



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

(تغییر عنوان)

دوره : کارشناسی ارشد

رشته : ژئوفیزیک

گرایش : ژئو مغناطیس

گروه : علوم پایه



مصوبه جلسه شماره ۸۶ مورخ ۱۳۹۵/۰۹/۱۴

کمیسیون برنامه ریزی آموزشی



دانشگاه آزاد اسلامی

سازمان مرکزی

شماره: ۳۰,۲۹,۰۸۱

تاریخ: ۹۶,۵,۱۵

پیوست:

بسمه تعالی

بخشنامه به واحدها و مراکز آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی

**موضوع: تغییر عنوان و ابلاغ سرفصل بازنگري شده رشته ژئوفيزيك گرايش ژئومغناطيس
در مقطع کارشناسی ارشد**

سرفصل بازنگري شده دوره کارشناسی ارشد رشته ژئومغناطيس مصوب جلسه مورخ ۱۳۹۴/۳/۱۷ که در جلسه شماره ۸۶ مورخ ۱۳۹۵/۹/۱۴ وزارت علوم، تحقيقات و فناوري، به کارشناسی ارشد رشته ژئوفيزيك گرايش ژئومغناطيس تغيير عنوان داده است جهت بهره برداری در سایت مرکز برنامه ريزی 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 ۱۳۹۶-۱۳۹۷ برای دانشجویان ورودی سال ۱۳۹۶ و به بعد لازم الاجرا است. این برنامه جایگزین برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته ژئوفيزيك گرايش ژئومغناطيس مصوب جلسه ۱۱۷ مورخ ۱۳۶۶/۱۲/۲۲ شورای عالی برنامه ريزی آموزشی وزارت علوم، تحقيقات و فناوري می گردد.

علیرضا رهایی

معاون آموزشی و تحصيلات تکمیلی

۷۱



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: ژئومغناطیس

گروه: علوم پایه

کمیته: علوم زمین



نسخه بازنگری شده مورخ ۹۴/۳/۱۷

مصوبه جلسه شماره ۱۱۷ مورخ ۱۳۶۶/۱۲/۲۲ شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

عنوان برنامه: کارشناسی ارشد ژئومغناطیس

- ۱- با استناد به آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی مصوب ۱۳۷۹، برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد رشته ژئومغناطیس پیشنهادی کمیته علوم زمین دریافت و مورد تأیید قرار گرفت.
- ۲- برنامه درسی بازنگری شده فوق از تاریخ ۹۴/۳/۱۷ جایگزین برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته ژئوفیزیک گرایش مغناطیس سنجی مصوب جلسه شماره ۱۱۷ مورخ ۱۳۶۶/۱۲/۲۲ شورای عالی برنامه ریزی می شود.
- ۳- برنامه درسی مذکور از تاریخ ۹۴/۳/۱۷ 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- برنامه درسی مذکور برای دانشجویانی که بعد از تاریخ ۹۴/۳/۱۷ در دانشگاهها پذیرفته می شوند لازم الاجرا است.
- ۵- این برنامه درسی از تاریخ ۹۴/۳/۱۷ به مدت ۵ سال قابل اجراست و پس از آن قابل بازنگری است.



عبدالرحیم نوده ابراهیم

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم تحقیقات و فناوری

مشخصات کلی، برنامه آموزشی و سرفصل دروس

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: ژئومغناطیس

گروه: علوم پایه



بهمن ۱۳۹۳

فصل اول



به نام خدا

برنامه دوره کارشناسی ارشد ژئومغناطیس

مقدمه

ژئوفیزیک علم مطالعه زمین با استفاده از روشهای کمی فیزیکی مانند روشهای الکتریکی، الکترومغناطیسی، رادیواکتیویته، زلزله‌شناختی، زمین‌گرمایی، گرانی‌سنجی، لرزه‌ای و مغناطیسی است. با توجه به اهمیت و ضرورت توسعه علم ژئوفیزیک، اتحادیه بین‌المللی علوم (IUS) از ژانویه ۱۹۵۷ تا دسامبر ۱۹۵۸ را سال ژئوفیزیک نامید و از تمامی کشورها همکاری جهانی برای توسعه و پیشبرد این علم را درخواست نمود. در راستای تحقق این هدف، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران در سال ۱۹۵۷ میلادی مطابق با ۱۳۳۶ هجری شمسی به همت والای مرحوم استاد کشی افشار پایه‌گذاری شد. دوره کارشناسی ارشد ژئومغناطیس یک برنامه آموزشی و پژوهشی شامل دروس نظری، عملی و کار پژوهشی است، که با رشته‌های ژئوفیزیک-ژئوالکتریک و ژئوفیزیک-گرانی‌سنجی حدود ۲۵ درصد همپوشانی دارد. با توجه به ذخایر گسترده زیرزمینی در کشور و نیاز به اکتشاف این ذخایر در راستای نیل به استقلال اقتصادی، خودکفایی و توسعه صنعتی کشور از یک سو و نیاز کشور به نیروهای متخصص از سوی دیگر، ضرورت و اهمیت این رشته در مقطع کارشناسی ارشد روشن می‌گردد.

داوطلبان این رشته می‌توانند از کلیه رشته‌های علوم انسانی، هنر، فنی و مهندسی، علوم پایه و کشاورزی باشند. بدیهی است داوطلبان پس از ورود به دوره کارشناسی ارشد ژئومغناطیس، ملزم به گذراندن دروس کمبود براساس آئین‌نامه کارشناسی ارشد و تشخیص کمیته تخصصی مربوطه هستند. طول دوره کارشناسی ارشد حداکثر ۳ سال است. شکل نظام نیم‌سال است و هر سال تحصیلی شامل دو نیم‌سال و هر نیم‌سال ۱۶ هفته است.



اهداف دوره

هدف این دوره ایجاد رشد علمی و بهره‌وری از آن در زمینه‌های مغناطیس‌سنجی است. دانش‌آموختگان این رشته قادر خواهند بود مهارت‌های علمی و عملی لازم را بگونه‌ای کسب نمایند که علاوه بر آمادگی برای تحصیلات تکمیلی فراتر، بتوانند با استفاده از تجارب و مطالعات موجود در این زمینه، برای حل مسائل فیزیک زمین به پژوهش‌های بنیادی و کاربردی در زمینه‌های مختلف شامل تحقیقات علوم زمین، اکتشاف ذخایر زیرزمینی و طرح‌های مهندسی بپردازند.

توانایی‌ها، مهارت‌ها و احراز مشاغل دانش‌آموختگان

دانش‌آموختگان دوره کارشناسی ارشد ژئومغناطیس قادر هستند در مؤسسات آموزش عالی یا سازمانها و وزارتخانه‌های مختلف نظیر، نفت، کشور، نیرو، مسکن و شهرسازی، جهاد کشاورزی، صنعت، معدن و تجارت، انرژی اتمی و شرکتهای خدماتی مهندسی مشاور فعالیت نموده و به انجام امور زیر بپردازند:

- مشارکت در آموزش دروس ژئوفیزیک.
- مشارکت در اجرای پژوهش‌های ژئوفیزیکی، تهیه و ارائه مقالات علمی.
- انجام عملیات ژئوفیزیکی و پردازش و تفسیر داده‌ها.
- سرپرستی، نظارت و مشارکت در برنامه‌ریزی گروه‌های پژوهشی و عملیات ژئوفیزیکی.

شرایط لازم برای اجرا

اجرای این رشته در دانشگاههایی امکان‌پذیر است که حداقل دارای دو نیروی متخصص با درجهٔ دکتری ژئوفیزیک در زمینه ژئومغناطیس بوده و تجهیزات مورد نیاز از دستگاه‌های مغناطیس‌سنجی نظیر مغناطیس‌سنج پروتون، فلاکس‌گیت (روزنه‌شار)، مگنتوتلوریک، دستگاه‌های وامغناطگر، دستگاه‌های پذیرفتارسنج مغناطیسی را دارا باشند. وجود آزمایشگاه مستقل و رصدخانه مغناطیسی برای این منظور ضرورت دارد.



دروس دوره کارشناسی ارشد ژئومغناطیس

تعداد کل واحدهای درسی این دوره ۳۲ واحد به شرح زیر است:

الف) دروس کمبود و پیشیاز	۱۱ واحد
ب) دروس الزامی	۱۲ واحد
ج) دروس اختیاری	۱۲ واحد
د) سمینار	۲ واحد
ه) پایان نامه	۶ واحد

فصل دوم



جدول دروس کمبود برای فارغ التحصیلان کارشناسی زمین‌شناسی و معدن

کد	نام درس	تعداد واحد	ساعات	
			نظری	عملی
۱۲۰	الکترومغناطیس	۳	۴۸	-
۱۲۱	روش‌های محاسبات عددی	۲	۲۲	-
۱۲۲	ریاضیات پیشرفته در ژئوفیزیک	۳	۴۸	-
۱۲۳	معادلات دیفرانسیل	۳	۴۸	-
	جمع			

جدول دروس کمبود برای فارغ التحصیلان کارشناسی فیزیک

کد	نام درس	تعداد واحد	ساعات	
			نظری	عملی
۱۲۴	زمین‌شناسی عمومی	۳	۲۲	۲۲
۱۲۵	زمین‌شناسی ساختاری	۳	۲۲	۲۲
۱۲۶	نقشه برداری	۳	۲۲	۲۲
۱۲۱	روش‌های محاسبات عددی	۲	۲۲	-
	جمع			

۴- دروس کمبود برای دانشجویان ورودی کارشناسی ارشد ژئومغناطیس با مدرک کارشناسی غیر از زمین‌شناسی، معدن و فیزیک، با توجه به نوع مدرک کارشناسی بر اساس نظر گروه آموزشی از دروس جداول فوق تعیین خواهد شد.

۵- چنانچه دانشجویی برخی از دروس فوق را در دوره کارشناسی با نمره قبولی گذرانده باشد، با تأیید شورای تحصیلات تکمیلی گروه از انتخاب آن معاف می‌گردد.



جدول دروس الزامی

کد	نام درس	تعداد واحد	ساعات		جمع
			نظری	عملی	
۱۲۸	ژئومغناطیس ۱	۲	۳۲	-	۳۲
۱۴۱	ژئومغناطیس ۲	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۱۴۲	اکتشاف به روش مغناطیسی	۲	۳۲	-	۳۲
۱۴۶	مغناطیس سنگ‌ها و دیرینه‌مغناطیس	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۱۳۰	اکتشاف به روش EM	۲	۳۲	-	۳۲



جدول دروس اختیاری

کد	نام درس	تعداد واحد	ساعات		جمع
			نظری	عملی	
۱۳۴	*تحلیل سری های زمانی ژئوفیزیکی	۳	۴۸	-	۴۸
۱۲۷	*ژئوالکترونیک	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۱۳۲	*مبانی گرمایی سنجی	۲	۱۶	۳۲	۴۸
۱۳۵	تنوری پتانسیل	۲	۳۲	-	۳۲
۱۳۷	زلزله شناسی ۱	۲	۱۶	۳۲	۴۸
۱۴۴	ژئوفیزیک هواپرد	۲	۳۲	-	۳۲
۱۴۸	روش های وارون در پردازش داده های ژئوفیزیکی	۲	۳۲	-	۳۲
۱۳۱	اکتشاف به روش IP	۲	۱۶	۳۲	۴۸
۱۴۹	پیش نشانگرهای مغناطیسی و الکترومغناطیسی زلزله	۲	۳۲	-	۳۲
۱۵۰	لرزه شناسی	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۱۵۱	اکتشاف به روش مقاومت ویژه	۳	۳۲	۳۲	۶۴
۱۳۳	چاه بیمایی	۲	۳۲	-	۳۲
۱۴۰	اکتشاف به روش گرمایی	۳	۳۲	۳۲	۶۴

دانشجو باید ۱۲ واحد دروس اختیاری از جدول فوق اخذ کند.

