satellite Geodesy, 2nd completely revised and extended edition. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, 10785, 303-304.
- Schofield, W. (2013). Engineering Surveying: Theory and examination problems for students. Elsevier.

عنوان درس به فارسی:		آزمایشگاه ژئوفیزیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Geophysics lab	
نوع درس و واحد			
<input type="checkbox"/> نظری		-	
<input checked="" type="checkbox"/> عملی	<input type="checkbox"/> تخصصی	-	
<input type="checkbox"/> نظری-عملی	<input checked="" type="checkbox"/> اختیاری	۳	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه		۹۶	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با داده برداری ژئوفیزیکی و کار با دستگاه های ژئوفیزیکی

ب) اهداف ویژه:

این یک درس آزمایشگاهی است که پس از گذراندن درس های ژئومغناطیس و گرانی، لرزه شناسی، ژئوالکترونیک و زلزله شناسی ۱ گرفته می شود. دانشجویان موظف به انجام حداقل سه برداشت گوناگون ژئوفیزیکی کوچک و پردازش و تفسیر داده های به دست آمده هستند. در طی این برداشت ها، دانشجویان با دستگاه های ژئوفیزیکی، طرز کار آنها و عملیات برداشت در سطح مقدماتی آشنا می شوند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

عملیات اول (برداشت لرزه ای):

بخش ۱: آشنایی با دستگاه لرزه نگاری و چیدمان ژئوفون ها، آشنایی با آرایه های برداشت، برداشت داده های لرزه انکساری، برداشت داده های MASW.

بخش ۲: پردازش داده های لرزه انکساری و MASW (حذف رد لرزه های با کیفیت پایین، اعمال فیلتر و تضعیف نوفه).

بخش ۳: تفسیر داده های لرزه انکساری و MASW

عملیات دوم (برداشت مغناطیس):

بخش ۱: آشنایی با دستگاه مغناطیس سنج در اکتشافات، طراحی پارامترهای عملیات و برداشت داده های مغناطیس، داده برداری مغناطیسی

بخش ۲: پردازش داده های مغناطیسی، تصحیح داده ها و استفاده از فیلترهای فراسو، فرسو، صافی ها (پایین گذر، میان گذر، بالا گذر، خطی، غیرخطی، حوزه فرکانس).

عملیات سوم (برداشت ژئوالکترونیک):

بخش ۱: آشنایی با دستگاه مقاومت سنج، آشنایی با عملیات سونداژ ژئوالکترونیک و انجام عملیات میدانی برداشت داده های مقاومت سنجی و مقاومت القایی با استفاده از یکی از آرایه های برداشت (شلومبرژه، ونر، قطبی - دوقطبی، دوقطبی-دوقطبی و ...).

بخش ۲: آماده سازی داده های برداشت شده و پردازش آنها (انجام تصحیحات توپوگرافی و حذف داده های با کیفیت پایین).

بخش ۳: وارون سازی و تفسیر داده های به دست آمده.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

برگزاری کارگاه آموزشی کامپیوتری: آشنایی مقدماتی با سیستم عامل لینوکس و کار با نرم افزار رسم ژئوفیزیکی جی ام تی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۱۰۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۰ درصد

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Telford, W. M., Geldart, L. P., and Sheriff, R. E., 1998, Applied Geophysics, Cambridge University Press.
- Blakely, R. J., 1996, Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications, Cambridge University Press.
- Parasnis, D. S., 1997, Principles of Applied Geophysics, Chapman and Hall.
- Sharma, P. V., 2004, Environmental and Engineering Geophysics, Cambridge University Press.
- Kearey, P., and Brooks, M., 2002, An Introduction to Geophysical Exploration, Blackwell.

عنوان درس به فارسی:		زمین‌شناسی معدن	
عنوان درس به انگلیسی:		Geology of mines	
نوع درس و واحد			
<input type="checkbox"/> نظری		-	دروس پیش‌نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی	<input type="checkbox"/> تخصصی	-	دروس هم‌نیاز:
<input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی	<input checked="" type="checkbox"/> اختیاری	۳	تعداد واحد:
	<input type="checkbox"/> رساله / پایان‌نامه	۶۴	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

درس زمین‌شناسی در معدن برای آموزش دانشجویان کارشناسی ارشد ژئوفیزیک در نظر گرفته شده است. با توجه به پذیرش دانشجویان در گرایش‌های ژئومغناطیس، ژئوالکتریک و گرانی‌سنجی که از شاخه کاربردی ژئوفیزیک هستند، ضروری است که دانشجویان این مقطع تحصیلی با برخی مباحث ساده‌ی کاربردی زمین‌شناسی در معادن آشنایی داشته باشند.

ب) اهداف ویژه:

آشنایی دانشجویان با انواع ذخایر معدنی و طبقه‌بندی آنها، هندسه ذخایر معدنی، آموزش استفاده از نقشه‌ها و تهیه نیمرخ‌های زمین‌شناسی، آموزش برداشت عوارض زمین‌شناسی و ساختاری برای نمایش بر روی نقشه زمین‌شناسی و کاربرد روش‌های مناسب ژئوفیزیکی برای پی‌جویی و اکتشاف انواع ذخایر معدنی

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

❖ بخش نظری

فصل ۱ (مقدمه و تعاریف اولیه): ماهیت فیزیک و شیمیایی سیالات کانه‌زا و منشأ فلزات، تعاریف اصطلاحات کلی مانند کانه، کانسنگ، باطله، کانسار، اندیس معدنی، عیار، عیار حد، دگرسانی، پاراژنز

فصل ۲ (هندسه‌ی ذخایر معدنی): کانسارهای رگه‌ای، کانسارهای لایه‌ای، کانسارهای عدسی شکل، کانسارهای توده‌ای

فصل ۳ (رده‌بندی ذخایر معدنی): کانسارهای مرتبط با فرآیندهای ماگمایی و گرمایی (کانسارهای کرومیت، نیکل-مس، برخی کانسارهای آهن، پورفیری، اپی‌ترمال، اسکارن)، کانسارهای آتشفشانی-رسوبی (کانسارهای سرب، روی، مس، طلا و نقره)، کانسارهای رسوبی (سرب و روی، مس، آهن، منگنز، بوکسیت، پلاس)، کانسارهای دگرگونی (کانسارهای طلای کوهزایی)

