



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

(بازنگری شده)

دوره: دکتری

رشته: ژئوفیزیک

گرایش: گرانی سنجی



گروه : علوم پایه

مصوبه جلسه شماره ۹۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱

کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

عنوان برنامه: ژئوفیزیک گرایش گرانی سنجی

- ۱- برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری رشته ژئوفیزیک گرایش گرانی سنجی در جلسه شماره ۹۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی تصویب شد.
- ۲- برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری رشته ژئوفیزیک گرایش گرانی سنجی از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ جایگزین برنامه درسی دوره دکتری رشته ژئوفیزیک گرایش گرانی سنجی مصوب جلسه شماره ۳۸۱ مورخ ۱۳۷۸/۰۷/۱۱ شورای عالی برنامه ریزی می شود.
- ۳- برنامه درسی مذکور از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ برای تمامی دانشگاه ها و مؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند برای اجرا ابلاغ می شود.
- ۴- این برنامه درسی از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن قابل بازنگری است.

عبدالرحیم نوه ابراهیم

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

وزارت



فصل اول



به نام خدا

برنامه دوره دکتری رشته ژئوفیزیک

گرایش: گرانی سنجی

(Gravimetry)

تعریف و اهداف

ژئوفیزیک علم مطالعه زمین با استفاده از روش‌های کمی فیزیکی مانند روش‌های گرانی‌سنجی، الکتریکی، الکترومغناطیسی، مغناطیسی و لرزه‌ای می‌باشد. یکی از گرایش‌های رشته ژئوفیزیک، گرایش گرانی‌سنجی است که به مطالعه و شناسایی زمین و به ویژه اکتشاف منابع درون زمین مانند مواد معدنی و مواد هیدروکربنی و نیز مطالعات پوسته ساختارهای زمین‌شناسی با استفاده از تغییرات چگالی آنها می‌پردازد.

اهداف:

دانشجویان در گرایش گرانی‌سنجی ضمن یادگیری مطالب پیشرفته و تکمیلی در مورد زمین، روابط فیزیکی و ریاضی مرتبط با تئوری، مدل‌سازی و تفسیر داده‌های گرانی‌سنجی، به آموزش و تحقیق در مورد نحوه استفاده از این مطالب به منظور اکتشاف منابع زیرزمینی (مواد معدنی، هیدروکربن و ...) و مطالعات مهندسی و ساختارهای زمین‌شناسی می‌پردازند.

ضرورت و اهمیت

با توجه به گستردگی ذخایر و منابع زیرزمینی مختلف نظیر مواد معدنی، هیدروکربن و زمین‌گرایی در کشور و نیاز به اکتشاف آن‌ها و شناسایی ساختارهای زمین‌شناسی مستعد وجود این منابع و به منظور رسیدن به استقلال و خودکفایی و رشد و پیشرفت صنعتی کشور و نیز رو به اتمام بودن منابع و ذخایر سطحی یا کم‌عمق، لزوم به کارگیری روش‌های اکتشافی پیشرفته و پیچیده گرانی‌سنجی برای اکتشاف منابع عمیق احساس می‌شود. بنابراین، برگزاری دوره دکتری ژئوفیزیک در گرایش گرانی‌سنجی جهت تامین نیروهای متخصص و متعهد در این زمینه ضروری و با اهمیت می‌باشد.

طول دوره و شکل نظام

شکل نظام به صورت ترمی- واحدی خواهد بود. هر واحد نظری معادل ۱۶ ساعت و هر واحد عملی معادل ۳۲ ساعت در طول یک نیمسال تحصیلی تدریس می‌شود.

طول دوره حداکثر ۵ سال می‌باشد و به دو مرحله آموزشی و پژوهشی مستقل از هم تقسیم می‌شود و با دفاع از رساله پایان می‌پذیرد.

تعداد و نوع واحدها

تعداد کل واحدهای درسی و رساله در این دوره ۳۶ واحد به شرح زیر است:

الف) دروس الزامی	۹ واحد
ب) دروس اختیاری	۶ واحد
ج) رساله	۲۱ واحد

اگر دانشجویی تعدادی از واحدهای درسی لازم را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، موظف است به تشخیص استاد راهنما و تأیید شورای تحصیلات تکمیلی گروه، کمبود واحدهای درسی خود را به عنوان واحدهای جبرانی تا سقف مصوب (۶ واحد)، در ابتدای مرحله آموزشی، بگذراند.



شرایط لازم برای اجرا

اجرای این رشته در دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی- پژوهشی که حداقل دارای سه نیروی متخصص با درجه دکتری ژئوفیزیک در زمینه مربوطه بوده و دو نفر از آنها مرتبه علمی دانشیار یا استاد داشته باشند، امکان‌پذیر است. همچنین، دارا بودن آزمایشگاه مستقل با تجهیزات لازم و فضای آموزشی مناسب برای این منظور الزامی است.

شرایط عمومی ورود دانشجویان به دوره دکتری ژئوفیزیک- گران‌سنجی مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد.



فصل دوم



جدول دروس الزامی

کد	نام درس	تعداد واحد	ساعات		
			نظری	عملی	جمع
۳۰۹	روش‌های وارون در حل مسائل ژئوفیزیکی	۳	۴۸	-	۴۸
۳۳۰	ژئودینامیک پیشرفته	۳	۴۸	-	۴۸
۳۳۱	گرادیان‌سنجی گرانی	۳	۴۸	-	۴۸

جدول دروس اختیاری*

کد	نام درس	تعداد واحد	ساعات		
			نظری	عملی	جمع
۳۳۲	رویکردهای ترکیبی در اکتشافات گرانی‌سنجی	۳	۴۸	-	۴۸
۳۲۹	سامانه جهانی موضع‌یابی	۳	۴۸	-	۴۸
۳۳۳	ژئودزی فیزیکی	۳	۴۸	-	۴۸
۳۰۲	تحلیل سری‌های زمانی پیشرفته	۳	۴۸	-	۴۸
۳۲۴	تئوری پتانسیل پیشرفته	۳	۴۸	-	۴۸
۳۲۴	تشخیص الگو در میدان‌های پتانسیل	۳	۴۸	-	۴۸
۳۲۷	سنجش از دور و GIS در ژئوفیزیک	۳	۴۸	-	۴۸
۳۱۳	مباحث ویژه (مطالعات اختصاصی)	۳	۴۸	-	۴۸

* دانشجوی می‌تواند با تایید استاد راهنما و موافقت گروه آموزشی، از دروس مقطع دکتری سایر رشته‌های مجموعه ژئوفیزیک و یا رشته‌های علوم پایه و مهندسی، درس مورد نیاز را انتخاب نماید.



فصل سوم



عنوان درس به فارسی: روش‌های وارون در حل مسائل ژئوفیزیکی

عنوان درس به انگلیسی: Inverse Methods in Geophysical Data Processing

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○
اهداف کلی درس: دانشجویان با گذراندن این درس با اصول نظری روش‌های حل مسائل وارون ژئوفیزیکی آشنا می‌شوند.
اهداف رفتاری:

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - مروری بر جبر خطی

فضاهای برداری، بردار و ماتریس، تعامد، ضرب داخلی و نرم، استقلال خطی و رتبه (Rank)، مقادیر ویژه و بردارهای ویژه، تجزیه مقادیر تکین (SVD).