*اختیاری-الزامی



فصل سوم



عنوان درس به فارسی: الکترومغناطیس
عنوان درس به انگلیسی: (Electromagnetics)

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۴۸

نوع درس: نظری

نوع واحد: کمبود

پیش‌نیاز: ریاضیات پیشرفته در ژئوفیزیک و معادلات دیفرانسیل

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

اهداف کلی درس: آشنایی با علم الکترومغناطیس

اهداف رفتاری: آشنایی با میدان الکتریکی و مغناطیسی، قوانین کولن، بیوساوار و امپر و کاربرد آنها، معادلات ماکسول، معادلات موج و انتشار آنها در محیط‌های مختلف.



سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - آنالیز برداری

جمع و تفریق برداری، ضرب بردارها، دستگاههای مختصات متعامد، انتگرالهای شامل توابع برداری، گرادیان، دیورژانس، قضیه دیورژانس، کرل، قضیه استوکس، دو اتحاد صفر، قضیه هلمهولتز.

فصل دوم - میدان الکتریکی

قانون کولن، قانون گوس و کاربردهای آن، پتانسیل الکتریکی، هادی‌ها در میدان الکتریکی ساکن، دی‌الکتریک‌ها در میدان الکتریکی ساکن، چگالی شار الکتریکی و ضریب دی‌الکتریک، شرایط مرزی میدان‌های الکتریکی ساکن، ظرفیت و خازن‌ها (محاسبه ظرفیت خازن‌های تخت، استوانه‌ای و کروی)، اتصال سری و موازی خازن‌ها، ظرفیت در سیستم‌های شامل چند هادی، محافظت الکتریسیته ساکن، انرژی و نیروهای الکتریسیته ساکن.

فصل سوم - حل مسائل الکتریسیته ساکن

معادلات پواسن و لاپلاس، مسائل مقادیر مرزی در دستگاه مختصات دکارتی، مسائل مقادیر مرزی در دستگاه مختصات کروی و استوانه‌ای، روش تصاویر.

فصل چهارم - جریانهای الکتریکی دائم

جریان و چگالی جریان، قانون اهم، معادله پیوستگی، اتلاف توان و قانون ژول، شرایط مرزی چگالی جریان و محاسبه مقاومت.

فصل پنجم - میدان مغناطیسی ساکن

اصول موضوعی مغناطیس ساکن، پتانسیل مغناطیسی برداری، قانون بیوساوار و کاربردهای آن، دوقطبی مغناطیسی،

مغناطش و چگالی جریان معادل، شدت میدان مغناطیسی و نفوذپذیری، مدارهای مغناطیسی، رفتار مواد مغناطیسی، شرایط مرزی میدانهای مغناطیسی ساکن، اندوکتانسها و سلفها، انرژی مغناطیسی، نیروها و گشتاورهای مغناطیسی.

فصل ششم - میدان های مغناطیسی متغیر با زمان

قانون القای فارادی، قانون لنز و معادلات ماکسول و معادلات موج، شرایط مرزی الکترومغناطیس.

فصل هفتم - انتشار امواج الکترومغناطیسی تخت

امواج تخت در محیطهای بدون اتلاف و با اتلاف، بردار پویبنتینگ، برخورد های عمود و مایل موج تخت به مرز مسطح هادیها و دی الکتریکها، قطبش.

روش ارزیابی:

پ وزه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	آزمون های نوشتاری: ✓ عملکردی: ،	✓	✓

فهرست منابع:

1. Cheng, D. K., 1989, Field and Wave Electromagnetics, Addison.Wesley.
2. Jackson, J. D., 1975, Classical Electromagnetism, John Wiley & Sons.
3. Lonngren, K. E., 1997, Electromagnetics with MATLAB, Cambridge International Science Publishing.
4. Reitz, J. R., Milford, F. J., and Christy, R. W., 1979, Foundations of Electromagnetics Theory, Addison.Wesley.
5. Stratton, J. A., 1941, Electromagnetic Theory, McGraw.Hill.



عنوان درس به فارسی: روش‌های محاسبات عددی

عنوان درس به انگلیسی: (Numerical Computations Methods)

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری

نوع درس: نظری

نوع واحد: کمبود

پیش‌نیاز: -

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

اهداف کلی درس: آشنایی با روش‌های محاسبات عددی

اهداف رفتاری: آشنایی با حل عددی مشتقات، انتگرالها و معادلات دیفرانسیل معمولی و معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی. درک

دقیق روشهای عددی نظیر تفاضلهای متناهی و اجزاء متناهی، کاربرد کامپیوتر و برنامه نویسی در روشهای فوق.

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - مقدمه

کاربرد کامپیوتر در تحلیل عددی، خطاها، معادلات غیرخطی، روش نیوتن، رافسون، روش وتر.

فصل دوم - درون‌یابی و برازش منحنی

مسئله درون‌یابی، چند جمله‌ای‌های لاگرانژ، تفاضلهای تقسیم‌شده، درون‌یابی به روش اسپلاین، تقریب چندجمله‌ای،

تقریبهای کمترین مربعات، منحنی‌های بی‌زیر (Bezier).

فصل سوم - مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری

مشتقات با استفاده از جدولهای تفاضلی، مشتقات مراتب بالاتر، انتگرال‌گیری عددی، قوانین نیوتن - کاتس (یک نقطه، دو

نقطه، سه نقطه)، دقت قوانین نیوتن، کاتس، قوانین تکرار، قوانین گوس، لژاندر (یک نقطه، دو نقطه، سه نقطه)، دقت قوانین گوس،

لژاندر، تغییر حدود انتگرال، انتگرالهای چندگانه.

فصل چهارم - حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی

مسئله جرم و فنر، روش سری تیلور، روش‌های اویلر و اصلاح شده آن، روش‌های رانگ، کوتا، روش‌های تکرار، روش

میلن، روش آدامز، مولتون، ملاکهای همگرایی.

فصل پنجم - روش اجزاء محدود

مفاهیم اولیه، روشهای باقیمانده وزنی Galerkin, Least Squares, Subdomain, Collocation اجزاء محدود

برای حل معادلات دیفرانسیل معمولی.



پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌تر	ارز یابی مستمر
✓	آزمون‌های نوشتاری: ✓	-	✓
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

1. Gerald, C. F., and Wheatley, P. O., 2002, Applied Numerical Analysis, Addison.Wesley.
2. Griffiths, D. V., and Smith, I. M., 1998, Numerical Methods for Engineers, McGraw.Hill.
3. Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., and Flannery, B. P., 1992,
4. Numerical Recipes in FORTRAN, the Art of Scientific Computing, Cambridge University Press.
5. Ueberhuber, C. W., 1997, Numerical Computation Methods, Software and Analysis, Springer.
6. Yakowitz, S., and Szidarovszky, F., 1989, An Introduction to Numerical Computations, McMillan Publishing Company.



عنوان درس به فارسی: ریاضیات پیشرفته در ژئوفیزیک
عنوان درس به انگلیسی: (Advanced Mathematics in Geophysics)



تعداد واحد: ۳
تعداد ساعت: ۴۸ ساعت
نوع درس: نظری
نوع واحد: کمبود
پیش‌نیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ تدارک ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○
اهداف کلی درس: آشنایی با مفاهیم اساسی ریاضیات کاربردی در ژئوفیزیک
اهداف رفتاری: درک صحیح توابع اساسی و کاربردی در ژئوفیزیک، آشنایی کامل با قضایای انتگرالی، درک کامل سری و تبدیل فوریه و کاربرد آنها، آشنایی با تبدیلات لاپلاس، هیلبرت.

سرفصل درس:
فصل اول - مقدمه

تابع و حالات خاص توابع، بررسی حالات خاص توابع (زوج و فرد، متعامد، مختلط، علی)، توابع ویژه در ژئوفیزیک (هوی ساید، دلتای دیراک، گاما، بسل، لواندر)

فصل دوم - مروری بر انتگرال‌ها

انتگرال خط، انتگرال سطح توابع برداری، موارد کاربردی انتگرال‌های سطح، قضیه استوکس، قضیه گرین در سطح، گرادیان، دیورژانس، کرل، انتگرال حجم، قضیه دیورژانس.

فصل سوم - دستگاهها

تعریف دستگاهها، بررسی عمل جمع و ضرب روی دستگاهها، قرارداد جمع دستگاهها، بررسی چند دستگاه خاص، دترمینان، مشتق دستگاهها، تبدیل‌های مجاز، تانسور، تانسورهای دکارتی، خاصیت تعامد.

فصل چهارم - سری و تبدیل فوریه

سری فوریه، طیف‌های فوریه (طیف دامنه، طیف فاز)، شرایط دیریکله، سری فوریه توابع متقارن، سری فوریه مختلط، تبدیل فوریه، تبدیل فوریه معکوس، تبدیل فوریه توابع خاص، تبدیل فوریه گسسته، تبدیل فوریه یک سری تابع دلتا، تبدیل فوریه دوبعدی و تبدیل فوریه سریع.

فصل پنجم - تبدیل‌کننده‌ها

کانولوشن، خواص کانولوشن، تبدیل هیلبرت، تبدیل لاپلاس، قضایای تبدیل لاپلاس، بررسی لاپلاس چند تابع خاص، تبدیل لاپلاس معکوس، کاربرد تبدیل لاپلاس برای حل معادلات دیفرانسیل.

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

فهرست منابع:

1. Powers, D. L., Boundary Value Problems And Partial Differential Equations, sixth edition, Academic Press, 2001.
2. Arfken, G.B and Weber, H.J, Mathematical methods for physicists, six edition, Elsevier, 2005
3. Haberman, R., Elementary Applied Partial Differential Equations, Prentice-Hall, Inc 1987
4. Gonzalez-Velasco, E., Fourier Analysis and Boundary Value Problems, Academic Press, 1995
5. Bath, M., 1974, Spectral Analysis in Geophysics, Elsevier
6. Bracewell, R. N., 2000, The Fourier Transform and its Application, McGraw-Hill.
7. Danielson, D. A., 1992, Vectors and Tensors in Engineering and Physics, Addison-Wesley.
8. Ramirez, R. W., 1985, The FFT Fundamentals and Concepts, Prentice-Hall.
9. Spiegel, M. R., 1989, Advanced Mathematics for Engineers and Scientists, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill.
10. Kreyszig, E., 1999, Advanced Engineering Mathematics, John Wiley & Sons. Inc.



عنوان درس به فارسی: معادلات دیفرانسیل
عنوان درس به انگلیسی: (Differential Equations)

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

نوع درس: نظری

نوع واحد: کمبود

پیش نیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: آشنایی با انواع معادلات دیفرانسیل معمولی و جزئی.

اهداف رفتاری: آشنایی کامل با معادلات دیفرانسیل اساسی و روش‌های مختلف حل آنها.

سرفصل درس:

فصل اول - مقدمه

مفاهیم اولیه و تعاریف، نحوه تشکیل معادله دیفرانسیل.

فصل دوم - معادلات دیفرانسیل مرتبه اول

طبقه بندی معادلات دیفرانسیل مرتبه اول، معادلات جداپذیر، معادلات همگن، معادلات کامل، عامل انتگرال‌ساز، معادلات

خطی، معادلات برنولی، معادلات قابل تبدیل به معادلات مرتبه اول.

