



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

(بازنگری شده)

دوره: دکتری

رشته: ژئوفیزیک

گرایش: ژئوالکتریک و الکترو مغناطیس



گروه : علوم پایه

مصوبه جلسه شماره ۹۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱

کمیسیون برنامه ریزی آموزشی

شماره: ۳۰ / ۲۴۵۵۷
تاریخ: ۹۷ / ۴ / ۲۸
پیوست:

دانشگاه آزاد اسلامی



سازمان مرکزی

بسمه تعالی

بخشنامه به واحدها و مراکز آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی
موضوع: ابلاغ سرفصل بازنگری شده
رشته ژئوفیزیک گرایش ژئوالکتریک و الکترومغناطیس در مقطع دکتری

سرفصل بازنگری شده دوره دکتری رشته ژئوفیزیک گرایش ژئوالکتریک و ژئومغناطیس مصوب جلسه شماره ۹۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری جهت بهره برداری در سایت مرکز برنامه ریزی درسی www.sep.iau.ir قرار داده شده است و به آگاهی می رساند:
ضمن دریافت آن از سایت، اجرای این سرفصل از نیمسال اول سال تحصیلی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ برای دانشجویان ورودی سال ۱۳۹۷ و به بعد لازم الاجرا است. این برنامه جایگزین برنامه درسی دوره دکتری رشته ژئوفیزیک گرایش الکترومغناطیس مصوب جلسه شماره ۳۸۱ مورخ ۱۳۷۸/۰۷/۱۱ شورای عالی برنامه ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می گردد.

علیرضا رهایی

معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه

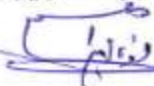
بسم الله الرحمن الرحيم

عنوان برنامه: ژئوفیزیک گرایش ژئوالکتریک و الکترو مغناطیس

- ۱- برنامه درسی بازنگري شده دوره دکتری رشته ژئوفیزیک گرایش ژئوالکتریک و الکترو مغناطیس در جلسه شماره ۹۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی تصویب شد.
- ۲- برنامه درسی بازنگري شده دوره دکتری رشته ژئوفیزیک گرایش ژئوالکتریک و الکترو مغناطیس از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ جایگزین برنامه درسی دوره دکتری رشته ژئوفیزیک گرایش الکترو مغناطیس 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 بازنگري است.

عبدالرحيم نوه ابراهيم

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی





فصل اول



به نام خدا

برنامه دوره دکتری رشته ژئوفیزیک گرایش: ژئوالکتریک و الکترومغناطیس

(Geoelectrics and Electromagnetics)

تعریف و اهداف

ژئوفیزیک علم مطالعه زمین با استفاده از روش‌های کمی فیزیکی مانند روش‌های الکتریکی، الکترومغناطیسی، گرانی، مغناطیسی و لرزه‌ای می‌باشد. یکی از گرایش‌های رشته ژئوفیزیک، گرایش ژئوالکتریک و الکترومغناطیس است که به مطالعه و شناسایی زمین و به ویژه اکتشاف منابع داخل زمین مانند آب، مواد معدنی و مواد هیدروکربنی با استفاده از خواص الکتریکی و الکترومغناطیسی سنگ‌ها و کانی‌ها می‌پردازد.

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

ضرورت و اهمیت

با توجه به گستردگی ذخایر و منابع زیرزمینی مختلف نظیر مواد معدنی، هیدروکربن، آب و زمین‌گرایی در کشور و نیاز به اکتشاف آن‌ها 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 الکتریکی و الکترومغناطیسی برای اکتشاف منابع عمیق احساس می‌شود. بنابراین، برگزاری دوره دکتری ژئوفیزیک در گرایش ژئوالکتریک و الکترومغناطیس 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- ژئوالکتریک و الکترومغناطیس مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد.



فصل دوم



جدول دروس الزامی

کد	نام درس	تعداد واحد	ساعات		
			نظری	عملی	جمع
۳۲۰	روش‌های پیشرفته اکتشافی در ژئوالکترونیک	۳	۴۸	-	۴۸
۳۲۱	روش‌های پیشرفته اکتشافی در الکترومغناطیس	۳	۴۸	-	۴۸
۳۰۹	روش‌های وارون در حل مسائل ژئوفیزیکی	۳	۴۸	-	۴۸

جدول دروس اختیاری*

کد	نام درس	تعداد واحد	ساعات		
			نظری	عملی	جمع
۳۲۲	مدل‌سازی عددی در ژئوفیزیک	۳	۴۸	-	۴۸
۳۰۲	تحلیل سری‌های زمانی پیشرفته	۳	۴۸	-	۴۸
۳۲۳	روش‌های مگنتوتلوریک	۳	۴۸	-	۴۸
۳۲۴	تئوری پتانسیل پیشرفته	۳	۴۸	-	۴۸
۳۲۵	توموگرافی و چاه‌نگاری پیشرفته الکترونیک	۳	۴۸	-	۴۸
۳۲۶	هیدروژئوفیزیک	۳	۴۸	-	۴۸
۳۲۷	سنجش از دور و GIS در ژئوفیزیک	۳	۴۸	-	۴۸
۳۲۸	روش‌های فرکانس خیلی پایین	۳	۴۸	-	۴۸
۳۲۹	سامانه‌های جهانی موضع‌یابی	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 پیشرفته اکتشافی در ژئوالکتریک
عنوان درس به انگلیسی: Advanced Geoelectrical Exploration Methods