فصل دوم - مروری بر آمار و احتمالات

احتمال و متغیرهای تصادفی، مقدار چشم‌داشتی و واریانس، توزیع‌های مشترک (joint distributions)، توزیع‌های چند متغیره، احتمال شرطی، تئوری بیز (Bayesian)

فصل سوم - رگرسیون

مقدمه ای بر مسائل وارون ژئوفیزیکی، رگرسیون خطی و غیرخطی، رگرسیون ℓ_1 ، ℓ_2 ، ℓ_p



فصل چهارم - مسائل وارون خطی

رتبه ناقص و بد-شرطی، منظم‌سازی و ارتباط آن با تخمین بیزی، فضاهای داده و مدل، تخمین بیشینه درست‌نمایی و اطلاعات اولیه، منظم‌سازی خطی و غیرخطی، SVD قطع شده، منظم‌سازی تیخونوف، منظم‌سازی تغییرات کلی (TV)، منظم‌سازی بر مبنای تنگی (Sparsity)، روش کمترین مربعات وزندار تکراری (IRLS)

فصل پنجم - حلگرهای تکراری و مسائل بزرگ مقیاس

مساله نیازمندی حافظه، روش تکراری Landweber، روش گرادیان مزدوج (CG)، روش CG برای کمترین مربعات (CGLS)، روش زیرفضای کریلوف (Krylov)

فصل ششم - روش‌های تخمین پارامتر منظم‌سازی

روش اصل تفاوت و مربع کای (χ^2)، روش خم L_1 ، روش اعتبار سنجی متقابل تعمیم‌یافته (GCV)، روش SURE

فصل هفتم - مسائل وارون غیرخطی

وارون کمترین مربعات غیرخطی، روش گرادیان مزدوج غیرخطی، روش تندترین کاهش (steepest descent)، روش نیوتن، روش اکام (Occam)

فصل هشتم - روش‌های بهینه‌سازی جهانی

روش‌های مونت-کارلو، روش‌های تیلور شبیه‌سازی شده، الگوریتم‌های ژنتیک

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
✓	✓ آزمون های نوشتاری:	-	-
	✓ عملکردی:		

فهرست منابع:

- 1- Hansen, P. C., 1999, Rank-deficient and Discrete ill-posed Problems: Numerical Aspects of linear Inversion. Philadelphia, PA: SIAM.
- 2- Aster, R. C., Borchers, B. and Thurber, C. H., 2013, Parameter Estimation and Inverse Problems, 2nd Edition, Elsevier.
- 3- Menke, W., 2012, Geophysical data Analysis: Discrete Inverse Theory. 3rd Edition, Elsevier.
- 4- Richardson, R. M., and G. Zandt., 2003, Inverse Problems in Geophysics, University of Arizona, Tucson, Arizona, USA.
- 5- Sen, M. K., and P. L. Stoffa., 2013, Global Optimization Methods in Geophysical Inversion, Cambridge University Press.
- 6- Taratual, A., 2005, Inverse Problem, Theory and Methods for Model Parameter Estimation, SIAM.
- 7- Zhdanov, M. S., 2015, Inverse Theory and Applications in Geophysics, 2nd Edition, Elsevier Science.

فهرست مطالعات:



عنوان درس به فارسی: ژئودینامیک پیشرفته

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Geodynamics

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: دانشجویان با گذراندن این درس با زمین ساخت صفحه‌ای، تنش و کرنش در اجسام جامد، کشسانی و خمش، انتقال دما، گرانی، مکانیک سیالات، تغییر شکل سنگ، گسلش و شارش در اجسام متخلخل آشنا می‌شوند.

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:



فصل اول - زمین ساخت صفحه‌ای

سنگ کره، گسل‌های انتقالی، فرورانش، دیرینه مغناطیس و حرکت صفحه‌ای، نقاط داغ، پیوستگاه سه‌گانه، چرخه ویلسون، برخورددهای بین قاره‌ای، آتشفشانی و شارش دما، سازوکار رانش (The Driving mechanism).

فصل دوم - تنش و کرنش در اجسام جامد

نیروهای پیکری و نیروهای سطحی، تنش در دو بعد، تنش در سه بعد، فشارها در عمق سیاره‌ها، اندازه‌گیری تنش، اندیشه‌های بنیادی درباره کرنش، اندازه‌گیری کرنش.

فصل سوم - کشسانی و خمش

کشسانی خطی، تنش تک محوری، کرنش تک محوری، تنش مسطح، کرنش مسطح، برش خالص و برش ساده، تنش همسانگرد، خمش دو بعدی صفحات، خمیدگی صفحات تحت گشتاور و بار عمودی اعمال شده، خم شدن صفحه تحت بار افقی، تغییر شکل چینه رویی یک توده آذرین نفوذی، بار متناوب، پایداری سنگ‌کره زمین تحت بار پایانی، خمش سنگ کره کشسان در یک شیار اقیانوس، خمش و ساختار نواحی رسوبی.

فصل چهارم - انتقال دما

قانون فوریه و هدایت دما، زمین گرمایی قاره‌ها، حرارت زیر سطحی به واسطه حرارت و پستی و بلندی سطحی دوره‌ای، تغییرات روزانه و فصلی در حرارت زیر سطحی، سرمایه‌های سنگ کره اقیانوس، مساله استفان، استحکام یک دایک یا سیل، اثرات حرارتی فرسایش و رسوبگذاری، تنش‌های حرارتی، پستی و بلندی کف اقیانوس، تغییرات در سطح دریا، تاریخچه فرو افت و حرارتی حوزه‌های رسوبی، حرارت ناشی از اصطکاک در گسل‌ها، جزایر آتشفشانی و ذوب در سطح تخته فرورانش.

فصل پنجم - گرانی

شتاب جاذبه بیرونی نسبت به چرخش و پیچیده زمین، شتاب گریز از مرکز و شتاب گرانی، پتانسیل گرانشی و زمین‌واره، گشتاور لختی، بی‌هنجاری‌های سطحی گرانی، فرمول گرانی بوگه، برگردان داده‌های گرانی جبران، میدان گرانی حاصل از توزیع تناوبی جرم در یک سطح، جبران به واسطه خمش سنگ‌کره، بی‌هنجاری‌های هم‌ایستایی (ایزوستازی)، جبران مدل‌ها و بی‌هنجاری‌های مشاهده شده زمین‌واره.

فصل ششم - مکانیک سیالات

شارش از میان لوله‌های آتشفشانی، بقای شارش در دو بعد، تعادل نیروی المانی در دو بعد، کشانه، بازگشت پس یخچالی، زاویه

فرورانش، تشکیل گنبد نمکی، چین خوردگی، شارش استوک، شارش لوله به‌علاوه دما، مدل آبخیز برای چشمه‌های گرم، همرفت دما، نیروهایی که صفحات زمین‌ساختی را حرکت می‌دهند، گرمایش به‌وسیله پراکندگی چسبندگی.

فصل هفتم - تغییر شکل سنگ

کشسانی، خزش پخش، خزش تغییر محل، شارش‌های برشی سیالات با تغییر شکل‌های دما و وابستگی تنش، دگرشکلی گوشته، اثرات دگرشکلی همرفت و سرمایش زمین، دگرشکلی پوسته، کشسانی-شکسانی، رفتار الاستیک-کاملاً پلاستیک (Elastic-Perfectly Plastic Behavior).

فصل هشتم - گسلش

دسته‌بندی گسل‌ها، اصطکاک در گسل، نظریه گسلش اندرسون، صفحات رورانده و سرایشی گرانی، چسب لغز و برگشت کشسان، گسل سن اندریاس، گسل آناتولی شمال، چند راه حل کشسان برای گسلش امتداد لغز، پخش کرنش، خزش کنش ورشده گرمایی در گسل‌ها.

فصل نهم - شارش در اجسام متخلخل

مقدمه، قانون داری، مدل‌های تراوایی، شارش در بسترهای آبد، شارش در بسترهای نامحدود آبد، شکل هندسی آتشفشان‌ها، معادلات بقا جرم، اندازه حرکت و انرژی شارش در یک جسم متخلخل، فرارفت یک بعدی گرما در یک جسم متخلخل، همرفت گرمایی یک لایه متخلخل، زیانه‌های گرمایی در جسم متخلخل اشباع از سیال، مدل متخلخل شارش برای کوچ ماگما، همرفت دو فاز.