فصل ۴ (کاربرد روش‌های مختلف ژئوفیزیکی برای اکتشاف انواع مواد معدنی): مراحل اکتشاف ماده معدنی (شناسایی: بررسی تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های مغناطیس‌هوایی، نقشه‌های گرانی، نقشه‌های زمین‌شناسی و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مورد نظر در GIS، یافتن مناطق امید بخش، پی‌جویی: بررسی‌های زمین‌شناسی صحرائی، بررسی‌های ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی، تلفیق اطلاعات مورد نظر و تهیه گزارش اکتشافی، اکتشاف عمومی: انجام بررسی‌های ذکر شده در مرحله قبل با مقیاس بزرگتر و ارائه نتایج در گزارش اکتشافی، تست فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی، اکتشاف تفصیلی: بررسی‌های اکتشافی دقیق‌تر در مقیاس بزرگ‌تر از مراحل قبلی، بررسی فنی-اقتصادی، استخراج، کانه‌آرایی ماده معدنی، ذوب و عرضه به بازار، روش ژئومغناطیس (مگنتیت)، روش ژئوالکتریک (IP) برای اکتشاف سولفید فلزات پایه مانند سرب، روی، مس، نقره و طلا)، جریان‌های تلوریک و پتانسیل طبیعی (کانسارهای مس)، روش الکترومغناطیس زمینی و هوابرد (فلزات پایه)، روش گرانی‌سنجی (هماتیت، کرومیت، باریت، نمک)، روش لرزه‌ای (روش شکست امواج برای تشخیص کانسارهای موجود در آبرفت‌ها مانند پلاسرها)، روش تشعشع گاما (عناصر رادیوژنیک مانند پتاسیم، اورانیوم، توریم)

❖ بخش عملی

- کانی‌شناسی برای آموزش خصوصیات فیزیکی کانه‌ها: کانه‌های آهن (مگنتیت - همتیت)، کانه‌های مس (کالکوپریت - مالاکیت -

آزوریت - مس طبیعی)، کانه‌های سرب و روی (گالن و اسفالریت)، کانی‌های تبخیری

- تهیه نقشه زمین‌شناسی: استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی و تفسیر تصویرهای ماهواره‌ای، مراحل تهیه نقشه زمین‌شناسی، تهیه نیمرخ زمین‌شناسی، استفاده از کمپاس و جی‌پی‌اس، برداشت‌های ساختاری (درزه‌ها، گسله، چین، تاقدیس و ناودیس) و نمایش اطلاعات ساختاری بر روی نقشه، کار با استریونت و ترسیم رزداگرام

- آشنایی با روش درست نمونه برداری سیستماتیک در محدوده معدنی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- شهاب پور، ج. ۱۳۸۰. زمین‌شناسی اقتصادی، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- کریم پور، م.، سعادت. س.، ۱۳۸۴. زمین‌شناسی اقتصادی کاربردی. انتشارات ارسلان.
- دستورالعمل تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی-اکتشافی بزرگ مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ و ۱/۲۰۰۰۰ و رقومی کردن آنها، ۱۳۸۹، انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، نشریه شماره ۵۳۲، سازمان نظام مهندسی معدن

- Haldar S. K. 2013. Mineral Exploration Principles and Applications. Elsevier, 334 pp.
- Dentith, M. and Mudge, S.T. 2014. Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist. Cambridge University Press, New York, 516 pp.
- Moon, C.J., Whateley, M.K.G., and Evans, A.M. 2006. Introduction to Mineral Exploration. Blackwell Publishing. Oxford, 481 pp.
- Philip Kearey, Mihcael Brooks, Ian Hill. 2003. An introduction to geophysical exploration. Blackwell Science Ltd.
- Franco Pirajno. 2009. Hydrothermal Processes and Mineral Systems. Springer, Berlin, Germany. ISBN 978-1-4020-8612-0, 1250 P.
- Robb Laurence, 2005. Introduction to ore-forming processes. Wiley-Blackwell. ISBN: 978-0-632-06378-9, 384 P.
- John. M. Guilbert, and Charles. F. Park, 1996. The geology of ore deposits. New York, W.H. Freeman and Co., 985 p.
- Lahee, F. H. 2002. Field Geology. CBS Publishers.

عنوان درس به فارسی:		روش‌های مدل‌سازی در مغناطیس‌سنجی	
عنوان درس به انگلیسی:		Magnetic Modeling methods	
نظری	■	-	دروس پیش‌نیاز:
عملی	□	-	دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی	□	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه	□	۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار ■ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با مدل‌سازی مستقیم و معکوس در مغناطیس‌سنجی

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

فصل ۱ (مقدمه): معرفی روش‌های مستقیم و معکوس مدل‌سازی مغناطیس‌سنجی و نحوه استفاده از آنها

فصل ۲ (روش مستقیم دوبعدی در حوضه مکان): مدل‌سازی مستقیم با استفاده از اجسام دوبعدی ساده، مدل‌سازی مستقیم با استفاده از روش تالوانی

فصل ۳ (روش مستقیم سه‌بعدی در حوضه مکان): مدل‌سازی مستقیم با استفاده از اجسام سه‌بعدی ساده (کره و منشور)، مدل‌سازی مستقیم با استفاده از روش Stack of laminas

فصل ۴ (روش مستقیم در حوضه فوریه): محاسبه آنومالی ناشی از یک توده که به مجموعه‌ای از منشورهای دارای مغناطش متفاوت تجزیه شده است و منشورها می‌توانند دارای عمق فوقانی و تحتانی متفاوتی باشند. محاسبات در حوضه فرکانس انجام می‌گیرد.

فصل ۵ (روش معکوس در حوضه مکان): معکوس‌سازی با استفاده از آنومالی مغناطیس‌سنجی اجسام ساده سه‌بعدی به مانند کره و یا منشور، ضرورت مقید کردن روش‌های معکوس‌سازی و نحوه مقید کردن معادلات آن با استفاده از داده‌های زمین‌شناسی

فصل ۶ (روش معکوس در حوضه فوریه): معکوس‌سازی آنومالی‌های مغناطیسی به نقشه آنومالی حساسیت‌پذیری مغناطیسی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام کار عملی در قالب نوشتن برنامه کامپیوتری محاسبه آنومالی مغناطیسی یک مقطع دوبعدی زمین‌شناسی با استفاده از روش مدل‌سازی مستقیم

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
آزمون پایان نیم‌سال

۴۰ درصد

۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Applied Geophysics, 1990, Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Keys, D.A., Cambridge University Press.
- Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications, 1996, Blakely, R.J., Cambridge University Press.

عنوان درس به فارسی: اکتشافات هوابرد مغناطیسی		عنوان درس به انگلیسی: Airborne magnetic exploration	
نوع درس و واحد		-	
نظری ■		-	
عملی □	تخصصی □	-	
نظری-عملی □	اختیاری ■	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه □		۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار ■ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با نحوه طراحی، برداشت و پردازش داده‌های مغناطیسی هوابرد

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

فصل ۱ (مقدمه): تاریخچه مغناطیسی‌سنجی هوابرد، مغناطیس‌سنج‌های مورد استفاده در اکتشافات هوابرد، نحوه اتصال دستگاه‌های مگنتومتری به هواپیما، نحوه مختصات دار کردن اندازه‌گیری‌های هوایی

فصل ۲ (طراحی شبکه برداشت): تعیین جهت ساختارهای اصلی زمین‌شناسی هدف اکتشاف، تعیین دقت مکانی مورد نیاز، تعیین نقاط کنترل زمینی برای از بین بردن تغییرات زمانی میدان مغناطیسی، تقسیم منطقه برداشت به چند محدوده مختلف پروازی، طراحی شبکه برداشت با خطوط اصلی و طراحی خطوط کمکی

فصل ۳ (تصحیحات): کنترل کیفیت داده‌های برداشتی، حذف تغییرات زمانی میدان مغناطیسی، حذف میدان مغناطیسی زمین، تراز کردن داده‌ها با استفاده از داده‌های خطوط کمکی، ریزتراز کردن داده‌ها با استفاده از فیلترهای مربوطه، تصحیح ارتفاع

فصل ۴ (تفسیر داده‌های مغناطیس هوایی): تبدیل کاهش به قطب ساده و دیفرانسیلی، پیدا کردن خطواره‌های مغناطیسی، پیدا کردن مرز بلوک‌های مختلف قاره‌ای، پیدا کردن توده‌های آذرین مدفون، پیدا کردن حوضه‌های رسوبی، محاسبه عمق بالا و پایین پی سنگ مغناطیسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال
۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications, 1996, Blakely, R.J., Cambridge University Press.
- Aeromagnetic Surveys, Principles, Practice & Interpretation, 2005, Colin Reeves, Geosoft.