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:

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:

فصل اول - مقدمه - خواص الکتریکی سنگ‌ها و کانی‌ها

معرفی پارامترهای الکتریکی کانی‌ها، سنگ‌ها و سایر مواد زیر سطح زمین، پتانسیل‌های الکتریکی طبیعی، رسانندگی الکتریکی، ثابت

دی الکتریک، وابستگی فرکانسی، وابستگی دمایی

فصل دوم - تصویرسازی مقاومت ویژه الکتریکی

تصویرسازی الکتریکی دوبعدی و سه بعدی، تابع حساسیت یک بعدی و دوبعدی، اثر زمان (Time Lapse) در مدل‌سازی مقاومت ویژه الکتریکی، تفکیک‌پذیری قائم و افقی آرایه‌ها، اثر ناهمسانگردی در مدل‌سازی مقاومت ویژه الکتریکی، طراحی بهینه اندازه‌گیری‌های صحرائی.

فصل سوم - مدل‌سازی و شبیه‌سازی

حل‌های دقیق تحلیلی برای حالت‌های خاص، مدل‌های ورقه‌ای نازک، روش معادلات انتگرالی، مدل‌سازی به روش المان محدود، مدل‌سازی به روش تفاضل محدود.



فصل چهارم - عدم حساسیت و عدم یکتایی

عدم حساسیت برای زمین یکنواخت جانبی - عدم یکتایی برای زمین یکنواخت جانبی

فصل پنجم - سونداژ تشدید مغناطیسی (MRS)

مفاهیم و اساس کار روش MRS، مقدمه‌ای بر پردازش داده‌های MRS، تخمین پارامترهای سیگنال MRS، محاسبه میدان‌های CO-rotating و counter-rotating، ماتریس حساسیت یک بعدی، دوبعدی و سه بعدی، مدل‌سازی معکوس یک بعدی (معکوس‌سازی با هندسه ثابت و متغیر)، مدل‌سازی دو بعدی با لوپ‌های فرستنده و گیرنده مجزا، اثر رسانندگی بر روی اندازه‌گیری سیگنال MRS در مدل‌سازی‌های معکوس یک بعدی و دو بعدی، بررسی اثر میدان مغناطیسی زمین در اندازه‌گیری سیگنال MRS، وارون‌سازی توأم داده‌های TEM و سیگنال سونداژ تشدید مغناطیسی.

فصل ششم- اصول پلاریزاسیون القایی طیفی (SIP)

مفاهیم بنیادی در پلاریزاسیون القایی طیفی، منشاء پلاریزاسیون القایی (لایه الکتریکی دوگانه (EDL)، پلاریزاسیون سطحی (اثر ماکسول-وگنر))، مدل‌های پلاریزاسیون القایی (مدل‌های تجربی، مدل‌های بر اساس لایه الکتریکی دوگانه)، وابستگی فرکانسی خصوصیات الکتریکی مواد، مروری بر تئوری جفت شدگی الکترومغناطیسی و مدلسازی پیشرو، ملاحظات کلی بر ورش‌های مختلف وارون سازی 1D و 2D داده‌های پلاریزاسیون القایی طیفی، تخمین رسانندگی هیدرولیکی (تراوایی هیدرولیکی)، اکتشاف کانسارهای فلزی، اندازه‌گیری‌های درون چاهی SIP برای کاربرد‌های مهندسی و زیست محیطی.

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

- 1- Zhdanov, M.S. and Keller, G.V., 1994, The Geoelectrical Methods in Geophysical Exploration: Elsevier.
- 2- Luo Y., and Zhang G., 1997, Theory and Application of Spectral Induced Polarization, Society of Exploration
- 3- Kirsch R., 2009, Groundwater Geophysics: A Tool for Hydrogeology, Springer.
- 4- Sumner, J.S., 1976, Principles of induced polarisation for geophysical exploration: Elsevier, Amsterdam.
- 5- Legchenko A., 2013, Magnetic Resonance Imaging for Groundwater. John Wiley & Sons.
- 6- Müller-Petke M., Yaramanci U., 2015, Tools and Techniques: Nuclear Magnetic Resonance. In: Gerald Schubert (editor-in-chief) Treatise on Geophysics, 2nd edition, Vol 11. Oxford: Elsevier; 2015. p. 419-445.



فهرست مطالعات:

- 1- Dukhin, S.S., and Shilov, P., 1974, Dielectric phenomena and the double layer in disperse systems and poly-electrolytes: John Wiley & Sons, Inc., New York.
- 2- Gerald, C.F., 1994, Applied Numerical Analysis: world Student Series.
- 3- Yangul, S.H., 1996, Electrical methods in Geophysical Exploration of Deep Sedimentary Basins: Chapman and Hall.
- 4- Lapidus, L. and Pinder, G.F., 1982, Numerical Solution of Partial Differential Equations in Science and Engineering: John Wiley & Sons.