فصل ۱۰ - روش‌های محاسباتی

تفاضل‌های متناهی، اجزاء متناهی، روش‌های طیفی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
-	-	آزمون‌های نوشتاری: ✓	-
-	-	عملکردی: ✓	-

فهرست منابع:

- 1- Turcotte, D. L., and Schubert, G., 2014, Geodynamics. 3rd Edition, Cambridge University Press.
- 2- Gerya, T., 2010, Introduction to Numerical Geodynamic Modelling, Cambridge University Press.
- 3- Ismailzadeh, A., and Paul J. Tackley, 2010, Computational Methods for Geodynamics, Cambridge University Press.
- 4- Bird, J. M., 1980, Plate tectonics, American Geophysical Union.
- 5- Mc Elhinny, M. W., 1973, Paleomagnetism and Plate Tectonics, Cambridge University Press.
- 6- Ramberg, H., 1967, Gravity-deformation and earth's crust, Academic Press.
- 7- Turcotte, D., and Schubert, G., 1982, Geodynamics, applications of continuum physics to Geological problems, John Wiley & Sons.



- 1- Bomford, G., 1962, Geodesy, Oxford University Press.
- 2- Timoshenko, S., and Goodier, J. N., 1970, Theory of elasticity, Mc Graw-Hill.
- 3- Jaeger, J. C., 1969, Elasticity, Fracture, and Flow, 3rd Ed., Methuen.
- 4- Wyllie, P. J., 1971, The dynamic earth, John Wiley & Sons.



عنوان درس به فارسی: گرادیان سنجی گرانی

عنوان درس به انگلیسی: Gravity Gradiometry

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز:

همین‌باز:-

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○
اهداف کلی درس: دانشجوی در این درس با روش‌های اندازه‌گیری و پردازش و تفسیر داده‌های گرانی آشنا می‌شود.

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:

نظری:

فصل ۱- مقدمه

معرفی روش‌های اکتشافی گرانی هوایی، دریایی درون‌چاهی و چهار بعدی.

فصل ۲- روش‌های گرانی‌سنجی هوایی و دریایی و دستگاه‌های اندازه‌گیری

بررسی روش‌های هوایی و دریایی و داده‌های ماهواره‌ای و دستگاه‌های اندازه‌گیری، دقت عملیات، طراحی عملیات و کاربرد آن‌ها، مدل‌های ریاضی، مدل اندازه‌گیری، مدل خطا.

فصل ۳- پردازش داده‌های گرانی هوایی

فیلتر بایین گذر، ادامه فراسو و فروسو، وارون سازی داده‌های گرانی هوایی، روش‌های انتگرالی، روش کمترین مربعات، روش حذف و اضافه، روش‌های تنظیم سازی، تنظیم تیخونوف، قانون انتخاب پارامترها، کاهش اثر لبه‌ها، روش گسترش منطقه محاسبه‌ای، اصلاح توابع پایه‌ای، تخمین پارامترهای غیر گرانی، تصحیح رانه، محاسبه فاکتور مقیاس، روش وزن‌دهی در حوزه فرکانس، فیلترهای ARMA و سیستم‌های Toeplitz، تعریف مدل نوفه، کاربرد داده‌های مصنوعی و داده‌های واقعی.



فصل ۴- تانسور گرادیان گرانی

روش‌های محاسبه و اندازه‌گیری تانسور گرادیان با استفاده از داده‌های گرادیان و گرانی.

فصل ۵- روش‌های تفسیر تانسور گرادیان

معرفی نمونه‌های کاربردی تفسیر تانسورهای گرادیان در اکتشافات معادن، آب‌های زیرزمینی، ژئوفیزیک مهندسی و ساختارهای زمین‌شناسی.

فصل ۶- روش‌های گرانی سنجی درون‌چاهی

معرفی روش درون‌چاهی گرانی سنجی و بررسی روش‌های تفسیر داده‌های گرانی درون‌چاهی و نمونه‌های کاربردی در اکتشافات گرانی‌سنجی.

فصل ۷- روش‌های چهار بعدی گرانی‌سنجی

معرفی و بررسی روش‌های گرانی چهار بعدی و استفاده آن‌ها در ژئوفیزیک مهندسی مانند زمین‌لغزش‌ها و نقاط مستعد ریزش در معادن.

فصل ۸- داده‌های ماهواره‌ای و استفاده آن‌ها در اکتشافات گرانی سنجی
 بررسی داده‌های ماهواره‌ای GOCE و GRACE و کاربرد آن در اکتشافات بزرگ مقیاس
 بررسی استفاده کاربردی از ترکیب این داده‌ها با داده‌های مربوط به مدل گرانی زمین مانند EGM2008

فصل ۹- کاربرد داده‌های گرانی هوایی و ماهواره‌ای در مطالعات ژئودتیک
 تعریف داده، وزن دهی داده در حوزه فر کانس، تشخیص داده‌های پرت، تخمین پارامترهای انحراف، تخمین ژئوئید،
 مدل‌سازی میدان پتانسیل زمین.

واحد عملی: --

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	آزمون‌های نوشتاری: ✓	-	-
	عملکردی: ✓		



فهرست منابع:

1. Dubey., 2016. Computation of the gravity field and its gradient: some applications, Vol. 88, Computers & Geosciences.
2. Jacoby W., and Smilde, P.L., 2009. Gravity interpretation, Springer-Verlag.
3. Hinze W., 2012, Gravity and magnetic exploration, Cambridge University press
4. Hadji-Sassi., 2010, Three dimensional Inversion of Borehole Gravity Measurements for Reservoir Fluid Monitoring, SPE 136928, SPE/DGS Annual Technical Symposium and Exhibition.
5. Lockerbie, N. A., 2014, The location of Subterranean voids using tensor gravity gradiometry, Vol. 31., Classical and Quantum Gravity.
6. Mickus, K., 2011, The complete gravity gradient tensor derived from vertical gravity data: a Fourier transform technique, Vol46, Journal of Applied Geophysics.
7. Oldenberg D.W., and Pratt, D. A., 2012, Geophysical Inversion for mineral Exploration a Decade Progress in Theory and Practice, University of British Columbia, Canada.

1. Alberts, B., 2009 , Regional gravity field modeling using airborne gravimetry data, NCG, p. 197.
2. Repanic, M., Kuhar, M., and Malovic, I., 2015, High precision vertical gravity gradient determination in Croatia, Acta Geod. Geophys., 50, 151-171.



عنوان درس به فارسی: رویکردهای ترکیبی در اکتشافات گرانی سنجی

عنوان درس به انگلیسی: Integrative Approaches in Gravity Exploration

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش نیاز:-

همیناژ:-

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس:

آشنایی با انواع روش‌های تلفیقی و کاربردهای آن در مدل سازی داده های گرانی سنجی

اهداف رفتاری:

توانایی شناخت انواع روش و داده های ژئوفیزیکی و غیر ژئوفیزیکی مناسب در تلفیق با داده های گرانی سنجی به منظور مدل سازی و اکتشافات ژئوفیزیکی.



سرفصل درس :

نظری:

فصل ۱- مقدمه

معرفی روش‌های تلفیقی - روش‌های تلفیقی در گرانی‌سنجی - روش‌های ژئوفیزیکی با امکان استفاده توأمان با روش‌های گرانی سنجی - روش‌های تلفیقی به صورت مدل‌های پیشرو تکراری - روش‌های تلفیقی به صورت وارون - روش‌های تلفیقی به صورت قید در مدل سازی.