عنوان درس به فارسی:		لرزه شناسی	
عنوان درس به انگلیسی:		Seismic exploration	
نظری	<input checked="" type="checkbox"/>	-	دروس پیش نیاز:
عملی	<input type="checkbox"/>	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی	<input type="checkbox"/>	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه	<input type="checkbox"/>	۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با روش‌های تحلیل داده‌های لرزه‌ای

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

فصل ۱ (مبانی روش‌های اکتشاف لرزه‌ای): مروری بر مبانی نظری انتشار امواج لرزه‌ای، شکست و بازتابش امواج لرزه‌ای، قانون اسنل، اصل فرما، اصل هویگنس، مسیره‌های امواج لرزه‌ای قابل استفاده در روش‌های اکتشاف لرزه‌ای، چشمه‌های لرزه‌ای، گیرنده‌ها و لرزه‌نگارهای قابل استفاده در لرزه‌نگاری اکتشافی

فصل ۲ (روش لرزه‌ای شکست مرزی): منحنی‌های زمان - مسافت شکست مرزی در مدل‌های دولایه و چند لایه‌ی افقی و شیب‌دار، عملیات روش شکست مرزی، روش‌های تفسیر داده‌های شکست مرزی (روش مثبت - منفی، روش جی آر ام، و روش‌های منتج از آن‌ها مانند هاگیوارا و مسودا)، مثال‌هایی از کاربردها (تخمین ضخامت آبرفت، آب‌های زیرزمینی، مهندسی سازه، اکتشافات معدنی، و ساختار پوسته)

فصل ۳ (روش لرزه‌ای بازتابی): منحنی‌های زمان - مسافت روش بازتابی در مدل‌های دولایه و چند لایه‌ی افقی و شیب‌دار، روش‌های عملیات بازتابی در خشکی و در دریا، روش برداشت داده‌ی نقطه‌ی میانی مشترک، طراحی آرایه‌های گیرنده‌ها و چشمه‌ها در عملیات روش بازتابی

فصل ۴ (پردازش و تفسیر داده‌های بازتابی): پردازش داده‌ها: ویرایش رکوردها، واهم‌آمیخت، تصحیحات ایستا، تصحیحات دینامیک، تحلیل سرعت، برانبارش و مهاجرت، تفسیر داده‌ها: مروری بر اصول تفسیر مقاطع لرزه‌ای مهاجرت داده شده برای ساختارهای مختلف زمین‌شناسی و چینه‌شناسی، نشان‌گرهای لرزه‌ای

فصل ۵ (روش‌های لرزه‌ای دیگر): روش‌های درون چاهی، روش پروفیل‌زنی عمودی، توموگرافی لرزه‌ای در اکتشافات لرزه‌ای

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Applied geophysics, 1990, Telford, W.M., Geldart, L.P., Sherrif, R.E., Keys, D.A., Cambridge University Press.
- Environmental and engineering geophysics, 1997, P.V. Sharma, Cambridge University Press.
- Principles of geophysics, 1997, N.H. Sleep, K. Fujita, Blackwell science.
- Marine geophysics, 1999, Jones, E.J.W., John Wiley & Sons.
- Kearey, P., and Brooks, M., 2002, An Introduction to Geophysical Exploration, Blackwell.

عنوان درس به فارسی:		برنامه نویسی علمی	
عنوان درس به انگلیسی:		Scientific programming	
نوع درس و واحد			
<input type="checkbox"/> نظری		-	دروس پیش نیاز:
<input checked="" type="checkbox"/> عملی	<input type="checkbox"/> تخصصی	-	دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی	<input checked="" type="checkbox"/> اختیاری	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه	<input type="checkbox"/>	۶۴	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با الگوریتم نویسی و یک زبان برنامه نویسی علمی

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصلها:

فصل ۱: الگوریتم نویسی و فلوچارت

فصل ۲: مبانی برنامه نویسی (ساختار برنامه)

فصل ۳: دستورهای برنامه نویسی به زبان فرترن

فصل ۴: ساختارهای شرطی (If, Switch)

فصل ۵: ساختارهای گردشی (do while-while-For)

فصل ۶: زیر ریشهها (سابروتین)، توابع و فایل های کتابخانه ای

فصل ۷: آرایهها (آرایه های یک بعدی و کاربرد آنها و ...)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Adams, J. C., Brainerd, W. S., Martin, J. T., Smith, B. T., & Wagener, J. L. (1997). *Fortran 95 handbook: complete ISO/ANSI reference*. MIT press.
- Brainerd, W. S. (2009). *Guide to Fortran 2003 programming*. Berlin: Springer.
- Metcalf, M., Reid, J., & Martin, J. T. (1989). *FORTRAN 8x explained*. Computers in Physics, 3(2), 82-83.
- Rajaraman, V. (1997). *Computer Programming in FORTRAN 90 and 95*. PHI Learning Pvt. Ltd.

عنوان درس به فارسی:		لرزه زمین ساخت پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Seismotectonics	
نوع درس و واحد			
نظری ■		-	دروس پیش نیاز:
عملی □	تخصصی □	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی □	اختیاری ■	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه □		۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ■ آزمایشگاه □ سمینار ■ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

هدف از ارائه این درس، آشنایی دانشجویان دکتری ژئوفیزیک با مفاهیم بنیادین و فرآیندهای زمین ساختی در پیوند با دگرشکلی فعال و لرزه خیزی در لیتوسفر زمین است. دانستن این مفاهیم و درک روابط میان تاریخچه تکتونیکی، رئولوژی، تنش و الگوی دگرریختی فعال یک گستره، زمینه ذهنی و پایه علمی دانشجویان را برای طرح پرسش های ژئودینامیک و راهیابی برای حل آنها فراهم می کند.