عنوان درس به فارسی: روش‌های پیشرفته اکتشافی در الکترومغناطیس
عنوان درس به انگلیسی: Advanced Electromagnetic Exploration Methods

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز: ندارد

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

اهداف کلی درس:

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:



فصل اول - مقدمه

خواص الکترومغناطیسی سنگ‌ها و کانی‌ها، تولید و اندازه‌گیری میدان الکترومغناطیسی، معادلات ماکسول و شرایط مرزی، میدان الکترومغناطیس هارمونیک زمانی، انرژی الکترومغناطیس و قضیه پوینتینگ، تانسورهای الکترومغناطیسی گرین، روابط متقابل.

فصل دوم - الکترومغناطیس اطراف کره زمین

منابع خارجی جریان‌های زمینی، نوفه‌های صنعتی، چشمه‌های الکتریکی اتمسفری، میدان‌های الکتریکی مکانیکی، چشمه‌های خارجی میدان الکتریکی

فصل سوم - حساب دیفرانسیل میدان‌های برداری و فرم‌های دیفرانسیلی

روابط دیفرانسیل اساسی در نظریه برداری، روابط انتگرالی اساسی در نظریه میدان، فرم‌های دیفرانسیل در نظریه میدان.

فصل چهارم - اصول نظریه میدان

تولید میدان، معادلات میدان ایستا و روش‌های حل آن، پتانسیل‌های نرده‌ای و برداری میدان ایستا، میدان‌های غیرایستا و فرم‌های دیفرانسیل.

فصل پنجم - مدل‌های القایی الکترومغناطیسی در زمین

مدل‌های میدان‌های الکترومغناطیسی، میدان‌های الکترومغناطیسی ساکن، انتشار میدان‌های الکترومغناطیسی در مواد رسانا و زمین، امواج الکترومغناطیسی، اثر پوست و عمق نفوذ میدان‌های الکترومغناطیسی، ارتباط دامنه و فاز، بردارهای قطبش بیضوی، القای متقابل، حوزه‌های TDEM و FDEM، میدان‌های اولیه و ثانویه، انواع روش‌های الکترومغناطیسی و دستگاه‌های اندازه‌گیری.

فصل ششم - میدان‌های الکترومغناطیسی در محیط‌های لایه‌ای افقی

انتشار موج تخت در یک زمین لایه‌ای، روش طیفی محاسبه میدان‌های الکترومغناطیسی در محیط‌های لایه‌ای افقی، میدان الکترومغناطیسی یک سیستم جریان مگنتوسفری دلخواه در یک محیط لایه‌ای افقی همگن، میدان‌های الکترومغناطیسی تولید شده در یک زمین لایه‌ای توسط فرستنده‌های دوقطبی الکتریکی.

فصل هفتم - میدان‌های الکترومغناطیسی در محیط ناهمگن

روش روابط انتگرالی، روش معادلات انتگرالی در مدل‌هایی با رسانندگی زمینه ناهمگن، گروه‌بندی تقریب‌های انتگرالی خطی و

فصل هشتم - روش‌های وارون در الکترومغناطیس

مدل‌سازی پیشرو و وارون، مسائل وارون بدو وضع، اساس نظریه تنظیم، پارامتر تنظیم، روش‌های وارون خطی، روش وارون غیر خطی، گرادیان مزدوج غیر خطی، روش وارون شبه خطی، روش وارون شبه تحلیلی، محاسبه تابع حساسیت، روش‌های ارزیابی مدل، کمی‌سازی عدم قطعیت در مدل‌سازی.

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

- 1- Zhdanov, M. S., 2009, Geophysical Electromagnetic Theory and Methods: Elsevier.
- 2- Zhdanov, M. S. and Keller, G. V., 1994, The Geoelectrical Methods in Geophysical Exploration.
- 3- Nabighian, M. N., 1993, Electromagnetic Methods in Applied Geophysics: Society of Exploration Geophysicists.
- 4- Reitz, J. R. and Milford, F. J. and Christy, R. W., 1979, Foundations of Electromagnetic Theory: Addison- Wesley Publishing Company.