فصل ۲- معرفی روش‌های تلفیقی در اکتشافات کم عمق

معرفی روش‌های تلفیقی مناسب برای تعیین پارامترهای عمقی، چگالی و ساختار هندسی در اکتشاف حفرات زیرزمینی، زون‌های کم-چگال، بسترهای سنگی، سنگ کف و اهداف باستان‌شناسی، اکتشافات معدنی، به طور نمونه روش‌های گرانی‌سنجی و لرزه‌ای، گرانی‌سنجی و مقاومت مخصوص، گرانی‌سنجی و رادار زمینی، گرانی‌سنجی و مغناطیس، گرانی‌سنجی و مغناطیس، گرانی‌سنجی و ژئوالکترونیک.

فصل ۳- معرفی روش‌های تلفیقی در اکتشافات عمیق

معرفی روش‌های تلفیقی مناسب برای تعیین پارامترهای عمقی، چگالی، ترکیبات شیمیایی و ساختار هندسی در اکتشافات ساختارهای زمین‌شناسی مانند تاقدیس، ناودیس، گسل‌ها، سنگ‌کف عمیق و منابع زمین گرمایی، پوسته، لیتوسفر، هسته زمین و مطالعات صفحات تکتونیک. = به طور نمونه روش‌های تلفیقی گرانی‌سنجی و مغناطیس‌سنجی، گرانی‌سنجی و مگنتوتلوریک، گرانی‌سنجی و لرزه انعکاسی، گرانی‌سنجی و تلفیق آن با داده های توپوگرافی، ژئوئید، جریان گرمایی.

فصل ۴- بررسی مسائل پیشرو تکراری تلفیقی

معرفی انواع روش‌های ژئوفیزیکی که به صورت مدل‌سازی پیشرو تکراری (Iterative Forward Modeling)، در کنار روش‌ها و داده های گرانی سنجی برای تعیین پارامترهای مورد تحقیق به کار می رود. نحوه به کار بردن انواع اطلاعات در

ترکیب با روش‌ها به صورت قید.

فصل ۵ - بررسی مسائل وارون تلفیقی

روش‌های وارون سازی توامان (Joint Inversion) با تلفیق داده های گرانی‌سنجی و مغناطیس‌سنجی، گرانی‌سنجی و ژئوالکتریک، گرانی‌سنجی و زلزله‌شناسی، گرانی‌سنجی و لرزه‌شناسی، گرانی‌سنجی و توپوگرافی، گرانی‌سنجی و ژئوئید، گرانی‌سنجی و جریان گرمایی در اکتشافات معدنی و زمین‌شناسی. نحوه به کار بردن قیدهای اطلاعاتی در ترکیب با روش‌ها.

واحد عملی:-

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	✓ آزمون های نوشتاری:	-	-
	✓ عملکردی:		



فهرست منابع:

1. Hinze W., J., Von Frese, R., R., B., Saad, A., H., 2012, Gravity and magnetic exploration, Cambridge University Press.
2. Paolo, Dell'Aversana, 2014, Integrated Geophysical Models - Combining Rock Physics with Seismic, Electromagnetic and Gravity Data, EAGE Publications, 244 pages.
3. Max Moorkamp, Peter G. Lelièvre, Niklas Linde, Amir Khan, 2016, Integrated Imaging of the Earth: Theory and Applications, ISBN: 978-1-118-92905-6, 270 pages, American Geophysical Union.
4. Jacoby W., and Smilde, P., L., 2009, Gravity interpretation, Springer-Verlag.
5. Oldenberg D.W., and Pratt, D. A., 2012, Geophysical Inversion for mineral Exploration a Decade Progress in Theory and Practice, University of British Columbia, Canada.
6. Colombo., D., Cogan, M., J., Hallinan, S., Soyer W., 2008, Near-Surface P-velocity modeling by integrated seismic, EM, and gravity data: examples from the middle east. Vol. 26, First Break.
7. Zadanov, M., 2009, New advances in regularized inversion of gravity and electro- magnetic data, Vol. 57, Geophysical Prospecting.

فهرست مطالعات:

1. Motavalli-Anbaran, S.-H., Zeyen, H., EbrahimzadehArdestani, V., 2013. 3D joint inversion modeling of the lithospheric density structure based on gravity, geoid and topography data—application to the Alborz Mountains (Iran) and SouthCaspian Basin region. Tectonophysics, 586, 192–205.
2. Gongwen Wang, Yanyan Zhua, Shouting Zhanga, Changhai Yan, Yaowu Song, Zhenbo Ma, Dongming Hong, Tianzhen Chen, 2012, 3D geological and modeling based on gravitational and magnetic data inversion in the Luanchun ore region, Henan province, China, Vol. 80, Journal of Applied Geophysics.
3. Bedrosian, P.A., Burton, B.L., Powers, M.H., Minsley, B.J., Phillips, J.D., Hunter, L.E., 2012, Geophysical investigations of Geology and structure at the Matris Creek Dam, Truckee, California, Vol. 77, Journal of Applied Geophysics.

4. Khesin, B., E., Alexeyev V., V., Lev V., E., et al., 1996, Interpretation of geophysical fields in complicated environments, Kluwer Academic Publishers.
5. Bychkof S., I. Y. Mityunina, 2015, Near-Surface Correction on Seismic and Gravity Data, Vol. 26., No., 6, Journal of Earth Science.



عنوان درس به فارسی: سامانه جهانی موضع یابی

عنوان درس به انگلیسی: Global Positioning System (GPS)

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش نیاز: ندارد

همنیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس:

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:



مقدمه: مبدأ اندازه گیری، توسعه روش های تعیین موقعیت، تاریخچه سیستم تعیین موقعیت جهانی.

فصل اول - نظر اجمالی GPS

مفاهیم پایه، بخش فضا، بخش کنترل، بخش استفاده کننده، سیستم های مراجع (مقدمه، سیستم های مختصات، سیستم های زمانی)، مدارهای ماهواره (مقدمه، توصیف مدار، تعیین مدار، بخش مدار)، سیگنال ماهواره (ساختار سیگنال، پردازش سیگنال).

فصل دوم - موقعیت مشاهده پذیر

به دست آوردن داده ها، ترکیب داده ها، تأثیرات جوی، تأثیرات مربوط به نسبیت، مسیرهای چندگانه، دور افت مرکزی فاز آنتن و تغییرات، ژئوتید، بیضوی چرخان، موقعیت بیضوی و برگردان مشاهدات، جو به اختصار، مؤلفه های انتشار امواج، اثرهای یون سپهری بر روی نقاط مشاهده پذیر GPS، اثرات تریسفری بر روی نقاط مشاهده پذیر GPS، مسیرهای چندگانه و مرکز فاز.

فصل سوم - اندازه گیری به وسیله GPS

مقدمه، برنامه ریزی یک اندازه گیری GPS، روش اندازه گیری، پردازش داده ها، گزارش اندازه گیری، مدل های ریاضی برای تعیین موقعیت، تعیین موقعیت نقطه، تعیین موقعیت نسبی.

فصل چهارم - منابع خطا در GPS

خطاهای مربوط به ماهواره: خطای مداری (خطای اسمی، خطای SA)، خطای ساعت ماهواره؛ خطاهای مربوط به مسیر انتشار موج: خطای تروپوسفریک، خطای یونسفریک؛ خطاهای مربوط به گیرنده: خطای مسیرهای چندگانه، خطای نوفه گیرنده.