فصل سوم - معادلات دیفرانسیل خطی

معادلات خطی مرتبه دوم، روش کاهش مرتبه، معادلات خطی مرتبه دوم همگن با ضرایب ثابت و کاربرد آن، معادلات

خطی ناهمگن با ضرایب ثابت، روش تغییر پارامترها، عملگر، معادلات خطی مرتبه n ، معادلات اویلر، کاربرد معادلات خطی.

فصل چهارم - جوابهای به صورت سری معادلات خطی مرتبه دوم

سریهای توانی، نقاط عادی و نقاط تکین، جواب به صورت سری در مجاورت یک نقطه عادی، جواب به صورت سری در

مجاورت یک نقطه تکین منظم.



فصل پنجم - توابع خاص

معادله لژاندر، تابع گاما، معادله بسل.

فصل ششم - دستگاه معادلات دیفرانسیل

دستگاههای مرتبه اول، دستگاههای خطی همگن با ضرایب ثابت، دستگاههای خطی ناهمگن با ضرایب ثابت، حل

دستگاههای خطی با روش حذفی.

فصل هفتم - تبدیل لاپلاس

تبدیل لاپلاس و خواص آن، تبدیل معکوس لاپلاس، کاربرد تبدیل لاپلاس در حل مسایل مقدار اولیه.

فصل هشتم - معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی

تعاریف، روش جداسازی متغیرها، کاربرد سری فوریه در حل معادلات.

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

1. Boyce, W., and Diproma, R. C., 1991, Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, John Wiley & Sons.
2. Folland, G. B., 1996, Introduction to Partial Differential Equations, Princeton University Press.
3. Jordan, D. W., and Smith, P., 1999, Nonlinear Ordinary Differential Equations, Oxford University Press.
4. Kevorkian, J., 2000, Partial Differential Equations: Analytical Solution Techniques, Springer Verlag.
5. Williamson, R. E., 1997, Introduction to Ordinary Differential Equations and Dynamical Systems, McGraw Hill.



عنوان درس به فارسی: زمین‌شناسی عمومی

عنوان درس به انگلیسی: (General Geology)

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری - ۳۲ ساعت عملی

نوع درس: ۲ واحد نظری - ۱ واحد عملی

نوع واحد: کمبود

پیش‌نیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد O ندارد O سفر علمی • کارگاه O آزمایشگاه • سمینار O

اهداف کلی درس: آشنایی با کلیات علم زمین‌شناسی

اهداف رفتاری: آشنایی با عوارض زمین‌شناختی، فرایندهای درونی، کانیها و سنگها

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول: کلیات

- شناخت سیستم زمین

تفاوتهای زمین با دیگر سیاره های سنگی منظومه شمسی، منشاء منظومه شمسی و زمین، زمین سیاره بویا، ساختار درونی زمین، پوسته، گوشته و هسته، سنگ گره و سست گره، ناپیوستگی های سرعتی، پوسته قاره ای و پوسته اقیانوسی، معرفی مقدماتی زمینساخت صفحه ای، اصل یونیفورمیتاریانیزم، شاخه های علوم زمین

- زمان زمین شناختی

برداشت های کهن از سن زمین، سن نسبی لایه ها و توده های سنگی (اصل برهم نهشت، رابطه سنی بر اساس بریدگی، ادخال، اثر گرمایی)، تقسیم بندی زمان زمین شناسی بدون سن مطلق (بر اساس فسیلها: تکامل گونه های حیاتی کهن)، سن یابی رادیومتریک و اضافه کردن سن مطلق به مقیاس زمان زمین شناسی، سن زمین

فصل دوم: کانی شناسی

کانی چیست، ساختار اتمی ماده، پیوندهای شیمیایی، شعاع اتمی و یونی، قوانین پائولینگ، عدد کوانتوم دیناسیون، پلی مورفیزم، ایزومورفیزم، محلول جامد، پایداری کانیها و واکنش های آنها در نمودارهای P-T و T-X، رده بندی کانیها، سختی، چگالی، خواص مغناطیسی، رسانایی الکتریکی، خواص نوری، سیلیکاتها، پلیمرتدگی و رده بندی ساختاری سیلیکاتها، معرفی چند کانی سیلیکات مهم از هر رده، غیر سیلیکاتها و رده بندی آنها، معرفی چند کانی مهم از رده های عناصر آزاد، سولفیدها، اکسیدها، هالیدها، کربناتها، سولفاتها، فسفاتها و براتها.



فصل سوم: سنگ شناسی

- فعالیت آتشفشانی و سنگهای آذرین

ماگما چیست، سازوکارهای ذوب سنگها و مکانهای تشکیل ماگما، انواع ماگما، ترکیب شیمیایی ماگما، نقش مواد فرار انحلال یافته در ماگما، درصد سیلیس و ویسکوزیته، علل تنوع سنگهای آذرین، تفریق ماگما، تبلور جزء به جزء سریهای واکنشی بوون، اشکال توده‌های آذرین نفوذی، فعالیت آتشفشانی و زمینساخت صفحه‌ای، نهشته‌های آتشفشانی، رده‌بندی و نامگذاری سنگهای آذرین بر اساس بافت و ترکیب شیمیایی و کانی‌شناختی.

- سنگهای رسوبی

دیاژنز و تشکیل سنگهای رسوبی، رده‌بندی سنگهای رسوبی، سنگهای آواری، سنگهای بیوشیمیایی، سنگهای تبخیری.

- سنگهای دگرگونی

علل دگرگونی، عوامل فیزیکی و شیمیایی، انواع دگرگونی، بافت سنگهای دگرگونی، رخساره‌های دگرگونی (رده‌بندی بر اساس P-T)، دگرگونی ناحیه‌ای، دگرگونی مجاورتی، اسکارن، دگرگونی و زمینساخت صفحه‌ای.

فصل چهارم - فرایندهای درونی

- زمین لرزه

توزیع جهانی رومرکزها و رابطه آن با مرز صفحه‌های تکتونیکی، توزیع عمق کانونی و رابطه با مرز صفحه‌ها، سازوکار زمینلرزه‌ها.

- مغناطیس زمین

میدان مغناطیسی زمین، مغناطش سنگهای آتشفشانی، مغناطش سنگهای رسوبی، قطبیت مغناطیسی و واژگونی آن، مغناطیدگی در پوسته اقیانوسی، فرضیه گسترش بستر اقیانوس، دیرینه مغناطیس، سرگردانی قطبی و مهاجرت قاره‌ها، فرضیه رانه قاره‌ای.

فصل پنجم - فرایندهای بیرونی

- هوازدگی (شیمیایی و مکانیکی)

تشکیل خاک و رسوب، حرکت توده‌ای (علت‌های حرکت، رده‌بندی حرکت‌های توده‌ای).

- حمل و نقل رسوبها و رسوبگذاری

عوامل حمل و نقل: آب (حمل توسط رودخانه‌ها به دریاها)، باد، یخچال؛ انواع رسوب، تخلخل، نفوذپذیری، محیط‌های رسوبی.

- چرخه آب و آبهای زیرزمینی

توزیع آب در زمین، چرخه آب در طبیعت، هیدرولوژی آبهای سطحی، آبهای زیرزمینی، سطح ایستابی، آب‌خوان، جریان آب زیرزمینی، قانون داری، استفاده از آبهای زیرزمینی، افت سطح ایستابی، عمل آبهای زیرزمینی (انحلال کربنات‌ها، تشکیل غارها، کارست، چاههای کارستی)، کیفیت آب، آلودگی آب.

عملی:

آشنایی و مطالعه کانی‌ها و سنگ‌ها در آزمایشگاه، مشاهده پدیده‌های زمین‌شناسی در صحرا

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

- 1- Dexter, P., 2001, Mineralogy, Prentice-Hall.
- 2- Klein, C., and Hurlbut Jr., C. S., 1999, Manual of Mineralogy, John Wiley & Sons.
- 3- Press, F., Siever, R., Grotzinger, J., and Jordan, T., 2004, Understanding Earth, Freeman and Company.
- 4- Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K., and Tasa, D., 2004, Earth: An Introduction to Physical Geology, Merrill.
- 5- Wyllie, P. J., 1976, The Way the Earth Works, John Wiley & Sons.
- ۶- مُر. ف. (مترجم)، ۱۳۸۵، زمین‌شناسی فیزیکی، چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه شیراز؛ ۱۵۵.



عنوان درس به فارسی: زمین‌شناسی ساختاری
عنوان درس به انگلیسی: (Structural Geology)

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری - ۳۲ ساعت عملی

نوع درس: نظری - عملی

نوع واحد: کمبود

پیش‌نیاز: -

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

اهداف کلی درس: آشنایی با ساختارهای زمین‌شناختی و تحلیل آنها.

اهداف رفتاری: آشنایی با ساختارها، روابط تنش و کرنش

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - مقدمه

زمین‌شناسی ساختاری و زمین‌ساخت، تنش، بیضوی تنش، نمودار مور، کرنش، رابطه تنش و کرنش، قانون هوک، عوامل مؤثر در تغییر شکل سنگها.

فصل دوم - زمین ساخت صفحه‌ای

مشخصه‌های پوسته قاره‌ای و اقیانوسی، سپرها، پلاتفرم‌ها، رشته کوه‌ها، فلات‌های پرخاسته، کافت‌های قاره‌ای، جزیره‌های ایتشفشانی بدون رابطه با فرورانش، کمانهای جزیره‌ای، حاشیه قاره‌ها، حوضه‌های رسوبی اقیانوسی، محورهای میان اقیانوسی، دراز گودال‌ها، پوسته‌های جنب و آرام، کوهزایی، خشکی زائی، نظریه زمین ساخت صفحه‌ای، جابجانی قاره‌ها، گسترش کف اقیانوسها و سازوکار آن، انواع مرز صفحات (امتداد لغز، همگرا، واگرا)

فصل سوم - ساخت های زمین شناسی

چین‌ها، شکستگی‌ها، درزها، گسل‌ها، سازوکار گسل‌ها، ساخت‌های خطی، ساختهای غیرتکتونیکی، ناپیوستگی‌ها، تعیین سن نسبی رخدادهای تکتونیکی، ساختهای اولیه و ثانویه.

عملی:

آشنایی با نقشه‌های توپوگرافی، عکسهای هوایی و نقشه‌های زمین‌شناسی، ارتباط هندسی همبندی‌های نقشه‌های زمین ساختی، تهیه مقاطع زمین‌شناسی از روی نقشه‌های زمین‌شناسی و خطوط تراز، طرز کار با کمپاس، طرز کار با استریونت به منظور تحلیل ساختها.



روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

1. Davis, G. H., and Reynolds, S. J., 1996, Structural Geology of Rocks and Regions, John Wiley & Sons.
2. Price, N. J., and Cosgrove, J. W., 1990, Analysis of Geological Structures, Cambridge University Press.
3. Ragan, D. M., 1985, Structural Geology: An Introduction to Geometrical Techniques, John Wiley & Sons.
4. Ramsay, J. G., and Huber, M. I., 1983, The Techniques of Modern Structural Geology, Vol. 1, Strain Analysis, Academic Press.
5. Ramsay, J. G., and Huber, M. I., 1987, The Techniques of Modern Structural Geology , Vol. 2, Folds and Fractures. Academic Press.