ب) اهداف ویژه:

افزایش توانایی تفسیر و تحلیل داده های ژئوفیزیک و ژئودتیک برای حل مسائل به روز لرزه زمین ساختی و ژئودینامیکی و ایجاد درک برای گزینش کارآمدترین مشاهدات و نتایج زمین شناسی برای پیشبرد اهداف علمی و تفسیر دستاوردهای ژئوفیزیکی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

فصل ۱: مقدمه و مبانی

فصل ۲: تحلیل تنش با داده های زمین شناسی و زلزله شناسی

فصل ۳: دگرریختی قاره ها

فصل ۴: لرزه زمین ساخت گستره های میان ورقه ای پایدار

فصل ۵: مقدمه ای بر زمین شناسی زمین لرزه و رفتار لرزه ای گسله ها

فصل ۶: مطالعه جامع در باره یکی از پهنه های برخورد، فروانش، کافتگی یا راستالغز در قالب سمینار کلاسی

فصل ۷: مفهوم و مبانی پهنه بندی نئوتکتونیکی و سائزمو تکتونیکی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تمرین برای تعیین توان لرزه زایی گسله بر پایه روابط تجربی (فصل ۳)

- تمرین حل سازوکار کانونی به روش پلاریتی (فصل ۴)

- ارائه یک مقاله در قالب سمینار کلاسی

*** انجام بازدید میدانی یک روزه برای بررسی ویژگی های جنبشی و سیمای زمین ریختی گسلش کواترنری یا فعال؛ در صورت امکان، آشنایی با پارگی زمین لرزه ای و اندازه گیری ویژگی های آن (پهنای گسیختگی، بلندی پرتگاه، جابه جایی های تک رویدادی و انحراف آبراهه ای انباشتی، سازوکار گسلش)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۵۰ درصد

انجام پروژه ۲۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Cox A. (1986), Plate Tectonics: How It Works, Blackwell Scientific Publications, 392p.
- Keary, P., and Vine, F. J. (2009), Global Tectonics, Blackwell Science, (2nd ed.)
- Lay, T., and Wallace, T. C. (1995), Modern Global Seismology, Academic Press.
- Lowrie, W. (2007), Fundamentals of Geophysics, 2nd ed., Cambridge University Press.
- McCalpin, J. P., ed. (2009), Paleoseismology (2nd ed.), INTERNATIONAL GEOPHYSICS SERIES 95, 802p.

عنوان درس به فارسی:		تکتونوفیزیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Tectonophysics	
نوع درس و واحد			
نظری	■	-	
عملی	□	تخصصی	□
نظری-عملی	□	اختیاری	■
رساله / پایان نامه	□		
تعداد واحد:		۲	
تعداد ساعت:		۳۲	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با تکتونیک بزرگ مقیاس و فیزیک حاکم بر فرآیندهای تکتونیکی

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

فصل ۱ (زمین‌ساخت ورقه‌ای): آشنایی با نظریه زمین‌ساخت ورقه‌ای، تعریف سنگ‌کره و سست‌کره، گسترش کف اقیانوس‌ها، مرزهای ورقه‌ای سنگ‌کره (مناطق فرورانش، پشته‌های میان‌اقیانوسی، گسله‌های ترادیس، نقاط اتصال سه‌گانه)، نقاط داغ و تنوره‌های گرمایی گوشته، حرکت نسبی ورق‌های سنگ‌کره، محور و قطب دوران، میدان مغناطیس زمین و نقش دیرینه‌مغناطیسی در تعیین حرکت ورق‌ها، حرکات گذشته ورق‌ها، ویژگی‌های پوسته‌ی قاره‌ای و پوسته‌ی اقیانوسی، برخورد قاره‌ای، چرخه ویلسون و چرخه ابرقاره

فصل ۲ (تنش و کرنش): نیروهای حجمی و سطحی در زمین، معرفی تانسورهای تنش و کرنش، روابط تنش و کرنش کشسان، وضعیت‌های مختلف تنش و کرنش (تنش همسانگرد، تنش و کرنش تک محوری و سه محوری، تنش و کرنش تخت، تنش برشی)، رژیم‌های تنش در شرایط زمین‌شناسی مختلف مانند رسوب‌گذاری و فرسایش

فصل ۳ (بارگذاری و خمش سنگ‌کره): معادله خمش کشسان دو بعدی، خمش سنگ‌کره در اثر بار شاقولی، خمش سنگ‌کره در اثر بار جانبی، خمش ورق در مناطق برخوردی، خمش ورق فرورونده، خمش در حوضه‌های رسوبی

فصل ۴ (انتقال گرما در درون زمین): قانون رسانش گرما، شار گرمای سطحی زمین، منابع درونی گرمای زمین، تولید گرما در اثر تلاشی رادیواکتیو، معادله رسانش گرما در زمین، شیب زمین‌گرمایی در پوسته قاره‌ای، سرد شدن ورق‌های اقیانوسی و شیب زمین‌گرمایی در اقیانوس‌ها، شیب زمین‌گرمایی گوشته عمیق و رسانش بی‌دررو در گوشته، میدان دمایی ورق فرورونده و گذار فازهای کریستالوگرافیک در گوشته، مقدمه‌ای بر همرفت گرمایی در گوشته زمین، مدل ساده مکانیکی-گرمایی همرفت، ویژگی‌های میدان همرفت گوشته

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- The Solid Earth, 2004, Fowler, C.M.R., Cambridge University Press.
- Dynamic Earth, 2000, Davies, G.F., Cambridge University Press.
- Geodynamics, 2014, Turcotte, D.L., Schubert, G., Cambridge University Press.
- Geodynamics of the Lithosphere, 2002, Stuwe, K., Springer.

عنوان درس به فارسی:		ژئودینامیک پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Geodynamics	
نوع درس و واحد			
نظری ■		-	دروس پیش نیاز:
عملی □	تخصصی □	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی □	اختیاری ■	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه □		۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با فیزیک حاکم بر فرآیندهای تکتونیکی

ب) اهداف ویژه:

فصل ۱ (رفتار کشسان سنگ کره): تنش و کرنش کشسان و روابط ساختمندی برای محیط کشسان، وضعیت‌های ساده تنش و کرنش کشسان، وضعیت تنش و کرنش در محیط‌های زمین‌شناسی مختلف (رسوب‌گذاری، فرسایش و ...)، خمش کشسان در یک ورقه نازک، خمش ورق سنگ کره زیر بارهای عمودی و افقی، خمش ورقه در مناطق برخوردی، در زیر جزایر اقیانوسی و در مناطق فرورانش

فصل ۲ (رسانش گرما در درون زمین): قانون فوریه برای رسانش گرما، اندازه‌گیری شار سطحی گرمای زمین، منابع درونی گرمای زمین، معادله رسانش گرما، ژئوترم در مناطق قاره‌ای، سرد شدن ورق‌های اقیانوسی و ژئوترم اقیانوسی، ژئوترم گوشته عمیق، میدان دمایی ورق فرورونده و گذار فازهای کریستالوگرافیک، تکامل گرمایی حوضه‌های رسوبی

فصل ۳ (کاربردهای مکانیک شاره‌ها در ژئودینامیک): معرفی معادلات حرکت و گرما در شاره و شکسان، مدل دینامیکی بازگشت پسایخگیری و تخمین وشکسانی گوشته زمین، مدل مکانیکی دی‌پایریسم، مقدمه‌ای بر همرفت گرمایی در گوشته زمین، مدل مکانیکی - گرمایی برای همرفت در گوشته، ویژگی‌های دینامیکی همرفت در گوشته زمین، نیروهای محرک تکتونیک ورقه‌ای

فصل ۴ (رئولوژی سنگ): رفتار کشسان، وشکسان، ویسکوالاستیک و پلاستیک سنگ، پدیده خزش حالت جامد و نقش آن در زمین، رئولوژی سنگ کره و گوشته، نقش رئولوژی در دگرریختی گوشته و همرفت گرمایی در درون زمین، رئولوژی پوسته

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Bird, J. M., 1980, Plate Tectonics: American Geophysical Union, Washington, D.C.