فصل پنجم - پردازش داده ها

مؤلفه ها، مدل های تصادفی (Stochastic) و ریاضی، انتشار میانگین و واریانس - کوواریانس، معادله مشاهدات و مدل های معادله شرط، پارامترهای وزن دار و شرایط بین پارامترها، تعدیل های کمینال و قیدی، تعدیل های کمترین مربعات، تعدیل آشکارسازی بلاندر، پردازش داده، تطبیق فیلتر کردن و هموار نمودن، تطبیق کردن مدل های ریاضی تعدیل شبکه GPS، تعدیل دقت.

فصل ششم - تبدیل نتایج GPS

مقدمه، تبدیل‌های مختصات، تبدیلات همگونی، ترکیب داده‌های GPS و داده‌های زمینی، مفهوم نقطه ثابت (Fiducial Point).

فصل هفتم - فاکتورهای نرم‌افزار

مقدمه، انتقال داده، پردازش داده، کنترل کیفیت، تطبیق شبکه، مدیریت پایگاه (اطلاعات، موارد بایگانی، قابلیت‌های نرم‌افزار، فهرست رسیدگی برای فاکتورهای نرم‌افزار).

فصل هشتم - کاربردهایی از GPS

استفاده کلی از GPS، نصب شبکه کنترل، قابلیت بین سیستمی GPS، مفاهیم جدید کاربرد، ارتباط بین دقت و دسترسی، بهبود ارتباط جمعی ماهواره‌ها، اصلاحات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، نتایج.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
-	-	آزمون‌های نوشتاری: ✓	-
		عملکردی: ✓	

فهرست منابع:

1. Ackroyd, N., and Lorimer, R., 1990, Global navigation. A GPS user's guide: Lloyd's Of London
2. Hofmann- Wellenhof, B., Lichtenegger, H., and Collins., 1992, Global Positioning System: Springer-Verlag
3. Hehl, K., Hein, G.W., Landau, H., and Ertel, M., 1991, An Integrated Airborne Navigation and Gravity Recovery System-verification of GPS- Determined Vertical Disturbing Acceleration accuracy
4. ICD-Glonass., 1995, Global Navigation Satellite System Interface Control Document: Coordinational Scientific Information Center of Russian Space Forces (KNITS VKS), Moscow, Rubland.
5. Leick, A., 1990, GPS Satellite Surveying: John Wiley and Sons Ins.

فهرست مطالعات:



عنوان درس به فارسی: ژئودزی فیزیکی

عنوان درس به انگلیسی: Physical Geodesy

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز: ندارد

هم‌نیاز:

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم میدان گرانش و سامانه های مرجع و کاربرد های آن ها در شناخت بهتر از ساختار درونی زمین و دینامیک آن

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:

فصل اول - مقدمه

مقدمه ای بر مبانی نظری پتانسیل، توابه هماهنگ، هماهنگ های کروی و بیضوی، توابع لژاندر، سامانه های ارتفاعی، روش های فضایی.

فصل دوم - سامانه های مرجع و چارچوب های مرجع

سامانه های زمان، دستگاه های مختصات مرجع، دستگاه مختصات سماوی، حرکت های تقدیمی و ناوشی، حرکت قطب، حرکت زمین، سامانه های تراز محلی.

فصل سوم - میدان گرانی زمین

پتانسیل های گرانشی و گرانی، خواص پتانسیل گرانشی، شتاب گرانی، پتانسیل گرانی، بسط هماهنگ های کروی پتانسیل گرانشی، تفسیر فیزیکی ضرایب هماهنگ کروی، زمین وار، زمین وار به عنوان مبنای ارتفاعی، تغییرات زمانی گرانی، شتاب کشندی، پتانسیل کشندی، تغییرات زمانی گرانی غیرکشندی.

فصل چهارم - مدل ژئودزیک زمین

بیضوی چرخشی، میدان گرانی بهنجار، سامانه های مرجع ژئودزیک، مدل بهینه زمین.

فصل پنجم - روش های اندازه گیری

مشاهدات ماهواره ای، حرکت غیر آشفته ماهواره، حرکت آشفته ماهواره، ماهواره های مصنوعی زمین، اندازه گیری برد و آهنگ برد (داپلر - دوریس)، سامانه های ماهواره های ناوبری جهانی (GNSS)، بردیابی لیزری، ارتفاع سنجی ماهواره ای.



فصل ششم- روش های مکان یابی و مدل سازی میدان گرانی

پتانسیل آشفستگی، بی‌هنجاری‌های ارتفاع و ارتفاع زمین‌وار، آشفستگی گرانی، بی‌هنجاری گرانی، توصیف آماری میدان گرانی، مکان یابی سه‌بعدی، مکان یابی افقی، تعیین ارتفاع (ترازیابی هندسی، ارتفاع مثلثاتی، ارتفاع از GNSS)، مدل سازی میدان گرانی جهانی، مدل سازی میدان گرانی محلی، هم‌آیی (collocation) کمترین مربعات.

فصل هفتم- ساختار و دینامیک زمین

مدل ژئوفیزیکی زمین، ساختار پوسته زمین و گوشته بالایی، ژئودزی و ژئودینامیک، تغییر در چرخش زمین، تغییر سطح دریا، دگرشکلی پوسته، تغییر میدان گرانی با زمان، کشند زمین و بارگذاری کشندی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	-	✓ آزمون های نوشتاری:	-
		✓ عملکردی:	

فهرست منابع:

- 1- Wolfgang, T., and Müller, J., 2012, Geodesy, Publishing De Gruyter.
- 2- Hofmann-Wellenhof, B., and Moritz, H., 2005, Physical Geodesy, Springer.
- 3- Vanicek, P, and Krakiwsky, E. T., 1986, Geodesy, the Concept, Elsevier.
- 4- Moritz, H., 1980, Geodetic Reference System, Freeman & Company.

فهرست مطالعات:



عنوان درس به فارسی: تحلیل سری های زمانی پیشرفته
عنوان درس به انگلیسی: Advanced Times Series Analysis

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش نیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○
اهداف کلی درس: دانشجویان با گذراندن این درس با اصول نظری روش های پیشرفته تحلیل سری های زمانی آشنا می شوند.

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:

نظری:



فصل اول - مروری بر سری های زمانی ژئوفیزیکی

سیگنال ها، سیستم ها، همبستگی، سری فوریه و تبدیل فوریه، تبدیل لاپلاس و تبدیل Z.

فصل دوم - نمونه برداری و بازسازی سیگنال ها

تئوری نمونه برداری شانون - نایکوئیست، کوانتس، کوانتس یکنواخت و غیریکنواخت، تابع اعوجاج، درون یابی با تابع سینک، درون یابی برپایه بهینه سازی، نمونه برداری فشرده.

فصل سوم - تحلیل سیگنال در حوزه فرکانس

تبدیل Z، چیرپ، تبدیل هیلبرت، روش های برپایه سیگنال تحلیلی، روش های تخمین طیف توان، تخمین طیف توان برپایه مدل، تخمین طیفی برپایه زیرفضای ویژه - تحلیل.

فصل چهارم - تبدیل های زمان - فرکانس و مقیاس

تبدیل گابور، تبدیل فوریه زمان کوتاه، تبدیل S، تبدیل S تعمیم یافته، تبدیل های زمان - فرکانس درجه دوم، تبدیل هیلبرت-هوانگ، تبدیل موجک پیوسته، چارچوب ها، تحلیل چند مقیاسی (موجک های متعامد، کرولت و ...)

فصل پنجم - روش های تحلیل سیگنال در حوزه زمان

فیلتر کردن و بهبود سیگنال (هموارسازی همبستگی، فیلترهای غیرخطی)، آشکارسازی لبه، آشکارسازی الگو.

فصل ششم - روش های تضعیف نوفه های تصادفی و ضربه ای

خصوصیات آماری نوفه های تصادفی، فیلترهای همبستگی، فیلترهای دوجانبه، فیلترهای میانگین غیرمحللی، فیلترهای انقباضی، فیلترهای جورسازی بلوک های سه بعدی، خصوصیات آماری نوفه های ضربه ای، فیلترهای میانه، روش های مقاوم برای تخمین پارامتر.