فهرست مطالعات:



عنوان درس به فارسی: روش‌های وارون در حل مسائل ژئوفیزیکی

عنوان درس به انگلیسی: Inverse Methods in Geophysical Problems

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 کريلوف (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 آکام

فصل هشتم - روش های بهینه سازی جهانی

روش های مونت-کارلو، روش های تبلور شبیه سازی شده، الگوریتم های ژنتیک

روش ارزیابی:

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: مدل سازی عددی در ژئوفیزیک

عنوان درس به انگلیسی: Numerical Modeling in Geophysics

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

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

اهداف کلی درس:

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:

مقدمه: محاسبات عددی و کامپیوتر، مروری بر مفاهیم اساسی، تعریف خطا و انواع خطا، انباشتگی خطا در محاسبات، پایداری در روش های عددی

فصل اول - مروری بر روش های عددی

محاسبات تفاضل های متناهی، درون یابی و برون یابی، حل معادلات غیرخطی، قوانین گوس (Gas Laws)، روش های تجزیه و تحلیل خطی، دیفرانسیل گیری عددی، انتگرال گیری عددی، روش های حل تکراری، همگرایی و تحلیل همگرایی در روش های حل تکراری، روش نیوتن-رافسون، روش مولر، روش های حل چند جمله ای ها، حل دستگاه های معادلات خطی، به کارگیری ماتریس ها، روش های حذفی، حل دستگاه های معادلات غیرخطی.

فصل دوم - چند جمله ای ها و توابع

تجزیه و تحلیل و نسبت دادن یک منحنی، چند جمله ای های لاگرانژ، اختلافات تقسیم شده، روش های درون یابی (نیوتن، گوس، لاگرانژ، اتیکن، سیل)، چند جمله ای های اسپلاین (Spline)، برآورد چند جمله ای سطوح، مشتق گیری عددی، مشتق گیری به کمک جدول های تفاضلی، روش های برون یابی، انتگرال گیری عددی با تاکید بر انتگرال گیری به روش نیوتن-کوتس، انتگرال گیری رامبرگ، انتگرال گیری به روش گوس، انتگرال های چندگانه.

فصل سوم - معادلات دیفرانسیل

روش های عددی برای حل معادلات دیفرانسیل معمولی، روش سری های تیلور، روش اویلر و تصحیح شده این روش، روش های رانگ-کوتا، ملاک های همگرایی، خطا و گسترش آن، مقایسه روش های حل معادلات دیفرانسیل با شرایط مرزی، روش های باقیمانده وزنی، حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی (سه می گون و هذلولی گون)، مقادیر ویژه و بردارهای ویژه، مقادیر ویژه با تکرار (روش توانی)، مقادیر ویژه با روش QR.

فصل چهارم - روش تفاضل متناهی

اساس روش تفاضل متناهی، مراحل مختلف حل مسئله در روش تفاضل متناهی، شیوه های صریح و ضمنی، پایداری حل، کاربردها و حل چند مسئله با روش تفاضل متناهی.

فصل پنجم- روش اجزاء متناهی

روش اجزاء متناهی و کاربرد آن در بررسی یک جسم پیوسته الاستیک، جداسازی به وسیله اجزاء محدود، شرایط مرزی، سیستم قابل تجزیه استاندارد، توابع شکل، روش باقیمانده وزنی، روش‌های گالرکین شامل روش‌های بونوف-گالرکین یا گالرکین استاندارد و پتروف-گالرکین، انواع مختلف اجزا کاربردی، روابط مستقیم و تعمیم آن‌ها، روش انرژی کرنش، به کارگیری قوانین اندیس‌گذاری در بررسی مسائل الاستیک، مشتقات و روابط تانسوری، ماتریس سختی، بررسی حالت‌های تنش و کرنش صفحه‌ای و تقارن محوری، چند مثال جهت ارزیابی دقت، بررسی حالت سه بعدی.

فصل ششم- روش اجزاء متناهی و حالت‌های غیرخطی

به کارگیری روش اجزاء متناهی در بررسی حالت‌های غیرخطی، روش‌های تکراری، حالت پلاستیک، نمودارهای تنش و کرنش، ملاک‌های شکست، قوانین نرم‌شدگی و سخت‌شدگی، فرمول‌های اساسی لغزش، بررسی‌های ویسکوالاستیسیته و ویسکوپلاستیسیته، چند مثال کاربردی.

فصل هفتم- روش معادلات انتگرالی

اساس روش معادلات انتگرالی، مراحل مختلف حل مسئله در روش معادلات انتگرالی، توابع گرین، کاربردها و حل چند مسئله با روش معادلات انتگرالی.

فصل هشتم: روش شبکه‌های عصبی مصنوعی

ایده یا اساس روش شبکه‌های عصبی مصنوعی، معماری شبکه‌های عصبی مصنوعی (روش‌های پیش‌خور و پس‌خور و انواع شبکه‌ها در هر یک از این روش‌ها)- فرآیند یادگیری، فرآیند مدل‌سازی توسط روش شبکه‌های عصبی مصنوعی، شبکه‌های عصبی مصنوعی ترکیبی، شبکه‌های عصبی-فازی، کاربردها و حل چند مسئله با روش شبکه‌های عصبی مصنوعی.

فصل نهم: روش‌های بهینه‌سازی

روش لاگرانژ، روش سیمپلکس، روش‌های گرادیان، روش‌های برنامه‌ریزی خطی و پویا، روش الگوریتم ژنتیک (اساس روش الگوریتم ژنتیک، مراحل مختلف حل مسئله در روش الگوریتم ژنتیک، کاربردها و حل چند مسئله با روش الگوریتم ژنتیک)، روش ذوب شبیه‌سازی شده (اساس روش ذوب شبیه‌سازی شده، مراحل مختلف حل مسئله در روش ذوب شبیه‌سازی شده، تابع انرژی، کاربردها)، مقایسه بین روش‌های بهینه‌سازی مختلف.

