



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



برنامه درسی رشته

ژئوفیزیک

GEOPHYSICS

مقطع دکتری ناپیوسته



گرایش گرانی سنجی | Gravimetry

تهیه کننده: دانشکده علوم زمین دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان

فصل یکم

مشخصات کلی برنامهٔ درسی

الف) مقدمه

با توجه به روند پیشرفت سریع فناوری 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 فناوری، 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 به روز شده بر اساس پیشرفت‌های مفهومی، ابزاری و کاربردی اواخر دهه جاری است. برای نمونه، امروزه مطالعات ژئوفیزیکی به پشتوانه روش‌ها و فناوری‌های نوین فتوگرامتری و ژئودزی ماهواره‌ای، پیشرفت چشم‌گیری کرده است. از سوی دیگر، مطالعات مرسوم در ایران، از بُعد مشاهده‌ای فراتر رفته و به شناخت فرآیندهای تکتونیکی - ژئودینامیکی مرتبط با این مشاهدات معطوف شده‌است. این مجموعه از تغییرات ایجاب می‌کند دانشجویان دکتری گرانی‌سنجی آشنایی بیشتری با ابزار و مفاهیم میان‌رشته‌ای مورد نیاز پیدا کنند. مجموعه درس‌های اختیاری "ژئودزی" و "ژئودزی ماهواره‌ای و پردازش تصاویر در مسائل ژئوفیزیکی"، "ماگماتیسم و تکتونیک ورقه‌ای" و "تکتونیک ایران" به این منظور تعریف شده‌است. با توجه به روند پژوهش‌های نوین عددی و مدل‌سازی در زمینه منابع آب و تغییرات اقلیم، درس‌های "تغییر اقلیم" و "آب‌زمین‌شناسی" 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 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 و مدیریتی (خصوصی و دولتی) کشور فعالیت کنند، هم با آموزش و پژوهش در مراکز علمی، نیازهای علمی - کاربردی کشور را برآورده کنند. از این‌رو،

دانش‌آموختگان این دوره باید بتوانند دانش و مهارت‌های خود را در زمینه‌های مختلف علمی و کاربردی، 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
۱۱	درس‌های تخصصی الزامی
۸-۶	درس‌های تخصصی اختیاری
۲۴	رساله
۴۱ - ۴۳	جمع

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش آموختگان

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	درس‌های مرتبط
آشنائی با روش‌ها و مبانی گرانی سنجی در ژئوفیزیک و ژئودزی؛ کسب دانش درباره گرایش‌های دیگر ژئوفیزیک برای ایجاد توانایی در حل مساله‌های ژئودینامیکی و ژئوفیزیکی	ژئودزی ماهواره‌ای و پردازش تصاویر در مسائل ژئوفیزیکی، گرانی سنجی ماهواره‌ای و کاربردهای آن، تئوری ژئودتیک
آشنائی با پدیده‌های زمین‌شناختی و امکان ارتباط میان نتایج مدل‌سازی‌های ژئوفیزیکی و ساختارهای واقعی موجود در طبیعت	ماگماتیسم و تکتونیک ورقه‌ای، ژئوتکتونیک ۱، تکتونیک ایران، آب‌زمین‌شناسی، ژئودزی، لرزه-زمین‌ساخت پیشرفته
مدل‌سازی‌های عددی و انجام محاسبات پیچیده با کامپیوتر	ژئودینامیک پیشرفته، محاسبات عددی، علم داده و هوش مصنوعی، روش‌های وارون در حل مسائل ژئوفیزیکی،
تدریس و آموزش درس‌های اصلی گرایش	درس‌های پایه، تخصصی، اختیاری و سمینار

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

دانش آموختگان مقطع کارشناسی هر یک از رشته‌های علوم پایه یا فنی و مهندسی می‌توانند از راه کنکور سراسری دکتری سازمان سنجش آموزش کشور وارد این دوره شوند. پذیرفته شدگان پس از مصاحبه علمی و از میان افراد معرفی شده چند برابر ظرفیت، انتخاب می‌شوند. راه‌یابی به دوره از راه آیین‌نامه پذیرش بدون آزمون استعدادهای درخشان نیز امکان پذیر است.