فصل هفتم - مدل های تصادفی سیگنال ها

متغیرهای تصادفی و گشتاورهای آماری مربوطه، خود همبستگی و همبستگی متقابل فرایند های تصادفی در ورودی - خروجی سیستم

های LTI در حوزه های زمان و فرکانس، بردارهای تصادفی، نامساوی چبیشف و کاربرد آن، نامساوی چرنف و کاربرد آن، قضیه اعداد بزرگ در شکل های قوی و ضعیف، قضیه حد مرکزی و اثرات آن.

فصل هشتم- فرایندهای تصادفی و خواص تصادفی سیگنال ها

مفهوم فرایند تصادفی، گشتاورهای آماری فرایندهای تصادفی زمان گسسته و زمان پیوسته، شرایط ایستایی SSS و WSS و WSS چرخشی، مفهوم ارگادیسیتی و روابط مربوطه، پاسخ سیستم LTI به فرایند تصادفی، نمونه برداری فرایندهای تصادفی.

فصل نهم- تحلیل فرایندهای تصادفی

بسط KL یک فرایند تصادفی برحسب توابع اورتونرمال، فرایندهای زنجیره ای مارکوف، فرایندهای تصادفی خودبازگشتی (AR)، فرایندهای تصادفی متوسط متحرک (MA)، فرایندهای تصادفی ARMA.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	-	آزمون های نوشتاری: ✓	✓
-	-	عملکردی: ✓	

فهرست منابع:

- 1- Mallat, S., 2008, A Wavelet Tour of Signal Processing, 3rd Edition, The Sparse Way, Elsevier.
- 2- Soman, K. P., N. G. Resmi, and K. I. Ramachandran., 2010, Insight into Wavelets: From Theory to Practice. PHI Learning Pvt Ltd., New Delhi.
- 3- Boashash, B., (ed.), 2015, Time-Frequency Signal Analysis and Processing: A Comprehensive Reference. 2nd Edition, Elsevier, Academic Press.
- 4- Allen, R. L., and D. W. Mills., 2004, Signal Analysis Time, Frequency, Scale, and Structure. Wiley-IEEE Press.
- 5- Gubbins, D., 2004, Time-series Analysis and Inverse Theory for Geophysicists. Cambridge University Press.
- 6- Papoulis, A. and S. U. Pillai., 2002, Probability, Random Variables and Stochastic Processes, McGraw Hill.



فهرست مطالعات:

عنوان درس به فارسی: تئوری پتانسیل پیشرفته

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Potential Theory

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز:

همین‌یا: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

فصل اول- میدان‌های پتانسیل ژئوفیزیکی

اندازه‌گیری میدان پتانسیل برای اکتشاف مواد معدنی و هیدروکربنی، نقش پردازش رقمی سیگنال، یک مقایسه با پردازش سیگنال لرزه-ای، پیش‌درآمد، نمادها.

فصل دوم- سیگنال‌ها و مدل‌های میدان پتانسیل

میدان پتانسیل در فضای آزاد بدون چشمه، میدان پتانسیل در فضای پر شده از چشمه، مدل‌های دوبعدی چشمه دوبعدی، مدل‌های سه بعدی چشمه، مدل‌های تصادفی (سطح جدایش کتره‌ای، مدل تصادفی، توده کتره‌ای).

فصل سوم- طیف توان و کاربردهای آن

مقدمه، طیف میدان‌های کتره‌ای، میدان‌های گسسته پتانسیل، تخمین طیف توان، تخمین عمق از طیف شعاعی، طیف زاویه‌ای، تحلیل‌های همدوس.

فصل چهارم- فیلتر کردن رقمی نقشه‌ها-۱

فیلترهای رقمی دوبعدی، اجرای فیلترهای رقمی، فیلتر کردن برای برانبارش سیگنال، فیلترهای رقمی برای عملگرهای تحلیلی، تبدیل به قطب و استوا، تبدیل به سطح صاف، حذف اثر پستی و بلندی، فیلترهای وینر.

فصل پنجم- فیلتر کردن رقمی نقشه‌ها-۲

فیلتر کردن وارون (inverse filtering)، وارون‌سازی با روش کمترین مربعات برای توزیع دوبعدی و سه بعدی، تحلیل داده‌های هوایی.

فصل ششم- تخمین پارامتر

تخمین بیشینه درست‌نمایی (ML)، تخمین پارامترهای چشمه با استفاده از روش بیشینه درست‌نمایی، وارون‌سازی غیر خطی با استفاده از روش کمترین مربعات.

روش ارزیابی:



پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	آزمون های نوشتاری: ✓	-	-
	عملکردی: ✓		

فهرست منابع:

- 1- Sheriff, R. E., 1989, Geophysical Methods: Prentice Hall Englewood Cliffs New York.
- 2- MacMillan, W. D., 1986, The Theory of the Potential, Dover Publications, New York.
- 3- Kay, S. M., 1989, Modern Spectrum Analysis: Prentice Hall Englewood Cliffs New York.
- 4- Cordell, L. and Grauch, V. J. S., 1985, Mapping Basement Magnetization Zones From Aeromagnetic Data In the San Juan Basin- the utility of regional gravity and magnetic anomaly maps: SEG, Tulsa, OK.
- 5- Hancock I. C. and Wintz, P. A., 1966, Signal Detection Theory, McGraw-Hill, New York.
- 6- Naidu, P. S., and Mathew, M. P., 1998, Analysis of Geophysical Potential Fields: Elsevier.
- 7- Aster, R. C., Borchers, B. and Thurber, C. H., 2013, Parameter Estimation and Inverse Problems, 2nd Edition, Elsevier.



عنوان درس به فارسی: تشخیص الگو در میدان های پتانسیل
عنوان درس به انگلیسی: Pattern Recognition in Potential Theory

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش نیاز: ندارد

همینا: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○
اهداف کلی درس: دانشجویان با گذراندن این درس با اصول نظری روشهای تشخیص الگوهای لرزه ای آشنا می شوند.

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - مروری بر احتمال شرطی

نظریه احتمال، توابع چگالی احتمال، توزیع های آماری و احتمال شرطی و قانون بیز، روشهای پارامتری و روشهای غیر پارامتری، روشهای مبتنی بر فاصله، روشهای مبتنی بر چگالی داده.

فصل دوم - مفاهیم تشخیص الگو

کلاسه بندی، رگرسیون و تخمین حالت، روشهای نظارتی، غیر نظارتی و شبه نظارتی، خوشه بندی، فضای ویژگی اپراتورهای تک کلاسه، اپراتورهای دو کلاسه و اپراتورهای چند کلاسه.

فصل سوم - استخراج و انتخاب

ویژگی روشهای استخراج نشانگرها مبتنی بر تبدیل هیلبرت، انتخاب بهترین نشانگرها، نشانگرهای ترکیبی، روش کراس پلات، روش تحلیل و Fischer (PCA, KPCA, ...) مولفه های اساسی خطی و غیر خطی فصل.



فصل چهارم - آموزش در روش های نظارتی

(کمترین مربعات، تندترین کاهش، گرادیان مزدوج)، بیشترین تشابه و تخمین پارامترهای بیزین.

فصل پنجم - روش های کلاسه بندی و روش گاوسی تک و چند تابعی

روش های شبکه عصبی مصنوعی تابع فعال سازی، QDA و LDA روش های سریع؛ روش های ماشین بردار پشتیبان، مفهوم بردار پشتیبان، داده های RBF، شبکه MLP توپولوژی شبکه عصبی، شبکه مرزی و مرز، هسته شعاعی و چند جمله ای، بهینه سازی هسته روشهای فازی مفاهیم فازی، تابع عضویت، سیستم ANFIS عصبی - تداخل فازی، سیستم ممدانی و سیستم سوگونو، سیستم تداخل فازی.