روش ارزیابی:

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



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



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

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 پیشرفته تحلیل سری‌های زمانی آشنا می‌شوند.

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - مروری بر سری‌های زمانی ژئوفیزیکی

سیگنال‌ها، سیستم‌ها، همبستگی و همبستگی، سری فوریه و تبدیل فوریه، تبدیل لاپلاس و تبدیل Z.

فصل دوم - نمونه‌برداری و بازسازی سیگنال‌ها

تئوری نمونه‌برداری شانون - نایکوئیست، کوانتس، کوانتس یکنواخت و غیریکنواخت، تابع اعوجاج، درون‌یابی با تابع سینک، درون‌یابی برپایه بهینه‌سازی، نمونه‌برداری فشرده.

فصل سوم - تحلیل سیگنال در حوزه فرکانس

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

فصل چهارم - تبدیل‌های زمان - فرکانس و زمان - مقیاس

تبدیل گابور، تبدیل فوریه زمان کوتاه، تبدیل S، تبدیل S تعمیم‌یافته، تبدیل‌های زمان - فرکانس درجه دوم، تبدیل هیلبرت-هوانگ، تبدیل موجک پیوسته، چارچوب‌ها، تحلیل چند مقیاسی (موجک‌های متعامد، کرولت و ...)



فصل پنجم - روش‌های تحلیل سیگنال در حوزه زمان

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

فصل ششم - روش‌های تضعیف نوفه‌های تصادفی و ضربه‌ای

خصوصیات آماری نوفه‌های تصادفی، فیلترهای همبستگی، فیلترهای دوجانبه، فیلترهای میانگین غیرمحلّی، فیلترهای انقباضی، فیلترهای جورسازی بلوک‌های سه‌بعدی، خصوصیات آماری نوفه‌های ضربه‌ای، فیلترهای میانه، روش‌های مقاوم برای تخمین پارامتر.

فصل هفتم - مدل‌های تصادفی سیگنال‌ها

متغیرهای تصادفی و گشتاورهای آماری مربوطه، خود همبستگی و همبستگی متقابل فرایند‌های تصادفی در ورودی - خروجی سیستم‌های LTI در حوزه‌های زمان و فرکانس، بردارهای تصادفی، نامساوی چبیشف و کاربرد آن، نامساوی چرنف و کاربرد آن، قضیه اعداد بزرگ در شکل‌های قوی و ضعیف، قضیه حد مرکزی و اثرات آن.

فصل هشتم - فرایندهای تصادفی و خواص تصادفی سیگنال‌ها

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 زنجیره‌ای 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: روش‌های مگنتوتلوریک

عنوان درس به انگلیسی: Magnetotelluric Methods

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش نیاز:

همنیاز:

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

اهداف کلی درس:

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:

فصل اول - میدان طبیعی الکترومغناطیس

خردضربان‌های ژئومغناطیسی، طوفان‌های مغناطیسی، روش‌های الکترومغناطیسی با چشمه طبیعی، اهمیت مگنتوتلوریک در اکتشافات.

فصل دوم - مبانی روش مگنتوتلوریک

معادلات ماکسول، معادلات موج برای زمین همگن، حل برای زمین ناهمگن، برداشت داده‌ها و اندازه‌گیری‌های میدان‌های الکترومغناطیسی در روش مگنتوتلوریک، روش EMAP، روابط اساسی در روش مگنتوتلوریک، تانسور امپدانس و Tipper (حالت‌های دوبعدی و تقریباً دوبعدی، حالت کلی سه‌بعدی)، آنیزوتروپی و امتداد ساختارها.



فصل سوم - روابط فاز برای محیط‌های لایه‌ای افقی

مقدمه در مورد فاز، ارتباط بین پاسخ‌های دامنه و فاز، فاز امپدانس در یک محیط لایه‌ای افقی.

فصل چهارم - اعتبار مدل امواج تخت

میدان الکترومغناطیسی یک المان جریان با طول بینهایت، میدان الکترومغناطیسی یک دوقطبی عمودی مغناطیسی، میدان الکترومغناطیسی یک دوقطبی افقی مغناطیسی، آنالیز طیفی میدان الکترومغناطیسی برای چشمه یک بعدی، ملاحظات عمده در محاسبه امپدانس برای محیط لایه‌ای افقی.

فصل پنجم - میدان الکترومغناطیسی در حالت امواج تخت (قطبش‌های E و H)

فصل ششم - پردازش داده‌ها و تخمین پاسخ مگنتوتلوریک

ارزیابی داده‌ها، پیش پردازش، روش مرجع دور، تصحیح داده‌های مگنتوتلوریک (تصحیح اثر توپوگرافی، تصحیح جابجایی ایستا یا Static Shift)، اعمال تبدیلات مختلف بر روی داده‌های مگنتوتلوریک، روش‌های پردازش مقاوم، تخمین عدم قطعیت.