فصل دوم

جدول عنوان و مشخصات درس‌ها

جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی درس‌های پایه یا تخصصی الزامی دکتری ژئوفیزیک گرایش زلزله‌شناسی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز / هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
۱	زبان تخصصی	۲	*			۳۲	-	ندارد
۲	روش‌های وارون در حل مسائل ژئوفیزیکی	۲	*			۳۲	-	ندارد
۳	لرزه‌زمین‌ساخت پیشرفته	۲	*			۳۲	-	ندارد
۴	تئوری ژئودتیک	۲	*			۳۲	-	ندارد
۵	سمینار ۱	۱	*			۱۶	-	ندارد
۶	سمینار ۲	۱	*			۱۶	-	ندارد
۷	سمینار ۳	۱	*			۱۶	-	ندارد

✓ درس سمینار در مجموع سه واحد شامل یک درس سمینار عمومی (روش تحقیق با موضوع آزاد) و دو درس سمینار پژوهشی است که دانشجو در طول سال‌های تحصیل می‌گذراند.

جدول (۳) - عنوان و مشخصات کلی درس‌های تخصصی اختیاری دکتری ژئوفیزیک گرایش زلزله‌شناسی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز / هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
۱	محاسبات عددی*	۲	*			۳۲	-	ندارد
۲	ژئودینامیک پیشرفته*	۲	*			۳۲	-	ندارد
۳	ژئودزی ماهواره‌ای و پردازش تصاویر در مسائل ژئوفیزیکی*	۲	*			۳۲	-	ندارد
۴	گرانی‌سنجی ماهواره‌ای و کاربردهای آن*	۲	*			۳۲	-	ندارد
۵	ماگماتیسم و تکتونیک ورقه‌ای*	۲	*			۳۲	-	ندارد
۶	علم داده و هوش مصنوعی*	۲	*			۳۲	-	ندارد
۷	آب‌زمین‌شناسی	۲	*			۳۲	-	ندارد
۸	ژئودزی	۲	*			۳۲	-	ندارد
۹	ژئوتکتونیک ۱	۲	*			۳۲	-	ندارد
۱۰	تغییر اقلیم	۲	*			۳۲	-	ندارد
۱۱	تکتونیک ایران	۲	*			۳۲	-	ندارد

نکته:

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

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

فصل سوم

ویژگی‌های درس‌ها

عنوان درس به فارسی:		زبان تخصصی	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced English	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/>		-	دروس پیش نیاز:
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>	-	دروس هم نیاز:
اختیاری <input type="checkbox"/>	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 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:		روش‌های وارون در حل مسائل ژئوفیزیکی	
عنوان درس به انگلیسی:		Inversion methods in solving Geophysical problems	
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 روش‌های معکوس‌سازی برای حل مسائل ژئوفیزیکی

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

فصل ۱ (مقدمه): معرفی مسئله وارون، ارائه چند مثال در گرانی‌سنجی، زلزله‌شناسی، ژئومغناطیس، ...

فصل ۲ (مقدمه‌ای بر جبر خطی): فضاهای برداری، تئوری کمترین مربعات، تجزیه تکیه مقدار (SVD)

فصل ۳ (مقدمه‌ای بر احتمالات و توابع توزیع): متغیرهای تصادفی، توابع توزیع، قضیه حد مرکزی، ماتریس‌های واریانس و کو-واریانس،

بیضی‌های خطا، نقش ماتریس‌های کو-واریانس در برآورد کمترین مربعات

فصل ۴ (روش‌های حل مسائل وارون): هموارسازی وارون‌های فراگیر

فصل ۵ (مطالعات موردی): مسئله وارون در گرانی‌سنجی، مسئله وارون در زلزله‌شناسی، مسئله وارون در ژئومغناطیس، مسئله تعیین ژئوئید

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۶۰ درصد

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال

۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Geophysical data analysis: Discrete inverse theory, 2018, Menke, W, Academic press.
- Geodesy: the Concepts, 1986, Vanicek P., Krakiwsky E., Elsevier Science Publishers.
- Introductory Geophysical Inverse Theory, 2001, Scales J.A., Smith, M.L., Treitel S., Samizdat Press.