- Wyllie, P. J., 1971, The Dynamic Earth: John Wiley, New York.
- Bomford, G., 1962. Geodesy: Oxford University Press, London.
- Timoshenko, S. and Goodier, J. N., 1970, Theory of Elasticity: McGraw-Hill, New York.
- Jaeger, J. C., 1969, Elasticity, Fracture and Flow: 3rd Ed., Methuen, London.

عنوان درس به فارسی:		آب زمین شناسی	
عنوان درس به انگلیسی:		Hydrogeology	
نوع درس و واحد			
نظری ■		-	دروس پیش نیاز:
عملی □	تخصصی □	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی □	اختیاری ■	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه □		۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با مبانی پایه و کاربردهای روش های آب شناسی در علوم زمین

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث و سرفصل ها:

- فصل ۱ (مقدمه): تعریف های اولیه، اهمیت استفاده از آب های زیرزمینی، تاریخچه بهره برداری از آب های زیرزمینی
- فصل ۲ (آب در زمین و لایه های آبدار): ویژگی های فیزیکی و سنگ شناسی محیط های متخلخل، پخش آب در زمین
- فصل ۳ (جریان آب زیرزمینی): قانون حاکم بر حرکت آب در زیر زمین، ردیابی حرکت آب زیرزمینی، نقشه تراز آب زیرزمینی
- فصل ۴ (مطالعه ویژگی هیدرولیکی آبخوان ها): جریان آب از آبخوان به چاه، اندازه گیری ضریب آب گذاری و ضریب ذخیره
- فصل ۵ (کیفیت آب زیرزمینی): منابع شوری آب، خصوصیات شیمیایی آب های زیرزمینی، نقشه و نمودارهای شیمی آب، ویژگی های فیزیکی آب های زیرزمینی، طبقه بندی و معیارهای کیفیت آب
- فصل ۶ (اکتشاف منابع آب زیرزمینی): بررسی های اولیه زمین شناسی، مطالعات ژئوفیزیک سطحی، حفاری های اکتشافی، چاه نگاری، مطالعه کیفی آب های زیرزمینی، معادله بیلان آب
- فصل ۷ (آب شناسی سازندهای سخت؛ کارست): طبقه بندی کارست، ژئومورفولوژی کارست، جریان آب زیرزمینی و هیدرودینامیک کارست، ردیاب، مطالعات هیدروشیمیایی کارست

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Bouwer, H., & Bouwer, H. (2006). Groundwater Hydrology. 2nd Ed., New York: McGraw-Hill.
- Fetter, C. W. (2018). Applied Hydrogeology. Waveland Press.
- Freeze, R. A., & Cherry, J. A. (1979). Groundwater, 604 pp.

عنوان درس به فارسی:		ژئودزی	
عنوان درس به انگلیسی:		Geodesy	
نوع درس و واحد			
نظری ■		-	دروس پیش‌نیاز:
عملی □	تخصصی □	-	دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی □	اختیاری ■	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه □		۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار ■ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با مبانی پایه و کاربردهای ژئودزی در علوم زمین

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

فصل ۱ (مقدمه): تعریف‌های اولیه، اهداف ژئودزی و ارتباط آن با علوم دیگر

فصل ۲ (محور چرخش زمین و میدان گرانی زمین): حرکت تقدیمی و نوشتن، حرکت نوتیشن آزاد، تغییرات سرعت چرخش زمین، بیضوی مرجع، بی‌هنجاری‌های گرانی، زاویه‌ی انحراف شاقولی، قانون تجربی کائولا، ژئوئید

فصل ۳ (تعیین موقعیت ژئودتیک): سیستم‌های مختصات در ژئودزی، انواع روش‌های تعیین موقعیت مسطحاتی (مرسوم و ماهواره‌ای)، تعیین موقعیت ارتفاعی، تعریف ارتفاع، روش‌های ارتفاع‌یابی، ترازبایی دقیق و تصحیح‌های مربوط، شبکه ترازبایی دقیق ایران

فصل ۴ (ژئودزی ماهواره‌ای): روش‌های ماهواره‌ای تعیین موقعیت، سیستم تعیین موقعیت جهانی جی‌پی‌اس (GPS)، سیستم مختصات کپلری، امواج دریافتی از ماهواره‌های جی‌پی‌اس، معادلات تعیین موقعیت، روش‌های ماهواره‌ای مدل‌سازی میدان گرانی زمین، پیش‌بینی مدار ماهواره، عوامل خروج از مدار، مدل‌های ژئوپتانسیل

فصل ۵ (تصاویر ماهواره‌ای و هوایی و کاربردهای آن در ژئوفیزیک): مفاهیم اولیه‌ی سنجش از دور، انواع تصاویر ماهواره‌ای، نحوه‌ی تصویربرداری راداری، نحوه‌ی تصویربرداری اپتیکی، کلیات پردازش داده‌های راداری و کاربرد آنها، کاربردهای تصاویر راداری در مطالعات ژئوفیزیکی، کاربردهای تصاویر اپتیکی ماهواره‌ای در مطالعات ژئوفیزیکی

فصل ۶ (فتوگرامتری و کاربردهای آن در ژئوفیزیک): مفاهیم ابتدایی فتوگرامتری، کلیات فتوگرامتری تحلیلی، کاربردهای محصولات پردازش‌های فتوگرامتری در مطالعات ژئوفیزیکی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Vanicek P., Krakiwsky, E., 1986, Geodesy: the concepts, Elsevier Science Publishers.
- Seeber, G. 2003. Satellite Geodesy, 2nd completely revised and extended edition. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, 10785.
- Mikhail, E.M., Bethel, J.S., McGlone, J.C., 2001. Introduction to Modern Photogrammetry, John Wiley and Sons Inc.
- Campbell, J. B., & Wynne, R. H. 2011. Introduction to remote sensing. Guilford Press.