فصل هفتم - تحلیل و تفسیر داده‌های مگنتوتلوریک

ترسیم نقشه‌ها و شبه مقاطع داده‌ها، تشخیص و حذف اعوجاج، تخمین استرایک و تحلیل بعدیت، مدل‌سازی پیشرو و وارون داده‌های مگنتوتلوریک، مدل‌سازی و تفسیر یک‌بعدی، دوبعدی و سه‌بعدی داده‌های مگنتوتلوریک، ارزیابی مدل حاصل و مقایسه با اطلاعات دیگر (زمین‌شناسی، ژئوشیمی و...).

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

فهرست منابع:

- 1- Kaufman, A. A. and Keller, G. V., 1981, The Magnetotelluric Sounding Method: Elsevier.
- 2- Zhdanov, M. S. and Keller, G. V., 1994, The Geoelectrical methods in Geophysical Exploration: Elsevier.
- 3- Nabighian, M. N., 1993, Electromagnetic Methods in Applied Geophysics: 1-2 Society of Exploration Geophysicists.

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:

همینا: -

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 پرشده 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 برابری 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.

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: توموگرافی و چاه‌نگاری پیشرفته الکتریکی

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Electrical Tomography and Electrical Logging

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:

سرفصل درس:

فصل اول - مقدمه

اصول توموگرافی و چاه‌نگاری الکتریکی، توموگرافی الکتریکی به روش مقاومت ویژه، چاه‌نگاری الکتریکی به روش‌های متناوب.

فصل دوم - ویژگی‌های توموگرافی الکتریکی

انتخاب آرایه‌های الکترودی و سیستم اندازه‌گیری، تهیه مقاطع رایانه‌ای با استفاده از شیوه میزان حساسیت، ارزیابی آرایه‌ها در توموگرام به دست آمده، آثار شکل آرایه، روش‌های ریاضی در توموگرافی الکتریکی.

فصل سوم - توموگرافی انتقال

پس انتشار، توموگرافی چاه به چاه و پیکربندی ترکیبی، پارامتری کردن فضای مدل، فرمول‌بندی احتمالاتی مسئله وارون، حل مسئله وارون با استفاده از روش‌های مونت کارلو و گرادیان، توموگرافی به روش‌های بازسازی (ART, SIRT, CGT) مثال‌های رایانه‌ای.

فصل چهارم - توموگرافی الکتریکی دوبعدی و سه‌بعدی

اندازه‌گیری‌های توموگرافی الکتریکی دوبعدی و سه‌بعدی، مدل‌سازی و تفسیر دوبعدی و سه‌بعدی.

فصل پنجم - نگارهای الکتریکی متمرکز و غیرمتمرکز

روش‌هایی برای حل مستقیم مسائل، تفسیر داده‌های مقاومت ویژه ظاهری، تغییرات کوچک مقاومت ویژه ظاهری، نگار جریان، نگار متباعد (Divergent Log)، نسخه‌های مختلف نگار جانبی، حل تقریبی مسئله مستقیم نگار جانبی، پاسخ نگار جانبی، کاربردهای نگار جانبی.

فصل ششم - توموگرافی الکترومغناطیسی

پی‌جوئی‌های الکترومغناطیسی چاه به چاه، توموگرافی برای مقاومت ویژه، شکل لایه و تضعیف برای داده‌های GPR، توموگرافی داده‌های الکتریکی حاصل از چشمه‌های مصنوعی برای کاربردهای معدنی و مهندسی.

فصل هفتم - مدل‌سازی وارون در حوزه فاز و فرکانس

وارون‌سازی داده‌های حوزه فاز و فرکانس برای چشمه، مدل‌سازی مدل‌های الکتریکی مرکب، مسائل غیرخطی، توموگرافی چاه به چاه برای ساختار لایه‌ای و ناهمسانگرد، انتخاب فرکانس مؤثر.



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

فهرست منابع :

1. Gorbachev, Y.I., 1995, Well Logging: Fundamentals of Methods: Wiley & Sons.
2. Latyshova, M., 1991, A practical guide in the interpretation of log responses: Nedra Moscow.
3. Hansen, P.C., 1998, Rank-Deficient and discrete ill-posed problems: Numerical Aspects of Linear Inversion: Society for Industrial and Applied Mathematics.
4. Jackson, M. J., 1996, 3DTOM- Three-dimensional geophysical tomography: USBM Report of Investigation 9617.
5. Tikhonov, A. N., Arsenin, V.Y., 1977, Solution of Ill-posed Problems. W.H. Winston and Sons.
6. Zhdanov, M. S., 2002, Geophysical Inverse Theory and Regularization Problems, Elsevier.