عنوان درس به فارسی:		لرزه زمین ساخت پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Seismotectonics	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/>		-	دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <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:

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 آن ها 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 پیش برد 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 های 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 سائزموکتونیکی

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 آبراه ای انباشتی، سازوکار گسلش)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۵۰ درصد

انجام سمینار ۲۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد

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

- 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:		تئوری ژئودتیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Geodetic Theory	
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:

دانشجویان با گذراندن این درس با تئوری پتانسیل، میدان گرانی زمین، تعیین ژئوئید با روش گرانی، مشاهدات ماهواره‌ای گرانی و روش‌های تعیین حرکات پوسته‌ی زمین آشنا خواهند شد.

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

فصل ۱ (تئوری پتانسیل): اصول نظریه پتانسیل یک لایه، دو لایه، قضایای گرین، معادله لاپلاس، توابع هماهنگ کروی و بیضوی
فصل ۲ (میدان گرانی زمین): بسط پتانسیل گرانشی و گرانی در هماهنگ‌های کروی و بیضوی-مسائل مقادیر مرزی میدان گرانی، فرمول اساسی ژئودزی فیزیکی

فصل ۳ (تعیین ژئوئید با روش گرانی): فرمول استوکس در مختصات کروی و بیضوی، تعیین عملی مؤلفه‌های انحراف شاقولی و موجگانی ژئوئید
فصل ۴ (آشنایی با مشاهدات ماهواره‌ای مربوط به گرانی سنجی): آشنایی با گرانی سنجی ماهواره‌ای، آشنایی با ماهواره‌ها با مشاهدات گرانی سنجی مانند گریس و گریس-فو، گوچه، چمپ و غیره، نحوه‌ی کار گرانی سنجی ماهواره‌ای، مشخصات داده‌های گرانی سنجی ماهواره‌ای، پردازش‌های اولیه بر روی یکی از این نوع داده‌ها

فصل ۵ (تعیین حرکات‌های پوسته زمین با روش‌های ژئودتیکی): انواع روش‌های ژئودتیکی برای تعیین حرکت پوسته زمین شامل روش‌های زمینی، ماهواره‌ای و سنجش از دوری (پردازش تصاویر اپتیکی و راداری)، مطالعه حرکات پوسته با استفاده از سیستم ناوبری ماهواره‌ای جهانی (GNSS)

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:

- Dragomir, V., Chirau, D., Mihailesen, M., and Rotaru, M., 1982, Theory of the Earth Shape, Elsevier.
- Heiskanen, W. A., and Moritz, H., 1987, Physical Geodesy, Technical University Graz.
- Vanicek, P., 2015, Geodesy the concept, Elsevier.

عنوان درس به فارسی:		محاسبات عددی	
عنوان درس به انگلیسی:		Numerical computation	
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 روش‌های محاسبات عددی به منظور حل سریع مسائل برنامه‌نویسی

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

فصل ۱: روش‌های عددی محاسبات تفاضل‌های متناهی، درون‌یابی و برون‌یابی، حل معادلات غیرخطی، قوانین گس، روش‌های تجزیه و تحلیل خطی، روش‌های حل تکراری، روش نیوتن - رفسون، روش مولر، روش‌های حل چند جمله‌ای‌ها، ...

فصل ۲: چند جمله‌ای‌ها و توابع تجزیه و تحلیل و نسبت دادن یک منحنی، چند جمله‌ای‌های لاگرانژ، اختلاف‌های تقسیم شده، روش‌های درون‌یابی (نیوتن، گوس، لاگرانژ، اتیکن، سبل)، چند جمله‌ای اسپلین، برآورد چند جمله‌ای سطوح

فصل ۳: مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری عددی

فصل ۴: معادلات دیفرانسیل و روش‌های عددی برای حل معادلات دیفرانسیل معمولی، روش سری‌های تیلور، روش اویلر و تصحیح شده این روش، روش‌های رانگ - کوتا

فصل ۵: روش حل معادلات دیفرانسیل پاره‌ای و روش اجزاء متناهی و کاربرد آن در ژئوفیزیک

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:

- Gerald, C. F., 1994, Applied Numerical Analysis: World Student Series. Griffiths, D. V. and Smith, I. M., 1991, Numerical Methods for Engineers: Blackwell Co. Phillips, G. M. and Taylor, P. J., 1980), Theory and Application of Numerical Analysis: Academic Press.
- Zienkiewicz, O. C. and Taylor, R. L., 1991, The Finite Element Method: McGraw-Hill Book Co.