عنوان درس به فارسی:		ژئوتکتونیک ۱	
عنوان درس به انگلیسی:		Geotectonics I	
نوع درس و واحد			
نظری ■		-	
عملی □	تخصصی □	-	
نظری-عملی □	اختیاری ■	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه □		۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با فرآیندها، عوامل و ساختارهای تکتونیکی بزرگ‌مقیاس کره زمین؛ درک سازوکار تکتونیک ورقه‌ای و دگرریختی لیتوسفر زمین

ب) اهداف ویژه:

شناخت ساختار عمومی زمین و فرآیندهای اصلی تغییر آن؛ آشنایی با نیروهای موثر در زایش، فرگشت و دگرریختی لیتوسفر زمین؛ شناخت عوامل موثر در رئولوژی دگرریختی؛ آشنایی با فرآیند کوهزایی و سازوکار دگرریختی قاره‌ها

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

فصل ۱ (مقدمه و مبانی): تعریف درس؛ شکل هندسی، سن پیدایش و سخت‌شدگی کره زمین؛ زمان زمین‌شناسی و تاریخچه زمین؛ ترکیب شیمیایی، لایه‌بندی‌های ترکیبی و فیزیکی کره زمین؛ مفهوم هندسی و فیزیکی ورق تکتونیکی؛ تاریخچه زایش نظریه تکتونیک ورقه‌ای از دوره حادثه انگاری (catastrophism) تا یک‌نواخت پنداری پدیده‌ها (uniformitarianism)؛ شناوری قاره‌ها و چرخه ویلسون؛ حرکت ورق‌ها در سطح کره زمین؛ قطب اولبر و حرکت نسبی ورق‌ها؛ نیروهای موثر در حرکت ورق‌ها

فصل ۲ (رئولوژی و دگرریختی لیتوسفر زمین): تعریف رئولوژی؛ طرح پرسش‌های اصلی در باره رفتار سنگ‌ها در برابر تنش و انواع دگرریختی؛ بررسی نقش عوامل فشار، دما و بزرگای تنش در رئولوژی سنگ؛ مراحل مختلف دگرریختی؛ دگرریختی شکننده (brittle): معیارهای شکست در سنگ؛ گسلش اندرسونی (مفهوم، کاربرد و موارد استثنا)؛ دگرریختی شکل‌پذیر (ductile): انواع رفتار جریان سنگ و شرایط عمومی آن؛ رئولوژی لیتوسفر و پروفایل تاب‌آوری (strength profile) آن (پوسته و گوشته) در برابر تنش

فصل ۳ (ایزوستازی و جنبش‌های شاقولی زمین): مفهوم و تاریخچه ایزوستازی (هم‌ستادی)؛ اصل ایزوستازی؛ مدل‌های جبران محلی و خمش کشتان لیتوسفر؛ تعادل ایزوستازیک و جنبش‌های شاقولی؛ اندرکنش دگرریختی تکتونیکی و ایزوستازی

فصل ۴ (تکتونیک ورقه‌ای و فرگشت لیتوسفر زمین): ریخت‌شناسی، فرآیندها (رسوبی، تکتونیکی، ماگمایی، دگرگونی و دگرسانی)، ساختارها و الگوی دگرریختی تکتونیکی مرزهای اصلی ورق‌ها: مرزهای واگرا یا سازنده (کافت قاره‌ای و مرکز گسترش اقیانوس)؛ گسله‌های تبدیلی (transform fault)؛ مرزهای همگرا یا ویرانگر (فرورانشی و برخوردی)؛ لبه آرام قاره (passive margin)؛ نقطه داغ

فصل ۵ (کوهزایی): تعریف کوهزایی در برابر خشکی‌زایی؛ معرفی انواع کوهزایی برخوردی، فرورانشی و انباشتی (accretion)؛ بررسی اجزاء، فرآیند و الگوهای ژئودینامیکی در نواحی برخوردی و فرورانشی؛ وارون‌شدگی تکتونیکی و بسته شدن حوضه‌های رسوبی (basin/tectonic inversion)؛ تکتونیک نازک و ستبر پوست (thin/thick-skinned tectonics)؛ توالی افیولیتی و زمین‌درزها؛ پیکره‌بندی تکتونیکی ایران در قالب تکتونیک جهانی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعیین قطب اولبر و سرعت ورق‌های تکتونیکی بر پایه ساختارهای بستر اقیانوس و بردارهای جی پی اس
- حل مسئله برای تحلیل تعادل ایزوستازی بر پایه مدل‌های جبران محلی (فصل ۳)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
- آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Keary, P., and Vine, F. J. (2009), Global Tectonics, Blackwell Science, (2nd ed.)
- Lowrie, W. (2007), Fundamentals of Geophysics, 2nd ed., Cambridge University Press
- van der Pluijm, B. A. and Marshak, S. (2004), Earth Structure: an Introduction to structural Geology and Tectonics, W.W. Norton & Company, New York, London.

عنوان درس به فارسی:		تغییر اقلیم	
عنوان درس به انگلیسی:		Climate Change	
نوع درس و واحد			
نظری ■		-	دروس پیش نیاز:
عملی □	تخصصی □	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی □	اختیاری ■	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه □		۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با پدیده تغییر اقلیم و گرمایش زمین و مسائل مربوط به آن

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

فصل ۱ (مقدمه): تعریف اقلیم و تغییر اقلیم، شواهد تغییر اقلیم، عوامل به وجود آورنده تغییر اقلیم، پیامدهای تغییر اقلیم

فصل ۲ (سناریوهای نشر گازهای گلخانه‌ای در قرن ۲۱): شیمی اتمسفر، نقش گازهای گلخانه‌ای در گرم شدن زمین (مکانیزم)، سناریوهای سازمان IPCC برای نشر گازهای گلخانه‌ای در قرن ۲۱.

فصل ۳ (مدل‌های پیش‌بینی اقلیمی، گردش عمومی جو): مدل‌های گردش عمومی و اجزاء آن، معادلات حاکم در مدل‌های گردش عمومی، کاربرد مدل‌های گردش عمومی، محدودیت‌ها و عدم قطعیت‌های موجود در مدل‌های گردش عمومی و روش‌های کاهش آن

فصل ۴ (روش‌های ریزمقیاس کردن): تعریف ریزمقیاس کردن و ضرورت آن، انواع روش‌های ریزمقیاس کردن (آماری و دینامیکی)، مزایا و معایب، آشنایی با روش‌های آماری

فصل ۵ (مطالعه تغییر اقلیم و عدم قطعیت‌ها): عدم قطعیت در شدت گرمایش زمین (سناریوهای سازمان IPCC) و نحوه کاهش آن، عدم قطعیت در مدل‌های پیش‌بینی گردش عمومی جو و نحوه کاهش آن، عدم قطعیت در روش‌های ریزمقیاس کردن و نحوه کاهش آن

فصل ۶ (تغییر اقلیم، سازگاری و روش‌های تسکین): روش‌های عمومی، روش‌های تخصصی در حوضه منابع آب

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

• ثبوتی، ی. (۱۳۹۰)، زمین گرم ارمغان سده بیست و یکم، چاپ اول، موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، تهران

- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007a), Core Writing Team; Pachauri, R. K., and Reisinger A. (eds.), Climate Change 2007: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, ISBN 978-92-9169-122-7
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007b), Solomon S., Qin D., Manning M., Marquis M., Averyt K., Tignor M.M.B., Miller H.L., and Chen Z. (eds.), Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp 996.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2014), Core Writing Team; R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.), Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Semenov, M. A. (2007), Development of high-resolution UKCIP02-based climate change scenarios in the UK, Agric For Meteorol, 144:127-138.