فهرست مطالعات :



عنوان درس به فارسی: هیدروژئوفیزیک

عنوان درس به انگلیسی: Hydrogeophysics

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز: ندارد

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

اهداف کلی درس:

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:

فصل اول - خصوصیات پتروفیزیکی سنگ‌های تراوا و کم‌تراوا

رابطه هیدروژئولوژی و ژئوفیزیک، مقدمه‌ای بر تعاریف بنیادی در پتروفیزیک، ارتباط پارامترهای ژئوفیزیکی (چگالی، رسانندگی، ثابت دی الکتریک و ضرایب الاستیک) با خصوصیات پتروفیزیکی لایه‌های آبخوان.

فصل دوم - مروری بر ویژگی‌های روش‌های ژئوفیزیکی زمینی و هوابرد جهت مطالعه آبخوان‌ها

روش‌های ژئوالکتریک (پتانسیل خودزا، مقاومت ویژه الکتریک، توموگرافی الکتریک، پلاریزاسیون القایی حوزه زمان (TDIP) و حوزه فرکانس (FDIP))، روش‌های الکترومغناطیسی سطحی و هوابرد حوزه زمان و فرکانس، سونداژ تشدید مغناطیسی (MRS)، رادار نفوذی به زمین (GPR)، روش‌های لرزه‌ای (بازتابی و انعکاسی).

فصل سوم - کیفیت آب‌های زیر زمینی - نفوذ آب شور

مقدمه، منشأ نفوذ آب شور، رسانندگی الکتریک آب شور، روش‌های ژئوفیزیکی شناسایی تداخل آب شور و شیرین، شناسایی آلودگی در منطقه غیر اشباع (Vadose zone) و اشباع (Saturated zone)، مثال‌های صحرایی.

فصل چهارم - خصوصیات ژئوفیزیکی لایه‌های آبخوان

تعریف رسانندگی هیدرولیکی و تراوایی، ارتباط رسانندگی هیدرولیکی با دیگر پارامترهای پتروفیزیکی، ارزیابی هدایت هیدرولیکی از طریق ابزارهای مختلف ژئوفیزیکی (مانند IP، MRS، مقاومت ویژه الکتریک).

فصل پنجم - مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی

انواع مدل‌های آب زیرزمینی، فیزیک جریان آب‌های زیرزمینی (قانون داری، معادله پیوستگی در جریان با حالت ایستا)، مدل‌سازی تفاضل محدود، معادله لاپلاس و پواسون، شرایط مرزی، روش‌های تکراری در حل دستگاه معادلات، شبیه‌سازی انتقال و پخش آلاینده‌های آب زیرزمینی، مقیدسازی مدل‌سازی انتقال آلودگی در لایه‌های زیرسطحی با استفاده از پارامترهای ژئوفیزیکی، کمی‌سازی عدم قطعیت در مدل‌سازی.



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

فهرست منابع:

1. Rubin, Y., and Hubbard S. S., 2005, Hydrogeophysics, Springer.
2. Vereecken, H., Binley, A., Revil, A., and Titov, K., 2006, Applied Hydrogeophysics, Springer.
3. Kirsch, R., 2009, Groundwater Geophysics: A Tool for Hydrogeology, Springer.
4. Wang, H. F., and Anderson, M. P., 1982, Introduction to Groundwater Modeling: *Finite Difference and Finite Element Methods*, Academic Press.
5. Bear, J., and Cheng Alexander, H. D., 2010, Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport Springer.

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:

همین‌یا: -

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، ترتیبات 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، IRS, JERS, ERS, MOS)، 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, ETM+, ASTER و ...، سنسورهای امواج مرئی، دوربین ویدئو، 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 با 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، بارزسازی تصاویر و ساختارهای خطی با استفاده از فیلترهای پردازش تصویر، نسبت‌گیری باندی، 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 (Luminox)، هدف‌های کاربردی در زمین‌شناسی و ژئوفیزیک، تعبیر و تفسیر داده‌ها در محدوده فرسوخ دمائی، انرژی شعاعی زمین (ملاحظات پایه‌ای، سنجش، باند و سيع دما و تفسیر داده‌ها، سنجش چند طیفی TIR یا الگوی طیفی انتشار، سنجش LIDAR).

فصل ششم- محدوده ریزموج

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 پردازش شده 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، برانبارش 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 جغرافیائی، 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	آزمون های نهایی	پروژه
-	-	آزمون های 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, R. 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: روش‌های فرکانس خیلی پایین

عنوان درس به انگلیسی: VLF Methods

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

تعداد ساعت: ۴۸

پیش‌نیاز: ندارد

همین‌اکنون:-

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

اهداف کلی درس:

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:

مقدمه - هدف، تاریخچه، باند فرکانسی مورد استفاده، عمق مورد بررسی، زمینه‌های کاربردی، فرستنده‌ها یا گسیلنده‌های VLF.

فصل اول - ترازهای سیگنال و نوفه VLF

پارامترهای مؤثر در امواج رادیویی که با باند فرکانسی VLF منتشر می‌شوند، نوفه‌های جوی در محدوده فرکانسی VLF.