فصل ششم - روش های خوشه بندی

خوشه بندی سلسه مراتبی، خوشه بندی فازی C-means, GK & GG

واحد عملی: -

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	✓ آزمون های نوشتاری:	-	-
	✓ عملکردی:		

فهرست منابع:

1. Aminzadeh, F., and de Groot, P., 2006, Neural networks and other soft computing techniques with applications in the oil industry, EAGE Publications.
2. Devijver, P. A., and Kittler, J., 1980, Pattern recognition: A statistical approach, PrenticeHall International, Englewood Cliffs, NJ.
3. Fukunaga, K., 1990, Introduction to statistical pattern recognition, 2nd Ed., Academic Press, New York.
4. Gret, A. A., and Klingele, E. E., 1998, Application of Artificial Neural Networks for Gravity Interpretation in Two Dimension, Institute of Grodesy and Photogrammetry, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.d
5. Höppner, F., Klawonn, F., Kruse, R., and Runkler, T., 1999, Fuzzy Cluster Analysis: Methods for Classification, Data Analysis and Image Recognition.
6. Huang, K.-Y., 2001, Syntactic Pattern Recognition for Seismic Oil Exploration, World Scientific Pub Co Inc;
7. Poulton, M. M., (Editor), 2001, Computational Neural Networks for Geophysical Data Processing, Pergamon.
8. Sandham, W., and Leggett, M., (Editors), 2003, Geophysical applications of artificial neural networks and fuzzy logic, Series: modern approaches in geophysics, Springer Netherlands.



فهرست مطالعات:

عنوان درس به فارسی: سنجش از دور و GIS در ژئوفیزیک

عنوان درس به انگلیسی: Remote Sensing and GIS in Geophysics

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز:

هم‌نیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ● سمینار ○

اهداف کلی درس:

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:



فصل اول- هدف و تعریف، توسعه سنجش از راه دور و GIS، اصول بنیادی، مزیت‌ها و محدودیت‌ها.

فصل دوم- اصول و مبانی فیزیکی سنجش از دور

طبیعت تابش الکترومغناطیسی، مبانی تابش و چشمه‌ها، اصطلاحات فنی تابش، تابش اجسام تیره، طیف الکترومغناطیسی، انرژی قابل دسترس برای سنجش، تأثیرات جوی، پراکنش جوی، جذب جوی، انتشار جوی، سازوکار فعل و انفعال انرژی در زمین، سازوکار بازتابش، سازوکار انتقال، سازوکار جذب، انتشار مربوط به زمین.

فصل سوم- طیف کانی‌ها، سنگ‌ها و دیگر پدیده‌ها در سطح زمین

پاسخ طیفی و علائم طیفی، ترتیب پایه‌ای جمع‌آوری داده‌های طیفی در آزمایشگاه و اصطلاحات فنی، مراحل مولکولی اتم در جامدات که منجر به تشکیل ترکیبات در طیف می‌شوند، طیف مشترک اجزا اصلی یونی در قسمت‌های مختلف از طیف الکترومغناطیسی، طیف کانی‌ها، طیف سنگ‌ها، طیف حاصل از آزمایشگاه در مقابل طیف حاصل در محل، طیف اجسام طبیعی معمول، روش‌های اندازه‌گیری طیف در محل عکس‌برداری، دوربین‌ها، فیلترها، ترکیبات فیلم فیلتر برای عکس‌برداری طیف زونار، عکس‌برداری عمودی و مایل، قدرت تفکیک عکس‌برداری، مأموریت‌های عکس‌برداری، خصوصیات بازتابش طیفی پدیده‌های سطح زمین (تعریف سطوح ایده‌آل و لامبرتی، بازتاب طیفی گیاهان سبز، خصوصیات بازتابش طیفی خاک، بازتابش طیفی آب، مقایسه بازتابش طیفی آب، خاک و گیاه، تابش جسم سیاه، قانون جابجایی وین، قابلیت انتشار، خواص گرمایی برخی از پدیده‌های روی زمین و قدرت تفکیک).

فصل چهارم- سیستم‌های تصویری و تشعشع‌سنج‌ها

مقدمه، رسیدن انرژی به گیرنده (ملاحظات نسبت علامت به نوفه)، گیرنده‌های غیرتصویری، گیرنده‌های تصویری، گیرنده‌های تصویری فضا برد، محصولات داده‌های اسکنر، مفاهیم هندسی عکس‌ها و تصاویر، انحراف‌های هندسی، دوربین و مباحث شکل‌های برجسته، مباحث اندازه‌گیری و مساحی از روی عکس‌های هوایی، جزئیات انتقال پهنه‌سنج و نقشه‌کشی، انواع سکوها (سکوه‌های زمینی، سکوه‌های هوایی و سکوه‌های فضایی راکت‌ها، شاتل، ایستگاه‌های فضایی، ماهواره‌ها)، خصوصیات مداری و گردش ماهواره‌ها، انواع ماهواره‌ها: ماهواره‌های مشاهده منابع زمینی (ماهواره‌های لندست، اسپات، MOS, ERS, JERS, IRS)، ماهواره‌های هواشناسی (ماهواره‌های سری Trios، سری TOS، سری NOAA)، ماهواره‌های اقیانوس‌شناسی و ماهواره‌های رادار، تعریف سنجنده، تقسیم‌بندی سنجنده‌ها براساس منابع انرژی، بازده اطلاعاتی، مبنای نوع تصویر، سنجنده‌های عددی، سنجنده‌های ماهواره‌های مختلف از قبیل TM, MSS, AVHRR, ASTER و ...، سنسورهای امواج مرئی، دوربین ویدیو، رادیومترهای فروسرخ (مادون قرمز)، رادیومترهای میکروویو، لیدار (LIDAR)، ارسال اطلاعات سنجنده‌های رقومی، سنجش از دور چندطیفی، تولیدات سنجنده‌های رقومی، اطلاعات حاشیه‌ای یا تکمیلی تصاویر ماهواره‌ای.

کدبندی اطلاعات ماهواره‌ای، تصاویر ماهواره‌ای و ویژگی‌ها (ERS, NIMBOS, LANDSAT, SPOT) و غیره)، سنجش از دور حرارتی، تصاویر فرسوخ و کاربرد آنها، سنجش از دور ابرطیفی، سنجش از دور راداری، فرمت‌های مختلف تصاویر رقومی، تصاویر رقومی در محدوده‌های مرئی، فرسوخ، فرسوخ حرارتی و راداری، ابرطیفی.