عنوان درس به فارسی: نقشه برداری

عنوان درس به انگلیسی: (Surveying)

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری - ۳۲ ساعت عملی

نوع درس: نظری - عملی

نوع واحد: کمبود

پیش نیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد • ندارد ◯ سفر علمی ◯ کارگاه ◯ آزمایشگاه ◯ سمینار ◯

اهداف کلی درس: -

اهداف رفتاری: -

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - مقدمه

هدف از عملیات نقشه برداری و کاربرد آن، اشتباه، خطا و انواع آن، تصحیحات، سیستمهای مختصات، طول و عرض

جغرافیایی.

فصل دوم - تعیین طول

وسایل مورد نیاز برای تعیین طول، اندازه گیری طول به روشهای مختلف، استادیومتری، خطا در تعیین طول و تصحیح آن.

فصل سوم - تعیین ارتفاع

وسایل مورد نیاز برای تعیین ارتفاع، اصول ترازبایی، محاسبات ترازبایی و سرشکن کردن خطاها.

فصل چهارم - پیمایش

تنودولیت و زوایای افقی و عمودی، اقسام پیمایش، محاسبه زاویه و طراحی چند ضلعی های باز و بسته، خطاها و سرشکن

کردن آنها.

فصل پنجم - سطوح هم پتانسیل

ژئوئید، تعریف بیضوی گون، سطح مینا، سطح فیزیکی.

فصل ششم - سنجش از دور

عکسهای هوایی و کاربرد آن، منحنی بازتاب طیفی عوارض اصلی زمین، اثرات اتمسفر زمین، مشخصه مینایی داده های

تصویری رقمی، قدرت تفکیک فضایی از یک منظره زمینی، داده های رستر و برداری، اصول تعبیر و تفسیر عکسهای هوایی، GPS و

کاربرد آن.



کار عملی -

آشنایی با دستگاههای نقشه برداری، اندازه گیری طول، تراز یابی، محاسبه چند ضلعی بسته، آشنایی با دیستومات و توتال استیشن.

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

- ۱- نوبخت، ش.، ۱۳۷۲، نقشه برداری، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.
- ۲- مالمیریان، ح.، ۱۳۸۱، اصول و مبانی سنجش از دور و تعبیر و تفسیر تصاویر هوایی و ماهواره‌ای، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- ۳- صالح آبادی، غ.، ۱۳۸۰، GPS و کاربرد آن، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- 4- Brinker, R. C., and Wolf, P. R., 1994, Elementary Surveying, Harper Collins College Publishers.
- 5- Nathanson, J. A., and Kissam, P., 1988, Surveying Practice, McGraw-Hill.



عنوان درس به فارسی: ژئومغناطیس ۱

عنوان درس به انگلیسی: (Geomagnetism I)

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری

نوع درس: نظری

نوع واحد: الزامی

پیش‌نیاز: الکترومغناطیس، ریاضیات پیشرفته در ژئوفیزیک و معادلات دیفرانسیل

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

اهداف کلی درس: آشنایی با علم ژئومغناطیس

اهداف رفتاری: آشنایی با میدان مغناطیسی زمین و مولفه‌های آن در هر نقطه از سطح زمین، تغییران میدان مغناطیسی و دستگاه

های اندازه‌گیری میدان و اکتشافات مغناطیسی

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - میدان اصلی

پتانسیل و میدان دو قطبی مغناطیسی، تجزیه میدان به مؤلفه‌های آن، قطبهای مغناطیسی کره زمین، ماده در میدان مغناطیسی، واحدها، منحنی همسترزبس، طبقه‌بندی مواد، آزمایش گوس، هارمونیک‌های کروی و ضرایب گوس، علل مغناطیس بودن کره زمین، تئوری دینام مغناطیسی، مگنتوهیدرو دینامیک.

فصل دوم - تغییرات میدان مغناطیسی

تغییرات طولانی میدان، تغییرات زودگذر، فصول ژئومغناطیسی، رصدخانه‌های مغناطیسی، اندیس‌های مغناطیسی، طوفان مغناطیسی، شفق قطبی، تقسیم سطح از استوا تا قطب به ۳ منطقه.

فصل سوم - حرکت ذرات باردار

در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، انواع حرکت‌ها، فیزیک پلاسما، کمربندهای وان آلن.

فصل چهارم - یونسفر

جریانهای الکتریکی یونسفر، رابطه یونسفر با تغییرات میدان مغناطیسی، روشهای مطالعه یونسفر.

فصل پنجم - دستگاههای اندازه‌گیری

در رصدخانه‌ها، در اکتشافات، در دیرینه مغناطیس.

فصل ششم - اکتشاف به روش مغناطیسی

روشهای برداشت داده‌ها، پردازش داده‌ها، تفسیر داده‌ها.



فصل هفتم - مغناطیس سنگها و دیرینه مغناطیس

تعاریف فیزیکی، بازماندهای مغناطیسی، دیرینه مغناطیس، وارونگی میدان، کاربردهای دیرینه مغناطیس.

فصل هشتم - مغناطیس فضائی

مگنتوسفر، خورشید باد.

فصل نهم - هدایت الکتریکی لایه های کره زمین

ضریب هدایت الکتریکی، شارگرمایی، تغییرات شعاعی هدایت الکتریکی و مدل‌های رایج شده، تغییرات جانبی هدایت الکتریکی (اکتشاف به روش EM).

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

1. Campbell, W. H., 2003, Introduction to Geomagnetic Fields, Cambridge University Press.
2. Merrill, R. T., McElhinny, M. W., and McFadden, P. L., 1998, The Magnetic Field of the Earth, Academic Press.
3. Parkinson, W.D., 1983, Introduction to Geomagnetism, Elsevier.
4. Chapman, S., and Bartels, J., 1940, Geomagnetism Vols. 1 and 2, Oxford University Press.
5. Lanza, R. and Antonio Meloni, 2006, The Earth's Magnetism, Springer.
6. Jacobs, J. A., 1989, Geomagnetism, Vols. 1, 2 and 3, Academic Press.



عنوان درس به فارسی: ژئومغناطیس ۲
عنوان درس به انگلیسی: (Geomagnetism 2)



تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری - ۳۲ ساعت عملی

نوع درس: نظری - عملی

نوع واحد: الزامی

پیش‌نیاز: ژئومغناطیس ۱

آموزش تکمیلی عملی: دارد • ندارد O سفر علمی O کارگاه O آزمایشگاه O سمینار O

اهداف کلی درس: آشنایی با منشأی میدانهای مغناطیسی داخل و خارج زمین و مغناطیس فضایی.

اهداف رفتاری: کاربرد تحلیل هماهنگ‌های کروی در ژئومغناطیس، مگنتوهیدرودینامیک، پلاسما و مغناطیس‌سپهر.

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول- هارمونیک‌های کروی

حل معادله لاپلاس در مختصات کروی، چند جمله‌ای‌های لژاندر، چند جمله‌ای‌های اشمیت، فرمول Rodrigues، پتانسیل

در نقطه‌ای در خارج کره و در نقطه‌ای واقع در سطح کره، بسط $\frac{1}{R}$ بر حسب چند جمله‌ای‌های لژاندر، تعریف μ^2 در بسط تابع $I(t)$

بر حسب سری $\Psi_{lk}(t)$ ، نمایش یک تابع دلخواه در روی یک کره، توابع (Tesseral, Sectorial, Zonal)، تابع اشمیت، ریشه‌های

$P_l^m(\theta)$ ، قضیه انتگرالی در هارمونیک‌های کروی، پتانسیل یک کره که سطح آن با چگالی δ_m پوشیده شده باشد، پتانسیل

مغناطیسی یک پخش جریان در یک لایه کروی نازک، تجزیه میدان مغناطیسی زمین به دو قسمت خارجی و داخلی، تعیین ضرایب

پتانسیل میدان، بسط پتانسیل مغناطیسی در حالت کلی، بسط پتانسیل برای نقاط خارج از کره زمین و مقایسه جملات بسط با

پتانسیل دو قطبی مرکزی (GAD) و با پتانسیل یک دو قطبی واقع در صفحه افقی، میدان غیر دو قطبی.

فصل دوم - تغییرات طولانی میدان مغناطیسی زمین

تغییرات طولانی، ضرایب هارمونیک تغییرات طولانی، منشأ تغییرات طولانی، مگنتوهیدرودینامیک در داخل هسته، چهار

پدیده Nagata در مورد تغییرات طولانی، نمایش تغییرات طولانی با نقشه‌های isoporic.

فصل سوم - مگنتوهیدرودینامیک و دینام مغناطیسی

معادله حرکت، معادله پیوستگی، معادله حالت، معادلات اساسی MHD، مگنتوهیدرودینامیک (M.H.D)، معادله Navier-

Stokes، معادله القای مغناطیسی، خطوط نیروی منجمد، میدانهای Toroidal and Poloidal، امواج آلفن، منشأهای انرژی،

معادله پخش، معادله ترمودینامیکی ماکسول، مگنتوهیدروستاتیک، فشار و تنش مغناطیسی، مگنتوهیدروسیستماتیک، انجماد میدانهای

مغناطیسی، تغییر شکل و اتلاف میدانها، اتصال مجدد، دیناموی مگنتوهیدرودینامیکی، حفاظ دمای.

فصل چهارم - ذرات باردار در میدانهای الکترومغناطیسی

معادلات ماکسول در خلا، تبدیلهای معادلات میدان، قانون اهم، معادله انرژی در میدان الکترومغناطیسی، نیروی لورنتز و

چرخش، مفهوم مرکز راهنما، میدانهای الکتریکی و مغناطیسی متقاطع، میدانهای مغناطیسی ناهمگن، انواع رانش (گرادیانی، خمشی،

قطبشی، مغناطشی و ... و جریانهای توام با آنها، اولین، دومین و سومین ناوردهای بی دررو، بطریقه‌ها و آینه‌های مغناطیسی.

فصل پنجم - امواج پلازما

امواج مگنتوهیدرودینامیکی، تئوری آشوب، امواج آلفن، امواج مگنتوسونیک، امواج الکتروستاتیک در پلاسمای غیرمغناطیسی، نوسانات پلازما، امواج لانگمور، امواج یونی، امواج الکتروستاتیک در پلاسمای مغناطیسی، امواج الکترومغناطیسی در پلاسمای غیرمغناطیسی، امواج الکترومغناطیسی در پلاسمای مغناطیسی.

فصل ششم - یون سپهر

طرز تشکیل یون سپهر، ساختار یون سپهر، انواع رسانایی الکتریکی در یون سپهر، جریان‌های الکتریکی یون سپهر، قطبش یون سپهر، سامانه جریان Sq، برهمکنش یون سپهر، مغناطسپهر، رابطه یون سپهر با تغییرات میدان مغناطیسی، روش‌های مطالعه یون سپهر.

فصل هفتم - خورشید و باد خورشیدی

ساختار خورشید، جو خورشید، میدان مغناطیسی تاج خورشید، ویژگیهای باد خورشیدی، مدل‌های باد خورشیدی، میدان مغناطیسی بین سیاره‌ای IMF، امواج پلازما در فضای بین سیاره‌ای، امواج ضربه‌ای (shock waves) در باد خورشیدی، تئوری ضربه‌های MHD، ضربه‌های گذرا، ضربه‌های کمائی.