فصل دوم - پاسخ موج تخت از مدل زمین با لایه‌بندی افقی

نیم‌فضای همگن (امپدانس یا مقاومت ظاهری، میل موج (wave tilt))، نیم‌فضای همگن (میدان‌های زیر سطح زمین)، مدل زمین لایه‌ای (امپدانس یا مقاومت ظاهری در سطح زمین)، مدل زمین دولایه (میدان‌ها و جریان‌های زیر سطح زمین).

فصل سوم - پاسخ موج تخت از هدف‌های دو بعدی

قطبیدگی H و E، تماس قائم (قطبیدگی H)، تماس قائم (قطبیدگی E، زاویه میل و بیضویت)، تماس شیب‌دار، تماس قائم با روباره رسانا، منشور مدفون، دایک‌های قائم و ضخیم (رسانا و مقاوم)، دایک قائم و نازک (تغییر پاسخ با رسانایی)، دایک نازک (تغییر پاسخ با شیب)، دایک قائم (تغییر پاسخ با عمق)، دایک قائم پوشیده شده با روباره رسانا، دایک قائم با گسترش عمقی محدود، دایک‌های رسانای متعدد، دایک قائم و مقاوم، ساختارهای (Structures) روباره و سنگ کف، بی‌هنجاری‌های با قطبیدگی معکوس.

فصل چهارم - پاسخ موج تخت از اهداف سه‌بعدی

پاسخ میدان مغناطیسی، پاسخ میدان الکتریکی.

فصل پنجم - به‌کارگیری فرستنده‌ها یا گسیلنده‌های محلی

گسیلنده دوقطبی الکتریکی متصل به زمین، گسیلنده حلقه بزرگ.

فصل ششم - روش‌های پردازش داده‌ها و تفسیر نتایج

اثر توپوگرافی بر روی پاسخ میدان مغناطیسی VLF، برگردان داده‌ها به روش یک‌بعدی و دوبعدی، روش‌های فیلترینگ داده‌های VLF، آشنایی با نرم‌افزارهای موجود، روش‌های مدل‌سازی و تفسیر داده‌های VLF، تعیین پارامترهای مؤثر بر نتایج تفسیر.



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
-	✓ آزمون‌های نوشتاری:	-	-
	✓ عملکردی:		

فهرست منابع:

1. Nabighian, M. N., Ed., 1991, Electromagnetic Methods in Applied Geophysics: 1-2, Society of Exploration Geophysicists.
2. Kaufman, A. A., and Keller, G. V., 1981, The Magnetotelluric Sounding Method: Elsevier.
3. Watt, A. D., 1967, VLF Radio Engineering, Pergamon Press, New York.
4. Sengupta, D., 2014. Recent Trends in Modelling of Environmental Contaminants, Springer.
5. Berdichevsky, M. N., and Dmitriev, V. I., 2008, Models and Methods of Magnetotellurics, Springer.



فهرست مطالعات:

عنوان درس به فارسی: سیستم جهانی موضع یابی

عنوان درس به انگلیسی: Global Positioning System (GPS)

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:

اهداف رفتاری:

سرفصل درس:



مقدمه: مبدأ اندازه‌گیری، توسعه روش‌های تعیین موقعیت، تاریخچه سیستم تعیین موقعیت جهانی.

فصل اول - نظر اجمالی GPS

مفاهیم پایه، بخش فضا، بخش کنترل، بخش استفاده‌کننده، سیستم‌های مراجع (مقدمه، سیستم‌های مختصات، سیستم‌های زمانی)، مدارهای ماهواره (مقدمه، توصیف‌مدار، تعیین‌مدار، بخش‌مدار)، سیگنال ماهواره (ساختار سیگنال، پردازش سیگنال).

فصل دوم - موقعیت مشاهده‌پذیر

به دست آوردن داده‌ها، ترکیب داده‌ها، تأثیرات جوی، تأثیرات مربوط به نسبیت، مسیرهای چندگانه، دور افت مرکزی فاز آنتن و تغییرات، ژئوئید، بیضوی چرخان، موقعیت بیضوی و برگردان مشاهدات، جو به اختصار، مؤلفه‌های انتشار امواج، اثرهای یون سپهری بر روی نقاط مشاهده‌پذیر GPS، اثرات ترپسفری بر روی نقاط مشاهده‌پذیر GPS، مسیرهای چندگانه و مرکز فاز.

فصل سوم - اندازه‌گیری به وسیله GPS

مقدمه، برنامه‌ریزی یک اندازه‌گیری GPS، روش اندازه‌گیری، پردازش داده‌ها، گزارش اندازه‌گیری، مدل‌های 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 داده‌ها

مؤلفه‌ها، مدل‌های تصادفی (Stochastic) و ریاضی، انتشار میانگین و واریانس - کوواریانس، معادله مشاهدات و مدل‌های معادله شرط، پارامترهای وزن‌دار و شرایط بین پارامترها، تعدیل‌های کمینال و قیدی، تعدیل‌های کمترین مربعات، تعدیل آشکارسازی بلاندر، پردازش داده، تطبیق فیلترکردن و هموارنمودن، تطبیق‌کردن مدل‌های 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: 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: ✓	