عنوان درس به فارسی:		تکتونیک ایران	
عنوان درس به انگلیسی:		Tectonics of Iran	
نوع درس و واحد			
نظری ■		-	دروس پیش نیاز:
عملی □	تخصصی □	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی □	اختیاری ■	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه □		۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

شناخت چارچوب تکتونیک ایران در مقیاس منطقه‌ای؛ آشنائی با تاریخچه تکتونیک فلات ایران و پهنه‌های دگرریختی پیرامون از زمان تشکیل پی سنگ بلورین تا امروزه؛ شناخت فرآیندهای تکتونیک مؤثر در ایجاد پیکره‌بندی امروزی ایران

ب) اهداف ویژه:

مفاهیم لازم برای درک فرآیندهای دگرریختی قاره‌ای یادآوری خواهند شد و فرآیندهای مهم ماگمایی، دگرگونی، رسوبی و تکتونیک برای ساخت زیربنای لازم مرور خواهد شد. پس از آن دانشجویان به طور پیوسته با برهه‌های مهم زمین‌شناسی ایران آشنا شده، در پایان انتظار می‌رود درک به نسبت کاملی از آنچه پیکره‌بندی امروزی تکتونیک ایران را ساخته است، پیدا کنند. این درس دانشجویان را با شالوده تکتونیک دیرین و تکتونیک فعال ایران آشنا خواهد کرد؛ طوری که یک زیربنای مفهومی برای ادامه کار در جامعه تخصصی یا ادامه پژوهش دانشجویان فراهم شود.

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

فصل ۱ (مقدمه): یادآوری مبانی پایه؛ موقعیت تکتونیک ایران در خاورمیانه و جهان؛ تاریخچه تشکیل پی سنگ و روندهای ساختاری آن
فصل ۲ (تکتونیک ایران: معرفی): مروری بر بررسی‌های تکتونیک کلیدی در ایران از دهه ۱۹۶۰ تاکنون؛ معرفی ایالت‌های تکتونیک ایران (کوهزاد زاگرس و پهنه‌های دگرگونی - ماگمایی مرتبط، حوضه خزر جنوبی، پهنه‌های دگرریختی البرز - تالش، کپه‌داغ - بینالود و سیستان، پهنه فرورانشی مکران، ایران مرکزی)

فصل ۳ (ایالت‌های تکتونیک ایران): بررسی ویژگی‌های مختلف در ایالت‌های تکتونیک ایران شامل:
 شناخت ساختار سطحی و ژرفی پوسته، پدیده‌های آذرین و دگرگونی، توالی رسوبی، ناپیوستگی‌ها و نیز رخساره‌های رسوبی کلیدی برای رسیدن به تعریف ستون تکتونیک هر ایالت؛ الگوی دگرریختی در هر یک از ایالت‌ها با تاکید بر پیکره‌بندی تکتونیک فعال ایران
فصل ۴ (تکتونیک ایران در سنوزویک): تغییرات تنش سنوزویک، معرفی مرزهای ساختاری و گسله‌های اصلی ایران با تاکید بر تاریخچه فرگشت آنها در رژیم‌های تکتونیک دیرینه تا فعال

فصل ۵ (تکتونیک فعال ایران): تکتونیک ایران در زمان کواترنری؛ سازوکار امروزی ساختارهای اصلی و نقش آنها در پهنه برخورد عربی - اوراسیا

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

برای ملموس شدن این درس بهتر است دانشجویان به انجام یک پروژه درسی تشویق شود. این پروژه می‌تواند بررسی یکی از مقاله‌های به‌روز و مهم در باره تکتونیک دیرینه یا تکتونیک فعال ایران باشد. نتیجه این بررسی در قالب یک گزارش علمی / ارائه عمومی ارزیابی شود.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۵ درصد
انجام پروژه	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

*** تدریس این درس نیازمند دانشی جامع از تکتونیک و زمین‌شناسی ایران است و باید با استناد به مطالعات پایه زمین‌شناسی ایران و تکمیل و بازنگری آن در گذر زمان تدریس شود. به همین دلیل، منبع مشخصی قابل پیشنهاد نیست و مجموعه کارهای مرتبط از قدیم تا به امروز باید مطالعه و استفاده شود. سه منبع زیر به عنوان مطالب پایه پیشنهاد می‌شود:

• آقابیاتی، س.ع. (۱۳۸۳)، زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

• Stöcklin, J. (1968), Structural History and Tectonics of Iran, *A review, Amer. Assoc. Petro, Geologists Bull*, 52, 7.
Stampfli, G. M., and Borel, G. D. (2002), A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons. *Earth and Planetary science letters*, 196(1-2), 17-33.

عنوان درس به فارسی:		ماگماتیسم و تکتونیک ورقه‌ای	
عنوان درس به انگلیسی:		Magmatism and Tectonics	
نوع درس و واحد			
نظری ■		-	دروس پیش‌نیاز:
عملی □	تخصصی □	-	دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی □	اختیاری ■	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه □		۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار ■ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم به‌روز فرآیندهای ماگماتیسم و ارتباط آنها با تکتونیک ورقه‌ای؛ استفاده از نتایج گوناگون زمین‌شناسی و ژئوشیمیایی و برقراری ارتباط معنی‌دار میان آنها؛ تحلیل فرآیندهای ماگماتیسم و تنوع ویژگی ماگماها در شرایط گوناگون ژئودینامیکی؛ شناسایی ژئودینامیک حوضه تتیس و ارتباط آن با فرآیندهای ماگماتیکی و کانه‌زایی

ب) اهداف ویژه:

آشنایی با ویژگی‌های انواع ماگماها؛ چگونگی تشکیل و تحولات ماگماها؛ شناسایی انواع محیط‌های تکتونیک؛ ژئوشیمی و نقش آن در تشخیص انواع ماگماها و محیط‌های تکتونیک؛ شناخت نقاط داغ، پلوم‌های گوشته‌ای و ماگماتیسم درون ورقه‌ای؛ بررسی محیط‌های مرتبط با مناطق فرورانشی؛ شناخت محیط‌های در حال گسترش مانند کافت‌های قاره‌ای و پشته‌های میان‌اقیانوسی؛ درک ارتباط میان تکتونیک ورقه‌ای و فرآیندهای ماگمایی مانند آتشفشان‌ها، توده‌های نفوذی و نیمه نفوذی و کانه‌زایی