فصل هشتم - مغناطسپهر

میدان ژئومغناطیسی، دیناموی زمینی، ساختار مغناطسپهر، مغناطایست، مغناطدم، هلالهای قطبی، دم و کلاهکهای قطبی، مغناطپوش و ضربه کمائی، مغناطسپهر باز و مغناطسپهر بسته، مغناطسپهر ترکیبی، جریانهای الکتریکی مغناطسپهر (حلقوی، برکنند، دم، مغناطایست و ...). ذرات پرانرژی در مغناطسپهر، برهمکنش مغناطسپهر، یون سپهر، پلاسماسپهر، دستگاه‌های مختصات ژئوفیزیکی، مدلسازی مغناطسپهر، مغناطسپهر سایر سیارات (مریخ، مشتری، زحل، اورانوس و نپتون).

فصل نهم - هدایت الکتریکی زمین

مدل‌های ارائه شده، شار گرمایی زمین، ارتباط شار گرمایی با هدایت الکتریکی.

عملی:

اندازه گیری مؤلفه‌های میدان مغناطیسی زمین، ثبت تغییرات روزانه میدان مغناطیسی زمین، آشنایی با دستگاه مگنتومتر برونون، کار با دستگاه سوسیتیبیلیتی متر.



روش ارزیابی:

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

1. Chapman, S., and Bartels, J., 1940. Geomagnetism Vols. 1 and 2, Oxford University Press
2. Kallenrode, M., 2001, Space Physics: An Introduction to Plasmas and Particles in the Heliosphere and Magnetospheres. Springer,Verlag Berlin Heidelberg.
3. Jacobs, J. A., 1991, Geomagnetism, Vol 4, Academic Press.
4. Heikkila, W., 2011, Earth's Magnetosphere, Elsevier.
5. Baumjohann, W., Rudolf A. and Treumann, R. A., 1999, Basic Space Plasm Physics, Imperial College Press, 1999.
6. Parkinson, W.D., 1983, Introduction to Geomagnetism, Elsevier
7. Umran, I. and Marek G., 2011, Principles of Plasma Physics for Engineers and Scientists, Cambridge University Press.



عنوان درس به فارسی: اکتشاف به روش مغناطیسی

عنوان درس به انگلیسی: (Magnetic Exploration)

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری

نوع درس: نظری

نوع واحد: الزامی

پیش‌نیاز: ژئومغناطیس ۱

آموزش تکمیلی عملی: دارد • ندارد O سفر علمی O کارگاه • آزمایشگاه • سمینار O

اهداف کلی درس: آمادگی دانشجویان جهت انجام کلیه مراحل یک پروژه اکتشافات مغناطیسی.

اهداف رفتاری: آشنایی با طراحی اجرای عملیات ژئومغناطیسی و روشهای معمول تعبیر و تفسیر داده‌های ژئومغناطیس.

سرفصل درس:

فصل اول - مقدمه

تاریخچه، اهداف، مغناطیس زمین، تغییر میدان مغناطیسی زمین، خواص مغناطیسی سنگها، استفاده از پذیرفتاری مغناطیسی در اکتشافات.

فصل دوم - دستگاه‌های اندازه‌گیری

مغناطیس سنج پروتون، مغناطیس سنج فلاکس گیت، گرادبومترها، دستگاه اندازه‌گیری پذیرفتاری مغناطیسی.

فصل سوم - برداشت داده‌ها

شناسایی منطقه مورد مطالعه، طراحی پارامترهای عملیات، برداشت داده‌ها و نمایش آنها (رسم منحنی‌های پروفیل و پریندی).

فصل چهارم - پردازش داده‌ها

تصحیح داده‌ها، استفاده از فیلترهای مناسب (فراسو، فروسو، انتقال به قطب، ...).

فصل پنجم - اندازه‌گیری گرادبان

محاسبه یا اندازه‌گیری گرادبان‌های قائم و افقی.

فصل ششم - اندازه‌گیری‌های هوایی و دریایی

الف) هوایی

نوع پرواز، ارتفاع پرواز و فاصله بین خطوط، تعیین محل، موقعیت گیرنده.

ب) دریایی

تعیین طول پیمایش، فاصله بین خطوط پیمایش، تعیین عمق آب، موقعیت گیرنده.



فصل هفتم - تفسیر داده‌ها

الف) کیفی

تشخیص بی‌هنجاریه‌های مغناطیسی از روی منحنی‌های پروفیل و پربندی.

ب) کمی

مدلسازی پیشرو، مدلسازی وارون، روشهای تحلیلی، تبدیل هیلبرت، تبدیل لاپلاس، تبدیل وزتر، طیف انرژی.

فصل هشتم - مطالعات موردی

ذکر نمونه‌های کاربردی در اکتشافات مغناطیس‌سنجی.

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:



عنوان درس به فارسی: مغناطیس سنگها و دیرینه مغناطیس

عنوان درس به انگلیسی: (Rock Magnetism and Paleomagnetism)

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری - ۳۲ ساعت عملی

نوع درس: نظری - عملی

نوع واحد: الزامی

پیش نیاز: ژئومغناطیس ۱

آموزش تکمیلی عملی: دارد • ندارد O سفر علمی O کارگاه □ آزمایشگاه • سمینار O

اهداف کلی درس: آشنایی با روش های نمونه گیری، مغناطیس زدائی و تعیین قطب مغناطیسی.

اهداف رفتاری: به کارگیری دستگاههای دیرینه مغناطیس و وامغناطش، توانایی بررسی میدان مغناطیسی در گذشته و ارتباط دیرینه مغناطیس و تکتونیک صفحه‌ای.



سرفصل درس:

نظری:

الف) مغناطیس سنگها

فصل اول - مقدمه

مدل اتمی بوهر، منحنی هیستریزس، درجه حرارت کوری، دیامغناطیس، پارامغناطیس، فرومغناطیس، فری مغناطیس، پادفرومغناطیس، کانی‌های مغناطیسی (نمودار Ternary)، روشهای تشخیص کانی‌ها (مقاطع نازک، مقاطع صیقلی)، پذیرفتاری مغناطیسی، ناهمسانگردی مغناطیسی.

فصل دوم - بازماند مغناطیسی

TRM، NRM، زمان و اهلس، PTRM، درجه حرارت مسدود، انرژی‌های مغناطیسی در بلورها، حوزه‌های مغناطیسی (SD و MD)، میدان ضد مغناطیسی، VRM، DRM، سایر بازماندهای مغناطیسی (IRM، CRM و ...).

فصل سوم - دستگاههای اندازه گیری

جرخشی، استاتیک، اسکونید، وامغناطش AF، وامغناطش حرارتی، اندازه گیری پذیرفتاری مغناطیسی.

ب) دیرینه مغناطیس

فصل چهارم - عملیات آزمایشگاهی

نمونه برداری، دستگاه نمونه گیر، تعیین آزیسوت و زاویه میل با قطب‌نمای زمین‌شناسی یا قطب‌نمای آفتابی، محل نمونه برداری، تهیه مقاطع نازک، اندازه گیری و ترسیم جهات NRM، عملیات وامغناطش AF و حرارتی برای تعیین ChRM، نمودارهای Zijdeveld

فصل پنجم - قطب‌های مغناطیسی

دوقطبی مرکزی کره زمین، قطب‌های مغناطیسی کره زمین، برآورد دقت و پراکندگی جهات در دیرینه مغناطیس، منحنی‌های

حرکت قطب و مقایسه آنها (اروپا و آمریکا)، آزمایش‌های پایداری دیرینه‌مغناطیس.

فصل ششم - معکوس شدن جهت میدان مغناطیسی زمین

وارونگی جهت در سنگ (نظریه‌های Néel)، علت وارونگی میدان، سازوکار وارونگی، نمودار N و R در طی دورانه‌های زمین‌شناسی، نوارهای نرمال و وارونگی اطراف کوه‌های دریایی، تطابق بین راستای میدان و سنگ‌شناسی.

فصل هفتم - آمار در دیرینه‌مغناطیس

تجزیه و تحلیل دایره بزرگ، آمار فیشر، تخمین پراکندگی.

فصل هشتم - کاربردهای دیرینه‌مغناطیس

تغییرات طولانی میدان، پشته‌های میان اقیانوسی، گودال‌ها، جزایر قوسی، نوارهای مغناطیسی، نواحی فرورانش (Transform و Transcurrent)، حرکت قاره‌ها، گسترش کف اقیانوسها، زمین‌ساخت صفحه‌ای.

عملی: آموزش عملی برداشت مغزه‌های سنگی و کار با دریل، کار با دستگاه وامغناطش AF، کار با دستگاه وامغناطش حرارتی و قفس مغناطیسی، تعیین مغناطیس بازماند با استفاده از مغناطیس‌سنج چرخنده و فراگیری نرم‌افزارهای تعیین قطب.

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

1. Butler, R. F., 1992, Paleomagnetism: Magnetic Domains to Geologic Terranes, Blackwell Scientific Publication.
2. Collinson, D. W., 1985, Methods in Rock Magnetism and Paleomagnetism, Chapman and Hall.
3. Dunlop, D. J., 2001, Rock Magnetism, Cambridge University Press.
4. McElhinny, M.W., and Mc Fadden, P. L., 1999, Paleomagnetism, volume 73, Second edition: continents and oceans, Academic Press.
5. Tarling, D. H., 1971, Principles and Applications of Palaeomagnetism, Chapman and Hall.
6. Tauxe, L., Butler, R. F., Voo, R. V., and Banerjee, S. K., 2010, Essentials of paleomagnetism, University of California Press.



عنوان درس به فارسی: اکتشاف به روش EM

عنوان درس به انگلیسی: (Electromagnetic Exploration)

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری

نوع درس: نظری

نوع واحد: الزامی

پیش نیاز: الکترومغناطیس

آموزش تکمیلی عملی: دارد O ندارد • سفر علمی O کارگاه • آزمایشگاه O سمینار O

اهداف کلی درس: آشنایی با مفاهیم EM و کاربرد آن در اکتشافات.

اهداف رفتاری: به کارگیری روشهای EM در اکتشافات الکترومغناطیسی.

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - مقدمه

مبانی نظری، معادلات ماکسول (قانون فاراده، قانون آمپر)، معادلات کمکی و معادله موج، امواج EM در ژئوفیزیک، EM بر مبنای چشمه های طبیعی و مصنوعی.

فصل دوم - ترکیب میدانهای EM

ارتباط دامنه و فاز، قطبش بیضوی، القای متقابل، حوزه های IDEM و FDEM، میدان های اولیه و ثانویه، عمق نفوذ میدان های EM.

فصل سوم - دستگاه های اندازه گیری

مولدها، فرستنده ها، گیرنده ها، تقویت کننده ها، نمایشگرها (indicators)، سیستم های جبران کننده (compensating networks)، انواع دستگاه های EM



فصل چهارم - اندازه گیری پارامترها

الف) روشهای زمینی

اندازه گیری در حوزه فرکانس (زاویه شیب، صوت یک، خطوط موازی، فرستنده قائم ثابت، VLF, AFMAG)، اندازه گیری در حوزه فاز (سلینگرام، تورام)، اندازه گیری در حوزه زمان (پالس، سایروتم، UTEM).

ب) روشهای هوایی

اندازه گیری در حوزه فرکانس (مستطیلی، TurAir, VLF، سیم بلند)، اندازه گیری در حوزه فاز (DIGHEM)، AeroDat، اندازه گیری در حوزه زمان (INPUT).

فصل پنجم - روشهای EM در اکتشافات

مگنتوتلوریک، تلوریک، مگنتوتلوریک یا چشمه کنترل شده (CSAMT)، سونداژ زنی الکترومغناطیسی در حوزه های زمان

عنوان درس به فارسی: ژئوفیزیک هوایرد

عنوان درس به انگلیسی: (Airborne Geophysics)

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت

نوع درس: نظری

نوع واحد: اختیاری

پیش نیاز: الکترومغناطیس

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

اهداف کلی درس: آشنایی با روشها، مزیتها و معایب ژئوفیزیک هوایرد.