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:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

فصل ۱ (رفتار کشسان سنگ‌کره): 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 سنگ‌کره زیر بارهای عموی 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 وشکسان، 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 سنگ‌کره 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:

- The Solid Earth, 2004, Fowler, C.M.R., Cambridge University Press.
- Rheology of the Earth, 1995, Ranalli, G., Chapman & Hall.
- Dynamic Earth, 2000, Davies, G.F., Cambridge University Press.
- Mantle Convection in the Earth and the Planets, 2001, Schubert, G., Turcotte, D.L., Olson, P., Cambridge University Press.
- Geodynamics, 2014, Turcotte, D.L., Schubert, G., John Wiley & Sons.
- Geodynamics of the lithosphere, 2002, Stuwe, K., Springer.

عنوان درس به فارسی:		ژئودزی ماهواره‌ای و پردازش تصاویر در مسائل ژئوفیزیکی	
عنوان درس به انگلیسی:		Satellite Geodesy and image processing for geophysics applications	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/>		-	دروس پیش‌نیاز:
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی <input type="checkbox"/>		-	دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری <input checked="" 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:

آشنائی با کاربردهای روش‌های تعیین موقعیت جهانی و نیز پردازش تصاویر ماهواره‌ای برای مسائل ژئوفیزیکی

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

فصل ۱: سیستم‌ها و چهارچوب‌های مرجع، معرفی سیستم‌های تعیین موقعیت جهانی موجود، معرفی سیستم تعیین موقعیت جی‌پی‌اس، معرفی مشاهدات شبه فاصله کد و فاز، خطاهای موثر بر مشاهدات و نحوه تصحیح آنها از جمله مهم‌ترین آنها تروپوسفر و یونسفر

فصل ۲: معرفی شبکه‌های موقت و دائم، بررسی نتایج حاصل از داده‌های جی‌پی‌اس به صورت بردار سرعت و سری زمانی، کاربرد این نتایج در علوم زمین از جمله مطالعه نرخ لغزش گسله، فرونشست، جابجایی سطح زمین حین زلزله و پس از آن، میدان استرین

فصل ۳: تعاریف اولیه سنجش از دور و معرفی تصاویر راداری و اپتیکی و نحوه تصویربرداری آنها، تعارف اولیه فتوگرامتری و نحوه تصویربرداری

فصل ۴: مفاهیم مربوط به تصاویر تداخل سنجی راداری، معرفی اجمالی فرآیند پردازش این داده‌ها و ماهواره‌های در دسترس، آنالیز سری زمانی، آموزش تفسیر تداخل سنجی در تغییر شکل سطح زمین ناشی از چرخه زلزله، فرونشست، گنبد نمکی، آتشفشان و معادن

فصل ۵: مفاهیم مربوط به تصاویر اپتیکی شامل تعریف انواع رزولوشن، تهیه تصاویر با استفاده از پهپاد، مراحل پردازش تصاویر به روش فتوگرامتری، کاربردهای پردازش تصاویر اپتیکی در مسائل تکتونیک و ژئوفیزیک

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:

- Leick, A., Rapoport, L. and Tatarnikov, D., 2015. GPS satellite surveying. John Wiley & Sons.
- Hanssen, R.F., 2001. Radar interferometry: data interpretation and error analysis (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
- Introduction to Modern Photogrammetry, 2001, Mikhail, E.M., Bethel, J.S., McGlone, J.C., John Wiley and Sons Inc.

عنوان درس به فارسی:		گرانی‌سنجی ماهواره‌ای و کاربردهای آن	
عنوان درس به انگلیسی:		Satellite gravimetry and applications	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/>		-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		-	دروس هم‌نیاز:
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <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:

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:

ب) 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، گریس-فو)، 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، پیش 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:		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:		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.

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 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 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 / پایان نامه □		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 بزرگ مقیاس 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 کشسان 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	
دروس پیش نیاز:	-	نظری	<input type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:	-	عملی	<input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۲	اختیاری	<input checked="" type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان نامه	<input type="checkbox"/>

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 پی‌سنگ بلورین تا امروزه؛ شناخت فرآیندهای تکتونیک موثر 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 پی‌سنگ 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:

- آقاباتی، 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.