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

- فصل ۱ (ماگماها و فرآیندهای آذرین):** ویژگی‌های ماگماها شامل انواع ترکیب، دما، و ویسکوزیته؛ چگونگی تشکیل ماگما شامل فرآیندهای ذوب بخشی؛ چگونگی تحول ماگماها مانند فرآیندهای تفریق، هضم مواد پوسته‌ای و اختلاط ماگمایی؛ محیط‌های تکتونیک تشکیل ماگماها و تحول آنها
- فصل ۲ (سنگ‌های آذرین درونی و بیرونی):** شناسایی میدانی ساختار، اندازه و بافت انواع سنگ‌های آذرین؛ شناخت انواع سنگ‌های آذرین، ویژگی‌ها و دسته‌بندی آنها مانند بافت، ترکیب و نام‌گذاری
- فصل ۳ (تکتونیک ورقه‌ای):** نظریه تکتونیک ورقه‌ای؛ شناخت نقاط داغ، پلوم‌های گوشته‌ای و ماگماتیسم درون ورقه‌ای؛ ساختار و ماگماتیسم در کافت‌های قاره‌ای و انواع پشته‌های میان‌اقیانوسی، جزیره‌های کمانی، لبه‌های فعال قاره‌ای و حوضه‌های پشت‌کمان و پیش‌کمان؛ منابع تولید ماگما و مناطق مستعد ذوب بخشی در مناطق فرورانشی
- فصل ۴ (ژئوشیمی فرآیندهای ماگمایی، کانه‌زایی و پیوند آن با فرآیندهای تکتونیک جهانی):** ژئوشیمی و نقش آن در تشخیص ویژگی‌های ماگماها در محیط‌های متنوع تکتونیک؛ بررسی ارتباط میان تکتونیک ورقه‌ای و فرآیندهای ماگمایی مانند آتشفشان‌ها، توده‌های نفوذی و نیمه نفوذی و کانه‌زایی؛ ارائه مدل‌های پتروژنتیکی
- فصل ۵ (ژئودینامیک حوضه تتیس):** مطالعه تکتونیک ورقه‌ای دیرین از زمان پرکامبرین تا امروزه و اهمیت آن در شناخت حوضه‌های تتیسی؛ شناخت الگوهای ژئودینامیکی انواع اقیانوس‌های تتیسی (پروتوتتیس، پالئوتتیس و نئوتتیس) مانند مراحل بازشدگی، گسترش، فرورانش و برخورد و نیز، اهمیت آن در ماگماتیسم و ایجاد ساختار پوسته‌ای

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰	درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰	درصد
پژوهش در کلاس	۳۰	درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Gill, R., and Fitton, G. (2022), *Igneous rocks and processes: a practical guide*. John Wiley & Sons.
- Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M. J., Bonin, B., and Bateman, P. (Eds.) (2005), *Igneous Rocks: a classification and glossary of terms: recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks*. Cambridge University Press.
- Barrier, E., Vrielynck, B., Brouillet, J. F., and Brunet, M. F. (2018), *Paleotectonic Reconstruction of the Central Tethyan Realm. Tectono-Sedimentary-Palinspastic Maps from Late Permian to Pliocene*.
- Peace, A. L., Phethean, J. J., Franke, et al. (2020), *A review of Pangaea dispersal and Large Igneous Provinces—In search of a causative mechanism*. *Earth-Science Reviews*, 206, 102902.
- Stampfli, G. M., and Borel, G. D. (2002), *A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons*. *Earth and Planetary science letters*, 196(1-2), 17-33.
- Monroe, J. S., and Wicander, R. (2014), *The changing earth: exploring geology and evolution*. Cengage Learning.
- Puchkov, V. N. (2016), *Relationship between Plume and Plate Tectonics*. *Geotectonics*, v. 50.
- Keary, P., and Vine, F. J. (2009), *Global Tectonics*, Blackwell Science, (2nd ed.).

عنوان درس به فارسی:		ژئوالکتریک	
عنوان درس به انگلیسی:		Geoelectrics	
نوع درس و واحد			
■ نظری		-	
□ عملی	□ تخصصی	-	
□ نظری-عملی	■ اختیاری	۲	تعداد واحد:
□ رساله / پایان نامه		۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه ■ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با مبانی و کاربردهای روش‌های ژئوالکتریک

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

فصل ۱ (روش خود پتانسیل): انواع خودپتانسیل‌ها، روش‌های میدانی، تفسیر داده‌های خودپتانسیل

فصل ۲ (روش مقاومت سنجی): تئوری روش مقاومت سنجی، مقاومت ظاهری مواد زمین، روش‌های میدانی و آرایه‌های مقاومت سنجی، تفسیر کمی داده‌های مقاومت سنجی، خطاهای مقاومت سنجی

فصل ۳ (روش پلاریزاسیون القایی): انواع پلاریزاسیون القایی، روش‌های حوزه‌ی زمان و حوزه‌ی فرکانس، روش‌های میدانی، تفسیر کمی و کیفی داده‌های پلاریزاسیون القایی، منابع نوفه

فصل ۴ (روش‌های الکترومغناطیسی): معادلات اساسی الکترومغناطیس، انتشار و میرایی امواج الکترومغناطیس در زمین، روابط فاز و قطبیدگی امواج الکترومغناطیس، تقسیم‌بندی روش‌های الکترومغناطیس، روش‌های حوزه‌ی فرکانس، روش‌های حوزه‌ی زمان، تفسیر داده‌های الکترومغناطیس

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

-

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sherrif, R.E., Keys, D.A., 1990, Applied Geophysics, Cambridge University Press.
- Sharma, P.V., 1997, Environmental and Engineering Geophysics, Cambridge University press.
- Kearey, P., and Brooks, M., 2002, An Introduction to Geophysical Exploration, Blackwell. Sciences.

عنوان درس به فارسی:		علم داده و هوش مصنوعی	
عنوان درس به انگلیسی:		Data science and artificial intelligent	
نوع درس و واحد			
نظری ■		-	دروس پیش نیاز:
عملی □	تخصصی □	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی □	اختیاری ■	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه □		۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار ■ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با مبانی پایه و کاربردهای هوش مصنوعی و علم داده در علوم زمین

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

فصل ۱ (مقدمه): مفاهیم اولیه هوش مصنوعی، تعاریف مربوط به علم داده، داده کاوی و تاریخچه آن

فصل ۲ (آشنایی با الگوریتم‌های ابتکاری و فراابتکاری): بهینه‌سازی و مفاهیم آن، روش‌های بهینه‌سازی با الگوریتم‌های ابتکاری و فراابتکاری، الگوریتم‌های تکاملی و الگوریتم ژنتیک، الگوریتم PSO

فصل ۳ (یادگیری ماشین و الگوریتم‌های مربوط): انواع یادگیری ماشین، مفاهیم کلاسه‌بندی و کلاسترینگ، روش‌های یادگیری ماشین، روش‌های بدون نظارت، تحت نظارت و تقویتی

فصل ۴ (شبکه‌های عصبی مصنوعی): مفاهیم، انواع، شبکه‌های پرسپترون تک‌لایه و چندلایه، شبکه‌های پس انتشار خطا، شبکه‌های عصبی شعاعی با RBF، شبکه‌های هاپفیلاد، نگاشتهای خود سازمان ده یا SOM، روند و رویکردهای توسعه شبکه‌های عصبی

فصل ۵ (عامل‌های هوشمند): تعاریف، انواع و نحوه تعامل آنها با محیط

فصل ۶ (کاربردها): کاربردهای الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در علوم زمین

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Russell S., and Noving, P. (2020), Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th Edition), Pearson Series in Artificial Intelligence.
- Engelbrecht, A. P. (2007), Computational intelligence: an introduction. John Wiley & Sons.