اهداف رفتاری: به کارگیری روشهای هوایرد به منظور اکتشافات ژئوفیزیکی.

سرفصل درس:

فصل اول - مقدمه

تاریخچه ژئوفیزیک هوایرد، انواع روشهای ژئوفیزیک هوایرد، مزیت و معایب هر روش.

فصل دوم - الکترومغناطیس هوایرد

دسته بندی سیستمهای AEM، EM در حوزه زمان، EM در حوزه فرکانس، VLF هوایرد، ملاحظات در طراحی

عملیات، انواع سیستمهای AEM، عملیات صحرائی، پردازش دادهها، تفسیر دادههای AEM، مدلسازی AEM.

فصل سوم - مغناطیس هوایرد

انواع مغناطیس سنجهای مورد استفاده در مغناطیس هوایرد، ملاحظات در طراحی عملیات و پرواز، تجهیزات، پردازش و

تصحیح دادههای هوایرد، روش فراسو و فرسوسو، گرادیانهای قائم و افقی، تفسیر و مدلسازی دادههای مغناطیس هوایرد.

فصل چهارم - گرانی سنجی هوایرد

تجهیزات گرانی سنجی مورد استفاده در عملیات هوایرد، طراحی عملیات، برداشت دادهها، پردازش و تصحیح دادهها،

تفسیر و مدلسازی دادههای گرانی سنجی هوایرد.

فصل پنجم - رادیومتری هوایرد

روش رادیومتری، تجهیزات مورد استفاده، طراحی عملیات، برداشت دادهها، پردازش دادهها، تفسیر و مدلسازی دادههای

رادیومتری هوایرد.



روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

1. Nabighian, M. N., 1992, Electromagnetic methods in applied geophysics. Society of Exploration Geophysicists.
2. Reford, M. S., 1961, Airborne magnetometer surveys for petroleum exploration. Aero Service Corp.
3. Telford, W. M., Geldart, L. P., and Sheriff, R. E., 1990, Applied Geophysics. Cambridge University Press.



عنوان درس به فارسی: روش های وارون در پردازش داده های ژئوفیزیکی

عنوان درس به انگلیسی: (Inversion methods in geophysical data processing)

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت

نوع درس: نظری

نوع واحد: اختیاری

پیش نیاز: روشهای محاسبات عددی

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

اهداف کلی درس: آشنایی با فرمولبندی روشهای وارون و انواع کلی مسائل وارون

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند روش وارونسازی را در مسائل مختلف ژئوفیزیکی به کار ببرد.

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - توصیف مسایل وارون:

رده بندی مسایل وارون، نمونه هایی از مسایل برآورد پارامتر، نمونه هایی از مسایل وارون فرمولبندی مسایل وارون، مسایل وارون خطی، نمونه هایی از فرمولبندی مسایل وارون، جوابهای مسایل وارون.

فصل دوم - نظریه احتمال:

نوفه و متغیرهای تصادفی، داده های همبسته، توابع متغیرهای تصادفی، توزیع گوسی، آزمون فرض آمار گوسی، فاصله های اطمینان.

فصل سوم - حل مسایل وارون گوسی خطی (روش طولی):

طول تخمین، معیارهای طول، کمترین مربعات برای یک خط راست، حل کمترین مربعات مساله وارون خطی، وجود جواب کمترین مربعات، مسایل نامتعین کامل، مسایل ترکیبی، معین، معیارهای وزنی طول به عنوان اطلاعات پیشینی، نمونه های دیگری از اطلاعات پیشینی، واریانس تخمین پارامترهای مدل، واریانس و خطای جواب کمترین مربعات.

فصل چهارم - حل مسایل وارون گوسی خطی (وارونهای تعمیم یافته):

جوابها و عملگرها، ماتریس تفکیک داده ها، ماتریس تفکیک مدل، ماتریس کوواریانس واحد، تفکیک و کوواریانس چند مساله وارون تعمیم یافته، معیارهای خوبی تفکیک و کوواریانس، مسایل وارون تعمیم یافته با تفکیک و کوواریانس خوب، تابع باکوس، گیلبرت، مساله وارون تعمیم یافته باکوس، گیلبرت برای مساله نامتعین، اندازه کوواریانس، ارزیابی تفکیک و واریانس.

فصل پنجم - حل مسایل وارون گوسی خطی (روشهای با احتمال پیشینه):

میانگین یک گروه اندازه گیری، جواب با احتمال پیشینه از مساله وارون خطی، توزیعهای پیشینی، احتمال پیشینه برای یک نظریه کامل، نظریه های ناکامل، حالت گوسی ساده با یک نظریه خطی، حات گوسی خطی عمومی، هم ارزی هر سه دیدگاه، آزمون F برای بهبود خطا.

فصل ششم - عدم یکتایی و میانگینهای متمرکز شده:

بردارهای صفر و عدم یکتایی، بردارهای صفر یک مساله وارون ساده، میانگینهای متمرکز شده پارامترهای مدل، روابط ماتریس تفکیک، میانگینها در برابر تخمینها، بردارهای میانگینگیر نایکتا و اطلاعات پیشینی.

فصل هفتم - کاربردهای فضای برداری:

فضای مدل و داده‌ها، تبدیلات هاوسهولدر، طراحی تبدیلات هاوسهولدر، حل مساله ترکیبی، معین، تجزیه مقدار تکین و وارون تعمیم یافته طبیعی، استخراج تجزیه مقدار تکین، ساده سازی قیدهای معادله و نامعادله خطی، قیدهای نامعادله.

فصل هشتم - مسایل وارون خطی و توزیع غیرگوسی:

نرمهای L_1 و توزیع نمایی، تخمین احتمال بیشینه میانگین یک توزیع نمایی، مساله خطی عمومی، حل مسایل نرم L_1 نرم L_2 و L_∞ .

فصل نهم - مسایل وارون غیرخطی:

پارامترسازی، پارامترسازی خطی، مساله وارون غیرخطی با داده‌های گوسی، حالت‌های خاص، همگرایی و عدم یکتایی مسایل غیرخطی L_1 ، توزیع غیرگوسی، روشهای بیشینه انتروپی.

فصل دهم - تحلیل فاکتوری:

مساله تحلیل فاکتور، بهنجارسازی و قیدهای فیزیکی، تحلیل فاکتوری مد Q و مد R ، تحلیل تابع متعامد.

فصل یازدهم - نظریه وارون پیوسته و توموگرافی:

مساله وارون باکوس، گیلبرت، ارزیابی تفکیک و واریانس، تقریب مسایل وارون پیوسته بعنوان مسایل گسسته، توموگرافی و نظریه وارون پیوسته، توموگرافی و تبدیل رادن (Radon)، قضیه فوریه، پساطراحی.

فصل دوازدهم - مسایل وارون نمونه:

مساله بهبود یک تصویر، طراحی فیلتر دیجیتال، تعدیل خطاهای متقاطع، مساله توموگرافی آکوستیک، توزیع دما در یک نفوذی آذری، برازش L_1 ، L_2 و L_∞ برای یک خط راست، تعیین میانگین مجموعه‌ای از بردارهای واحد، برازش منحنی گوسی، محل‌یابی زلزله، مسایل ارتعاش.

فصل سیزدهم - الگوریتمهای عددی:

حل مسایل متعین، وارونسازی ماتریس مربعی، حل مسایل نامتعین و بیش‌متعین، مسایل L_2 با قیدهای نامعادله‌ای، تعیین ویژه مقادیر و ویژه بردارهای یک ماتریس متقارن، تجزیه مقدار تکین یک ماتریس، روش ساده و مساله برنامه ریزی خطی.



فصل چهاردهم - کاربرد نظریه وارون در ژئوفیزیک:

محل‌یابی زلزله و تعیین سیاختر سرعت در زمین با استفاده از داده‌های زمان رسید، ساختار سرعت با استفاده از نوسانات آزاد و امواج سطحی لرزه‌ای، تضعیف لرزه‌ای، همبستگی سیگنالی، حرکت تک‌تونیگ صفحه‌ای، گرانی و ژئومغناطیس، القای الکترومغناطیسی و روش مگنتوتلوریک، چرخنده‌های اقیانوسی، تحلیل توابع هماهنگ، مساله کوشی برای معادله لاپلاس.

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

1. Menke, W., 2012. Geophysical Data Analysis: Discrete Inverse Theory Academic Press is an imprint of Elsevier.
2. Claerbout, J. F., 1992, Earth soundings analysis. Processing versus inversion: Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, 304 pp.
3. Ang, D. D., LE, V. K, GORENFLO, R.,and Dang Duc TRONG, 2002, Moment Theory and inverse problems in potential theory and heat conduction, Springer.
4. Gubbins, D., 2004, Time Series Analysis and Inverse Theory for Geophysicists Cambridge University Press.
5. Aster, R. C , Borchers, B., and Clifford Thurber ,2003 .Parameter Estimation and Inverse Problems.
6. Scales, J. A Smith, M. L., and Sven Treitel. 2001, Introductory Geophysical Inverse Theory, Samizdat Press.



عنوان درس به فارسی: اکتشاف به روش IP

عنوان درس به انگلیسی: (Induced Polarization Exploration)

تعداد واحد: ۲



تعداد ساعت: ۱۶ ساعت نظری - ۳۲ ساعت عملی

نوع درس: نظری - عملی

نوع واحد: اختیاری

پیش‌نماز: الکترومغناطیس

آموزش تکمیلی عملی: دارد O ندارد • سفر علمی O کارگاه • آزمایشگاه • سمینار O

اهداف کلی درس: آشنایی با مفاهیم IP و روشهای مختلف اکتشافی به روش IP

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند عملیات و تفسیر داده‌های IP در حالت دو بعدی را انجام دهد.

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - خواص دی‌الکتریک سنگها

ثابت دی‌الکتریک سنگها (اثر ترکیب کانیها، میزان رطوبت، فشار، درجه حرارت و ناهمگنی بر آن)، تئوری افت ثابت دی‌الکتریک، وابستگی ضریب ثابت دی‌الکتریک به فرکانس و درجه حرارت، دستگاهها و روش‌های اندازه‌گیری ثابت دی‌الکتریک.

فصل دوم - منشاء IP

پدیده IP، IP عسائی، IP الکتروودی، پدیده IP و پارامترهای مختلف (تخلخل، dissimination، هدایت الکتریکی و ثابت دی‌الکتریک)، قابلیت قطبش کانیها و سنگهای مختلف، ایجاد IP از طریق هدایت فلزی و غیرفلزی (الکترونی و الکترولیتی)، وجه تشابه IP فلزی و غیرفلزی، مدار الکتریکی معادل زمین ایجاد کننده پدیده IP.

فصل سوم - اندازه‌گیری و روشهای مختلف IP

استفاده از جریان‌های مستقیم و متناوب، اندازه‌گیری در حوزه زمان (بارپذیری)، اندازه‌گیری در حوزه فرکانس (اثر فرکانس، عامل فلزی)، ارتباط بین کمیت‌های IP در حوزه‌های زمان و فرکانس، پدیده IP منفی، دستگاههای اندازه‌گیری، منابع خارجی ایجاد خطا در اندازه‌گیری، اثر شدت جریان، زمان ارسال و زمان توقف جریان در اندازه‌گیری، مدت زمان اندازه‌گیری پتانسیل پس از قطع جریان، اثر عوامل طبیعی بر اندازه‌گیری، پدیده جفت‌شدگی الکترومغناطیسی و اثرات آن بر روی داده‌ها، آرایه‌های متداول (مستطیلی، ۴ الکتروودی متقارن، دو قطبی - دو قطبی، سونداز IP)، روش IP مغناطیسی (MIP)، روش IP طیفی (حوزه زمان و حوزه فرکانس) و کاربردهای آن، روش مثلثی بار مبی، اندازه‌گیری فاز، اندازه‌گیری آزمایشگاهی IP در نمونه‌های سنگی، برداشت صحرائی داده‌های IP.

