



دانشگاه اصفهان
دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی نقشه‌برداری

مشخصات کلی و برنامه دروس دوره تحصیلات تکمیلی
عمران نقشه‌برداری - مهندسی ژئودزی

مصوب سی و هفتمین جلسه شورای دانشگاه اصفهان
به تاریخ دوم اسفند ۱۳۹۴



فهرست

صفحه

عنوان

۱. مقدمه	۳
۲. اهداف و اهمیت مهندسی ژئودزی	۳
۳. مهارت‌های دانش‌آموختگان ژئودزی	۴
۴. برنامه‌های آموزشی و پژوهشی	۶
۴-۱- مقطع کارشناسی ارشد	۶
۴-۲- مقطع دکتری	۶
۴-۳- دروس جبرانی	۶
۴-۴- جدول برنامه‌های آموزشی و پژوهشی	۷
جدول ۱ - تعداد واحدهای لازم برای هر یک از مقاطع و شیوه‌های تحصیلی رشته	۷
عمران نقشه‌برداری - مهندسی ژئودزی	۷
۴-۵- حوزه و نحوه کار در واحد پایان‌نامه/رساله	۷
جدول ۲ - دروس اصلی رشته عمران نقشه‌برداری - مهندسی ژئودزی	۸
جدول ۳ - دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته عمران نقشه‌برداری - مهندسی ژئودزی	۹
ژئودزی فیزیکی پیشرفته	۱۰
ژئودینامیک پیشرفته	۱۲
تئوری پیشرفته تقریب	۱۴
ژئودزی ماهواره‌ای پیشرفته	۱۶
روش تحقیق در علوم زمین	۱۸
روشهای دقیق در ژئودزی فضایی	۲۰
سیستمهای تصویر در ژئودزی	۲۲
اتمیسفر در ژئودزی فضایی	۲۴
ژئوفیزیک	۲۶
آنالیز تابعی	۲۸
سامانه ناوبری اینرسی و تلفیق با سامانه ناوبری ماهواره‌ای جهانی	۳۰
تئوری و کاربردهای تعیین مدار ماهواره‌ها	۳۲
تداخل سنجی و ارتفاع سنجی راداری	۳۴



۳۶.....	ناوبری دقیق
۳۸.....	آلگوریتم‌های خاص در تعیین موقعیت جهانی
۴۰.....	ثقل سنجی ماهواره‌ای
۴۲.....	آمار پیشرفته
۴۴.....	روشهای پیشرفته برآورد
۴۶.....	آنالیز سریهای زمانی
۴۸.....	مباحث ویژه در ژئودزی
۴۹.....	هیدروگرافی پیشرفته
۵۱.....	مدل‌سازی رقومی زمین
۵۳.....	فرآیندهای تصادفی
۵۵.....	الگوریتم‌های بهینه‌سازی پیشرفته
۵۷.....	سمینار ۲
۵۹.....	خلاصه تغییرات سرفصل جدید



مقدمه

علیرغم اینکه رشته ژئودزی یکی از باسابقه‌ترین رشته‌های مهندسی است، در ایران این رشته از سال ۱۳۶۷ با دعوت از اساتید برجسته خارجی در دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی تأسیس شد که اساتید بین‌المللی تا سال ۱۳۷۵ دعوت می‌شدند. پس از افزایش فارغ‌التحصیلان دکتری این رشته دوره‌های تحصیلات تکمیلی در برخی دانشگاه‌ها راه‌اندازی شده است. در حال حاضر در دانشگاه‌های تهران، خواجه‌نصیرالدین طوسی و دانشگاه اصفهان، دوره دکتری این رشته وجود دارد (سال ۱۳۹۴). به دلیل جدید بودن رشته در ایران، سرفصل مصوب وزارت علوم چندان کامل و جامع نبوده و فقط برای دوره کارشناسی‌ارشد به صورت مختصر برای هر درس موجود است. به همین دلیل سرفصل حاضر وقت بسیار زیادی از همکاران گرایش ژئودزی گروه گرفت تا اولاً درسهایی جدید مطابق آخرین پیشرفت‌های روز دنیا تعریف شود و ثانیاً سرفصل هر درس کامل و جامع باشد. البته برخی از دروس علوم پایه تقریباً با همان سرفصل مصوب با تغییرات اندک ارائه شده است.

۱. اهداف و اهمیت مهندسی ژئودزی

ژئودزی یکی از شاخه‌های علوم زمین است که مباحث اندازه‌گیری شکل و اندازه زمین و میدان ثقل آنرا بررسی می‌نماید. به صورت سنتی این رشته یکی از شاخه‌های مهندسی نقشه‌برداری است. این رشته در بسیاری از علوم مانند هوافضا، علوم نظامی، زمین‌شناسی، سنجش از دور و هواشناسی و بسیاری دیگر از علوم و فنون کاربرد دارد. با پیشرفت‌های اخیر در علوم فضایی کاربردهای ژئودزی در این علوم بسیار مهم و اساسی است.

این رشته نیاز به مباحث ریاضیات، آمار و احتمال و فیزیک پیشرفته دارد به نحوی که برخی از شاخه‌های ژئودزی به علوم پایه نزدیک‌ترند. این مسئله در طراحی و بازنگری دروس برای این دوره لحاظ شده است. از سوی دیگر اکثر شاخه‌های ژئودزی مانند ژئودزی ماهواره‌ای و سیستم ناوبری جهانی به علوم مهندسی نزدیک‌ترند. از مسایل مهم در عصر فضا و ماهواره‌ها، تعیین دقیق مدار ماهواره‌هاست. سرویس‌های بین‌المللی تعیین‌مدار دقیق (با دقت چند سانتی‌متر) همگی وابسته به ارگان‌های بین‌المللی ژئودزی هستند.