فصل پنجم- پردازش داده‌ها و تصاویر و مبانی تعبیر و تفسیر

رفتار یا عکس‌ها و تصاویر، اصول و مبانی تعبیر و تفسیر، کاربردها، تعبیر و تفسیر داده‌ها در محدوده بازتابش خورشیدی، ملاحظات میزان انرژی جهت سنجش در محدوده SOR، به دست آوردن داده‌ها در محدوده بازتابش خورشیدی، پردازش داده‌های تصویر از بازتابش خورشیدی، تعبیر و تفسیر، روش‌های تقویت تصاویر، فتوگرامتری، انواع خطاهای موجود در اطلاعات دورسنجی و تصحیحات (انواع خطاها، منشأ خطاها، خطاهای هندسی، خطاهای رادیومتری، تصحیح هندسی، تصحیح رادیومتری)، خصوصیات تصاویر دورسنجی (رنگ، گام خاکستری، کنتراست، قدرت تفکیک، قابلیت ثبت، میزان پوشش و درجه روشنایی)، پردازش تصویر (کاهش نویز، تقویت تصویر، کالیبراسیون، تبدیل‌های رنگ، آنالیز مولفه‌های اصلی، تحلیل و تفسیر پدیده‌های خاص، هیستوگرام تصویر، تغییر کنتراست، بارسازی تصاویر و ساختارهای خطی با استفاده از فیلترهای پردازش تصویر، نسبت‌گیری بانندی، شناسایی طرح‌ها، طبقه‌بندی تصاویر براساس ویژگی‌های طیفی، ارزیابی طبقه‌بندی و استخراج اطلاعات و ...)، روش‌های پردازش تصویر در استخراج کانی‌ها از تصاویر ماهواره‌ای استخراج شاخص‌های کاربردی، روش‌های استخراج ارتفاع از تصاویر ماهواره‌ای، تفسیر و کاربرد تصاویر چند طیفی، سنجش از دور حرارتی، سنجش از ابرطیفی و راداری در مسائل مختلف اکتشافی، روش لومینکس (Luminx)، هدف‌های کاربردی در زمین‌شناسی و ژئوفیزیک، تعبیر و تفسیر داده‌ها در محدوده فرسوخ دمائی، انرژی شعاعی زمین (ملاحظات پایه‌ای، سنجش، باند و سبب دما و تفسیر داده‌ها، سنجش چند طیفی TIR یا الگوی طیفی انتشار، سنجش LIDAR).

فصل ششم- محدوده ریز موج

گیرنده‌های ریز موج، مقدمه، گیرنده‌های ریز موج غیرفعال و تشعشع‌سنجی، گیرنده‌های ریز موج فعال و رادارهای تصویری، تفسیر از شبیه سازی SLAR، مقدمه، خصوصیات تصویر SLAR، برگشت رادار، داده‌های تصویری SLAR پردازش‌شده و پردازش نشده، تفسیر، هدف‌های کاربردی در زمین‌شناسی و ژئوفیزیک.

فصل هفتم- پردازش داده‌ها، یکپارچه کردن و کاربردها

پردازش رقمی تصویر، مقدمه، تصحیح تصویر، ثبت تصویر، برآیند تصویر، تقسیم بندی تصویر، رده بندی تصویر رقمی، سیستم‌های پردازش تصویر، کاربردهای زمین‌شناسی، مقدمه، زمین‌ریخت‌شناسی، ساختار، کانی‌شناسی، ترتیب چینه‌ای و نسبت‌های سنی، اکتشاف کانی، اکتشاف نفت، پی‌جویی‌های آب‌های زیرزمینی، پی‌جویی‌های گسل حاوی آب، پی‌جویی‌های زمین‌شناسی مهندسی، کاربردهای انرژی‌های آتشفشانی و گرمائی، کاربردهای محیطی، کاربردهای ژئوفیزیکی و ژئودینامیکی.

فصل هشتم- ترکیب داده‌های سنجش از راه دور و دیگر داده‌های مربوط به زمین (الگوی GIS)

کامل کردن و یکپارچه نمودن پی‌جویی‌های چند منظوره زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی، سیستم اطلاعات، انواع موقعیت جغرافیایی، منابع داده‌های زمین در GIS چندگانه، خصوصیت‌ها و مقیاس‌های اندازه‌گیری در دسته داده‌ها و یکپارچه نمودن تفسیر، سنجش از راه دور در چشم‌انداز اکتشافات زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی.

فصل نهم- اینترفرومتری رادار

بررسی تغییر شکل پوسته با استفاده از امواج رادار قبل و بعد از گسلش زمین‌لرزه‌ای، تحلیل امواج رادار، مدل‌سازی و مقایسه با نتایج حاصل از داده‌های اینترفرومتری.



فصل دهم - سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

مروری بر سامانه اطلاعات جغرافیایی، ویژگی‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی، سیستم‌های مدیریت پایگاه داده‌ها، داده‌های برداری و رستری و روش‌های تبدیل آنها به یکدیگر، آشنایی با نرم‌افزارهای سامانه رستری، طبقه‌بندی در داده‌های رستری، آنالیز آماری داده‌ها، درون‌یابی با استفاده از روش‌های اسپیلاین، عکس فاصله و کریجینگ، روش‌های تولید مدل ارتفاعی-رقومی، مراحل فرایند مکان‌یابی و مدل‌سازی پتانسیل‌های معدنی دانش‌محور و داده‌محور با استفاده از این سامانه شامل شناخت و تعیین پارامترهای مورد نیاز، بررسی ویژگی‌های محدوده‌های مطالعاتی، تعیین وزن‌های معیارها، آماده‌سازی و تهیه نقشه‌های فاکتور از داده‌ها، تلفیق فاکتورها، آشنایی با تصمیم‌گیری چند معیاره، مدل‌های تلفیق پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی، کاربرد GIS در ژئوفیزیک.

فصل یازدهم - فعالیت‌های آزمایشگاهی و عملی

کاربردهای داده‌های ماهواره‌ای (در تهیه نقشه‌های کاربری زمین، در تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی، در هیدرولوژی، در زمین‌شناسی و اکتشاف مواد معدنی، در شناسایی منابع هیدروکربوری، در شناسایی منابع ژئوترمال، در لرزه‌خیزی، در تعیین منابع آلودگی ژئوشیمیایی و معدنکاری قدیمی)، مهارت کار با نرم‌افزارهای دورسنجی (مثل ENVI، ...) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (ArcGIS و ...)، کار عملی با نرم-افزار (عملیات پردازش تصاویر چندطیفی، سنجش از دور طیفی، ابر طیفی و راداری با استفاده از نرم‌افزارهای مناسب، انجام تصحیحات هندسی بر روی داده‌های رستری، ورود داده‌های جدولی، رقومی‌سازی، تبدیل داده‌های رستری و برداری به هم، طبقه‌بندی داده‌های رستری، روش‌های وزن‌دهی، تلفیق داده‌های رستری با استفاده از انطباق بولین، هم‌پوشانی شاخص، فازی، وزن‌دهی شاهد، برای کاربردهای مختلف).

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
-	-	آزمون‌های نوشتاری: ✓	-
-	-	عملکردی: ✓	-

فهرست منابع:

1. Fischetti, T.L., 1981, The Application of Space Technology to Geodynamics-An Overview: Int. Geosci. Remote Sens. Symp. (IGARSS), IEEE, Vol. 1 Digest.
2. Gupta, Ravi p., 1991, Remote Sensing Geology: Springer-Verlag.
3. Kondratyev, K. Y., Kozoderov, V.V., and Smokty, O.L., 1992, Remote Sensing of the Earth From Space- Atmospheric Correction: Springer-Verlag.
4. Campbell, J. B. and Wynne, R. H., 2011, Introduction to Remote Sensing, Fifth Edition: Guilford Press.

فهرست مطالعات:



عنوان درس به فارسی: مباحث ویژه (مطالعات اختصاصی)

عنوان درس به انگلیسی: Special Topics

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز: ندارد

هم‌نیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: با توجه به موضوع رساله دکتری، در صورتی که دروس موجود در برنامه‌های درسی دکتری مباحث مورد نیاز انجام رساله را پوشش نداده باشند، دانشجو می‌تواند با هماهنگی و تأیید استاد راهنما، متقاضی درس مباحث ویژه (مطالعات اختصاصی) شود. در این صورت، لازم است سرفصل درس با عنوان و محتوای مورد نیاز توسط استاد درس تهیه و پس از تأیید گروه آموزشی، مطابق مقررات آموزشی، اجرایی شود.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
		آزمون‌های نوشتاری: ✓	
		عملکردی: ✓	