فصل چهارم - پردازش و تصحیح داده‌های IP

تصحیح اثر توپوگرافی و جفت‌شدگی الکترومغناطیسی بر روی داده‌ها، حذف اثر چشمه‌های نوفه خارجی و داخلی، تصحیح عمق تجسی، تهیه شبه مقاطع.

فصل پنجم - مدل‌سازی و تفسیر داده‌های IP

مدلسازی وارون (هموار و پارامتری)، مدل‌سازی شکل‌های ساده، میزان تشابه بین بی‌هنجاریهای مغناطیسی و پاسخ IP، مدل‌سازی فیزیکی، مدل‌سازی عددی، مدل‌سازی به روش اجزاء محدود، روش مدل‌سازی یک بعدی در زمینهای لایه‌ای افقی، روش جابجانی فاز نسبی، تفسیر داده‌های دو بعدی به روش‌های کیفی و کمی، ذکر مثالهای موردی در اکتشاف کانی‌های فلزی و غیرفلزی.

عملی: آشنایی با دستگاهها، روشهای اندازه‌گیری، داده‌برداری، تفسیر داده‌ها.

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

- 1- Beck, A. E., 1981, Physical Principles of Exploration Methods, John Wiley & Sons.
- 2- Kearey, P., and Brooks, M., 2002, An Introduction to Geophysical Exploration, Blackwell.
- 3- Keller, G. V., and Frischknecht, F. C., 1982, Electrical Methods in Geophysical Prospecting, Pergamon Press.
- 4- Parasnis, D. S., 1997, Principles of Applied Geophysics, Chapman & Hall.
- 5- Sumner, J. S., 1976, Principles of Induced Polarization for Geophysical Exploration, Elsevier.
- 6- Sharma, P. V., 2004, Environmental and Engineering Geophysics, Cambridge University Press.
- 7- Yungul, S. H., 1996, Electrical Methods in Geophysical Exploration of Deep Sedimentary Basins, Chapman & Hall.



عنوان درس به فارسی: پیش‌نشانگرهای مغناطیسی و الکترومغناطیسی زلزله

عنوان درس به انگلیسی: (Magnetic and electromagnetic Precursors of Earthquake)

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت

نوع درس: نظری

نوع واحد: اختیاری

پیش‌نیاز: الکترومغناطیس و زلزله‌شناسی ۱

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

اهداف کلی درس: آشنایی با پیش‌نشانگرهای مغناطیسی و الکترومغناطیسی زلزله.

اهداف رفتاری: توانایی شناسایی پیش‌نشانگرهای زلزله.

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - تئوری های ارائه شده برای پیش‌نشانگرهای مغناطیسی زلزله

اثر ییزو مغناطیس، اثر تولید و پراکندگی بار، اثر دما بر مغناطیس شوندگی، تغییرات میدان مغناطیسی زمین، رابطه بین تغییرات روزانه میدان مغناطیسی و وقوع زمین لرزه‌ها، ناهنجاری‌ها در تغییرات دراز مدت میدان مغناطیسی قبل از وقوع زلزله.

فصل دوم - روشهای ثبت میدان مغناطیسی مرتبط با زمین لرزه

پایش داده های مغناطیسی مرتبط با زلزله، تعیین مکان مناسب برای پایش، مغناطیس‌سنج پروتون با حساسیت مغناطیسی بالا، روش شبکه مغناطیس‌سنج‌ها.

فصل سوم - پردازش و تفسیر داده های مغناطیسی مرتبط با زلزله.

تصحیح تغییرات روزانه میدان، حذف اثر bay های مغناطیسی، اعمال فیلترهای مناسب، پردازش داده‌ها.

فصل چهارم - تئوری های ارائه شده برای پیش‌نشانگرهای الکترومغناطیسی زلزله

مقدمه، تئوری های ارائه شده برای پیش‌نشانگرهای الکترومغناطیسی زلزله، ییزو الکتروسیتمه، پتانسیل‌های جریان، نوری حفره های p، رابطه بین تغییرات مقاومت ویژه ظاهری و وقوع زمین لرزه‌ها.

فصل پنجم - انواع پیش‌نشانگرهای الکترومغناطیسی زلزله

ابرهای زلزله، مدل ابرهای زلزله، بی‌هنجاری‌های میدان مغناطیسی، سیگنال‌های الکترومغناطیسی فرکانس بسیار پایین VLF، ELF، ULF، روش VAN، نورهای زلزله، نور تویی، یونسفر.



فصل ششم - تجهیزات و دستگاههای مورد استفاده

جسگرهای مغناطیسی، جسگرهای الکتریکی، مغناطیس سنج‌های باند فرکانسی ULF، مگنتوتلوریک، VLF، ماهواره‌ها، تجهیزات شبکه VAN.

فصل هفتم - جمع آوری، پردازش و تفسیر داده‌های الکترومغناطیسی مرتبط با زلزله

طراحی شبکه اندازه‌گیری و پایش داده‌ها، تعیین مکان مناسب جهت اندازه‌گیری مداوم، جمع‌آوری داده‌های الکترومغناطیسی مرتبط با زلزله، پردازش داده‌ها، تصحیح اثر تغییرات روزانه میدان مغناطیسی و طوفان‌های مغناطیسی، حذف نویزها، تفسیر داده‌ها.

فصل هشتم - مثالهایی از پیش‌نشانگرهای مغناطیسی و الکترومغناطیسی زلزله از نقاط مختلف دنیا.

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

1. Kisslinger, C., and Sazaki, Z., 1980, Earthquake Precursors (Advances in Earth and Planetary Science), Springer.
2. Singh, B., 2008, Electromagnetic Phenomenon Related to Earthquakes and Volcanoes, Narosa.
3. Wyss, M., 1991, Evaluation of Proposed Earthquake Precursors, Amer Geophysical Union.
4. Zongjin, M., Zhengxiang, F., Yingzhen, Z., Chengmin, W., Guomin, Z., and Defu, L., 1990, Earthquake Prediction: nine major earthquakes in China, Seismological Press Beijing.



عنوان درس به فارسی: لرزه شناسی
عنوان درس به انگلیسی: (Seismology)

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری - ۳۲ ساعت عملی

نوع درس: نظری- عملی

نوع واحد: اختیاری

پیش نیاز: -

همنیاز: -



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

اهداف کلی درس: آشنایی با مفاهیم اولیه انتشار موج در لایه بندی های مختلف و روشهای مختلف عملیات لرزه نگاری

اهداف رفتاری: آشنایی دانشجویان با مبانی و کاربرد لرزه شناسی اکتشافی

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - مروری بر مفاهیم تئوری انتشار امواج لرزه ای

تنش، کرنش، قانون هوک، ضرایب کشسانی، معادله موج، اصل هویگنس، قانون استیل، انواع امواجی که در لرزه ثبت می شوند،

سرعت گروه و سرعت فاز، چگالی انرژی، گسترش هندسی، جذب انرژی، افراز انرژی در سطوح جدایی دو لایه، مقاوت صوتی، ضریب

بازتاب و عبور انرژی.

فصل دوم - چشمه های انرژی، گیرنده ها و دستگاه های ثبت لرزه ای

چشمه های ضربه ای و ارتعاشی و مشخصه حاصل از آنها، ژئوفونها و هیدروفونها و مشخصه آنها، دستگاه ها ثبت داده های

لرزه ای و مشخصات آنها.

فصل سوم - لرزه نگاری شکست مرزی

نمودارهای زمان - مسافت موج شکست مرزی برای مدل های دو لایه و سه لایه تخت و شیبدار، آشنایی با عملیات،

محدودیت ها.

فصل چهارم - لرزه نگاری بازتابی

منحنی بازتابی - مسافت امواج بازتابی برای مدل های ساده تخت و شیبدار، نمودارهای زمان - مسافت امواج پراشیده و

تکراری، برنامه ریزی عملیات لرزه ای بازتابی دو بعدی، روشهای عملیات لرزه دو بعدی در خشکی و دریا، نوفه ها، آرایه گیرنده ها،

آرایه چشمه ها.

فصل پنجم - لرزه نگاری درون چاهی

روش های عملیات لرزه ای پایین چاهی، بالا چاهی، بین چاهی و VSP با دورافت صفر.

عملی:

برداشت و پردازش داده های لرزه ای دوبعدی و اندازه گیری سرعت امواج لرزه ای در نمونه های آزمایشگاهی.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	در آزمون نهایی اثر دارد	آزمون های نوشتاری: ۷۵٪ عملکردی: -	۱۵٪

فهرست منابع:

1. Dobrin, M. B., and Savit, C. H., 1988, Introduction to Geophysical Prospecting, McGraw-Hill.
2. Sheriff, R.E., and Geldart, L.P., 1995, Exploration seismology, Cambridge university press.
3. Telford, W.M., Geldart, L. P., and Sheriff, R. E., 1998, Applied Geophysics. Cambridge University Press.
4. Waters, K. H., 1981, Reflection Seismology, John Wiley & Sons.

➤ Udias, A., 1999, Principles of Seismology. Cambridge University Press.



عنوان درس به فارسی: اکتشاف به روش مقاومت ویژه
عنوان درس به انگلیسی: (Resistivity Exploration)

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری - ۳۲ ساعت عملی

نوع درس: نظری - عملی

نوع واحد: اختیاری

پیش‌نیاز: ژئوالکتربک

آموزش تکمیلی عملی: دارد • ندارد O سفر علمی • کارگاه O آزمایشگاه O سمینار •

اهداف کلی درس: آشنایی با روشهای اکتشافات ژئوالکتربکی، سونداژ زنی های عمیق و پروفیل زنی افقی.

اهداف رفتاری: دانشجو باید بتواند عملیات و تفسیر مقاومت ویژه در حالت دو بعدی انجام دهد.

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - مقدمه

جریان الکتریکی در محیط‌های پیوسته، مقاومت ویژه الکتریکی، عمق نفوذ جریان، آرایه‌های مختلف الکترودی، منحنی‌های استاندارد، شبه مقاطع.

فصل دوم - توزیع پتانسیل در سطح زمین لایه‌ای و پارامترهای زیرسطحی

معادله دیفرانسیل در حالت تقارن استوانه‌ای، حل عمومی، اعمال شرایط مرزی، تابع کرنل و رابطه آن با پارامترهای زیرسطحی، تعیین رابطه بازگشتی فلیت، تعیین رابطه بازگشتی پکرینس.

فصل سوم - سونداژ زنی عمیق

آرایه دو قطبی سمتی، تبدیل آرایه سمتی به آرایه شلومبرژه، آرایه دو قطبی استوانی، تبدیل آرایه استوانی به آرایه شلومبرژه، شرایط صحرائی و دستگاهها، شدت جریان و توان ژنراتور برای سونداژ زنی عمیق، برداشت میدانی به روشهای دو قطبی سمتی و دو قطبی استوانی.

فصل چهارم - پروفیل زنی افقی

آرایه‌های سه الکترودی ترکیبی برای تشخیص بی‌هنجاری (CRP)، آرایه مربعی برای تعیین ناهمسانگردی، تعیین تغییرات جانبی مقاومت ویژه با آرایه‌های مختلف.

فصل پنجم - تفسیر

اصل تقابل، خطاها، تصحیح توپوگرافی و حذف نوفه، محاسبه منحنی‌های مدل مقاومت ویژه الکتریکی ظاهری، محاسبه منحنی‌های مدل یا روش فیلتر خطی، روش تفسیر اتوماتیک پکرینس-کوفود (Pekeris-Koefoed)، قدرت تفکیک لایه، تفسیر با تطبیق منحنی سه لایه، وارون‌سازی پیوسته (روش زهدی)، مدلسازی دو بعدی پیشرو و وارون، مطالعه نمونه‌های کاربردی با

نرم افزارهای مختلف (پی جونی های آب، زمین شناسی، دفن زباله ها، گسل، باستانشناسی).

عملی:

سونداژ زنی با آرایه شلومیرژه، پروفیل زنی با آرایه وتر و شلومیرژه، سونداژ زنی با آرایه دو قطبی سمتی و استوایی، برداشت داده ها به روش SP.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
✓	۴۰٪ در آزمون نهایی اثر دارد	✓ آزمون های نوشتاری:	✓
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

- 1- Kearey, P., and Brooks, M., 2002, An Introduction to Geophysical Exploration, Blackwell
- 2- Koefoed, O., 1979, Geosounding Principles, Vol. 1, Resistivity Sounding Measurements, Elsevier.
- 3- Sharma, P. V., 2004, Environmental and Engineering Geophysics, Cambridge University Press.
- 4- Telford, W. M., Geldart, L. P., and Sheriff, R. E., 1998, Applied Geophysics, Cambridge University Press.
- 5- Yungul, S. H., 1996, Electrical Methods in Geophysical Exploration of Deep Sedimentary Basins, Chapman & Hall.



عنوان درس به فارسی: چاه پیمایی
عنوان درس به انگلیسی: (Well Logging)

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری

نوع درس: نظری

نوع واحد: اختیاری

پیش‌نیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد • ندارد • سفر علمی O کارگاه O آزمایشگاه O سمینار O

اهداف کلی درس: آشنایی با روشهای مختلف چاه پیمایی.

اهداف رفتاری: توانایی انجام عملیات چاه پیمایی و تفسیر داده های آن به روشهای مختلف.

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - مقدمه

تاریخچه چاه پیمایی، عملیات نگار برداری، تحصیل داده‌ها، پردازش و تفسیر داده‌ها.

فصل دوم - مفاهیم بنیادی برای تفسیر نگارهای چاه

تخلخل، چگالی بالک، تراوایی، اشباع، مقاومت ویژه الکتریکی، معادلات آرچی و ضریب مقاومت ویژه سازند، شرح خواص مناطق آغشته و غیر آغشته در اطراف چاه، پروفیل‌های آغستگی، دما و شوری و اثر آنها بر مقاومت ویژه الکتریکی.

فصل سوم - روشهای چاه پیمایی

نگار SP، نگارهای الکتریکی (نگارهای قراردادی، نگارهای با الکتروود کانونی کننده، سیستم‌های نگار دوتایی، نگارهای القایی، خوردنگارها)، نگارهای تخلخل (نگار صوتی، نگار چگالی، نگار نوترون)، نگار گاما، نگار فطرسنجی، نگار دماسنجی، نگار مغناطیسی، نگار تشدید هسته‌ای مغناطیسی، نگار گراویتی.

فصل چهارم - کاربردها

تعیین تخلخل و سنگ شناسی (منحنی‌های تقاطعی، نمودار M-N) تعیین اشباع در سازندهای تمیز و در سازندهای شیلی، تعیین تراوایی، مثالهایی از کاربردهای چاه پیمایی در اکتشاف زغالسنگ، آهن، آب، نفت و گاز.

فصل پنجم - روشهای آماری و هوشمند در چاه پیمایی

رگرسیون خطی و غیر خطی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، منطق فازی.



فعالیت‌های جانبی: آشنایی با دستگاهها و روشهای اندازه‌گیری، داده برداری، تفسیر داده‌ها.

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	آزمون های نوشتاری: ✓	۳۰٪ در آزمون نهایی اثر دارد	
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

- 1- Handbook for Geophysicists, Geologists and Engineers, John Wiley & Sons.
- 2- Luthi, S.M., 2000, Geological Well Logs: Their Use in Reservoir Modeling, Springer;
- 3- Schlumberger, 1989, Log Interpretation, Principles and Applications, Schlumberger Educational Services.
- 4- Schlumberger, 1995, Log Interpretation, Charts, Schlumberger Educational Services.
- 5- Serra, O., 1984, Fundamental of Well-Log Interpretation, Vol. 1, The Acquisition of Logging Data, Vol. 2, The Interpretation of Logging Data, Elsevier.
- 6- Hearst, J.R., Nelson, P.H., and Paillett, F.L., 2000, Well Logging for Physical Properties, A
- 7- Asquith, A., and Gibson, C., 1982, Basic Well Log Analysis for Geologists, The American Association of Petroleum Geologists.



عنوان درس به فارسی: اکتشاف به روش گرانی
عنوان درس به انگلیسی: (Gravity Exploration)

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۲۲ ساعت نظری - ۲۲ ساعت عملی

نوع درس: نظری - عملی

نوع واحد: اختیاری

پیش‌نیاز: مبانی گرانی‌سنجی

آموزش تکمیلی عملی: دارد • ندارد O سفر علمی O کارگاه • آزمایشگاه O سمینار O

اهداف کلی درس: آشنایی با روشهای اکتشافی در گرانی‌سنجی، طراحی عملیات گرانی‌سنجی و تفسیر نتایج عملیات.

اهداف رفتاری: آشنایی با طراحی اجرای عملیات گرانی‌سنجی و روشهای معمول تعبیر و تفسیر داده‌های گرانی.

سرفصل درس:

نظری:

فصل اول - مقدمه

تاریخچه مختصری از اکتشافات گرانی‌سنجی، میدان گرانشی، میدان گرانی زمین، پتانسیل گرانی، شتاب گرانی، سطوح

تراز، انحنای خط شاقول و سطوح تراز، انحنای قائم، میدان گرانی بیضوی مرجع، پتانسیل گرانی مرجع، شتاب گرانی

بهنجار، انحراف قائم.

فصل دوم - برگردان‌های گرانی

تصحیح‌های گرانی (رانه، کشند، هوای آزاد، بوگه ساده، بوگه کامل، هم‌ایستایی، اتووش، عرض جغرافیایی)، بی‌هنجاری

های گرانی (هوای آزاد، بوگه، هم‌ایستایی).

فصل سوم - تعیین چگالی سنگها

تعریف چگالی، روش‌های تعیین چگالی (آزمایشگاهی، گرانی‌سنجی)، روش پاراسنسیس، روش نلتون.

فصل چهارم - شبکه‌های اندازه‌گیری

انواع شبکه‌ها، نقاط مبنا، تعیین فاصله نقاط شبکه، اندازه‌گیری‌های پروفیلی، فاصله نقاط روی پروفیل‌ها، سرشکنی داده-

های گرانی

فصل پنجم - پردازش داده‌ها

جداسازی اثرهای منطقه‌ای از محلی (ترسیمی، گریفین، برازش چند جمله‌ای)، نقشه‌های گرانی یاقیمانده، محاسبه

گرادیان‌های گرانی (روش‌های کلاسیک، تبدیل فوریه)، کاربرد گرادیان‌های قائم و افقی گرانی، روش - های فراسو و

فروسو، صافی‌ها (پایین‌گذر، میان‌گذر، بالا‌گذر، خطی، غیرخطی، حوزه فرکانس).

فصل ششم - میدان گرانی اشکال هندسی ساده

میدان گرانی اشکال هندسی ساده (کره، استوانه، منشور، پله قائم، گسل)، روش تالوانی، محاسبه گرانی اشکال دو بعدی و سه بعدی با استفاده از روش های تفاضل محدود و عنصر محدود.

فصل هفتم - تفسیر کیفی

تشخیص بی‌هنجاری های گرانی زیر سطحی با استفاده از نقشه‌های بی‌هنجاری، روش‌های مختلف بارزسازی.

فصل هشتم - تفسیر کمی

روش های تخمین عمق و مختصات (اویلر، سیگنال تحلیلی، ورنر، ترکیب اویلر و سیگنال تحلیلی، فیلترهای فاز محلی)، روش کمترین مربعات برای تعیین ضریب شکل و عمق.

فصل نهم - مدل سازی

مدل سازی پیشرو، مدل سازی وارون، ارتباط مدل سازی پیشرو و وارون، مفاهیم نظری روش وارون (پایداری، نایکتایی، تقریب ها)، مسائل وارون خطی، مسائل وارون غیرخطی، روش های خطی سازی.

عملی

- مروری بر تصحیحات گرانی - تصحیح توپوگرافی با نرم افزار
- برداشت داده های گرانی در صحرا
- انجام تصحیحات اولیه و محاسبه آنومالی بوگه
- جدایش و محاسبه آنومالی باقی مانده
- محاسبه گرادیان های قائم و افقی
- محاسبه تخمین عمق با استفاده از روش اویلر و سیگنال تحلیلی.

روش ارزیابی:

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



- 1- Aster, R. C., Borchers, B., and Thurber, C., 2003, Parameter Estimation and Inverse Problems, Academic Press.
- 2- Blakely, R. J., 1996, Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications, Cambridge University Press.
- 3- Gerkens. J. C. D., 1989, Fundamental of Exploration Geophysics, Elsevier.
- 4- Grant, F. S., and West, G. F., 1965, Interpretation Theory in Applied Geophysics, McGraw-Hill.
- 5- Parasnis, D. S., 1997, Principles of Applied Geophysics, Chapman and Hall.
- 6- Militzer and Weber, 1984, Angewandte Geophysik, Akademie Verlag, Berlin, Springer, New York.

۷- وحید ابراهیمزاده اردستانی (۱۳۸۹) - گرانیتی سنجی کاربردی - انتشارات دانشگاه تهران.



عنوان درس (فارسی)	تعداد واحد	نوع واحد	کمبود	<input type="checkbox"/> نظری	دروس پیشیاز
سمینار	۲		پایه	<input type="checkbox"/> عملی	دروس اصلی
عنوان درس (انگلیسی)	تعداد ساعت		الزامی	<input type="checkbox"/> نظری	
Seminar	۳۲	اختیاری	<input type="checkbox"/> عملی	<input type="checkbox"/> عملی	
			<input type="checkbox"/> نظری	<input type="checkbox"/> نظری	
			<input type="checkbox"/> عملی	<input type="checkbox"/> عملی	
آموزش تکمیلی عملی		<input type="checkbox"/> دارد	<input type="checkbox"/> ندارد		
سفر علمی	کارگاه	آزمایشگاه	سمینار		
اهداف کلی درس			اهداف رفتاری		
آشنایی سازی دانشجویان با روش تحقیق، گزارش نویسی، مقاله نویسی، پیشینه تحقیق					
سرفصل یا رؤس مطالب:					
موضوع و محتوای درس سمینار با پیشنهاد استاد راهنما و تصویب کمیته تحصیلات تکمیلی گروه آموزشی مربوطه تعیین می شود					
روش ارزیابی:					
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی		پروژه	
		آزمون نوشتاری	آزمون عملکردی		
فهرست منابع:					