همین‌طور بررسی حرکت ماهواره‌ها از جمله روش‌هایی است که به عنوان بخشی از مدل‌سازی دقیق میدان ثقل زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. این موضوع نیز در این رشته بررسی می‌شود. در رشته‌ی ژئودزی مسایل مربوط به میدان ثقل زمین و مدل‌های ژئوپتانسیل جهانی و محلی مطرح می‌شود. در این دوره به این مسایل نیز پرداخته شده است.

حرکات تکتونیک صفحه‌ای به صورت جهانی و منطقه‌ای یکی از زمینه‌های مطالعاتی و تحقیقاتی برای ژئودزی و ژئودینامیک است. این زمینه در مطالعات زلزله و ژئوفیزیک کاربرد دارد. شبکه‌ی ایستگاه‌های دائم GPS (GNSS) در این راستا کمک شایانی نموده است که بررسی سری‌های زمانی این ایستگاه‌ها مهم و اساسی است.



در این رشته، ژئودزی ماهواره‌ای و به خصوص سیستم‌های ناوبری جهانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. تکنولوژی GPS (GNSS) علاوه بر کاربردهای عام دارای کاربردهای با دقت بالاست که دسترسی به دقت‌های چندین میلیمتر و بهبود این دقت‌ها از مسایل ژئودزی است. تکنیک‌های مختلف حل ابهام فاز و مسایل مربوط به برآورد مدل‌های دقیق اریبی‌ها و برآورد پارامترهای اتمسفری در این شاخه مورد توجه قرار می‌گیرد. مطالعات هواشناسی با استفاده از داده‌های GNSS سبب پیشرفت‌های خوبی در زمینه‌ی مطالعات یونسفر و تروپوسفر شده است. گروه مهندسی نقشه‌برداری دانشگاه اصفهان در این زمینه در کشور پیشرو بوده و تحقیقات و مقالات خوبی در زمینه‌ی تأخیر یونسفری با استفاده از GNSS و تأخیر تروپوسفری با استفاده از VLBI انجام داده است. همینطور پتانسیل بالایی در سایر مسایل ژئودزی ماهواره‌ای وجود دارد.

بخش‌های تئوری برآورد و تقریب و سریهای زمانی برای کاربردهای ژئودزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مواردی مانند برآوردگرهای غیر خطی یا برآوردگرهای صحیح در این دروس آموزش داده می‌شوند. این مطالب در قالب دروس متعدد به دانشجویان آموزش داده می‌شود.

در بازنگری دروس توجه خاصی به پیشرفت‌های اخیر در زمینه‌ی ژئودزی شده است. این پیشرفت‌ها عمدتاً در زمینه‌هایی مانند ژئودزی ماهواره‌ای و فضایی و سیستم‌های اینرشیال و همینطور تئوری‌های جدید در زمینه‌های حل ابهام فاز، تعیین مدار، و سایر مباحث مرتبط می‌باشد. در این راستا برخی دروس به صورت کامل بازنگری شده‌اند و برخی دروس جدید نیز برای این دوره طراحی شده‌اند.

تعیین موقعیت مطلق دقیق یکی از مواردی است که زمینه‌های متعددی را برای پژوهش و توسعه ایجاد کرده است. در این زمینه مسایلی مانند حل ابهام فاز، توجیه ماهواره‌ها و مدل‌های مناسب برای وزن‌دهی مشاهدات در این زمینه از مباحث روزآمد تحقیقاتی هستند.

بحث مربوط به چارچوب‌های مبنا و سیستم‌های مرجع از مسایل بسیار مهم و اساسی در ژئودزی و علوم مرتبط مانند ژئوفیزیک و ژئودینامیک است که با مفاهیم جدیدی مانند ITRF و ICRF از مسایلی است که بایستی یک متخصص ژئودزی با آن آشنا باشد.

۲. مهارت‌های دانش‌آموختگان ژئودزی

به صورت کلی یک فارغ‌التحصیل تحصیلات تکمیلی ژئودزی بایستی توانایی‌ها و اطلاعات زیر را داشته باشد. البته میزان اطلاعات هر دانشجو در هر یک از مباحث به زمینه‌ی تحقیقاتی پایان‌نامه‌ی وی بسیار وابسته است.



- ۱- تئوری برآورد و سرشکنی پیشرفته و کاربردهای آن در ژئودزی
- ۲- مباحث ژئودزی ماهواره‌ای هندسی مانند مدار، اتمسفر، زمان‌سنجی در ژئودزی ماهواره‌ای، تعیین موقعیت دقیق و سایر مسایل مرتبط با ژئودزی ماهواره‌ای
- ۳- ژئودزی فضایی پیشرفته، تداخل‌سنجی خطوط مبنای خیلی بلند، مأموریت‌های خاص جاذبی، DORIS
- ۴- آشنایی با منابع داده‌های ژئودزی به‌خصوص داده‌های سرویس‌های بین‌المللی ژئودزی
- ۵- توانایی پردازش داده‌های GNSS به صورت علمی و استفاده از این داده‌ها برای توسعه‌ی نرم‌افزار برای کاربردهای تحقیقاتی و علمی
- ۶- توانایی استخراج اطلاعات هواشناسی (یونسفر و تروپوسفر) از داده‌های GNSS
- ۷- کار با مدل‌های ژئوتانسیل و یادگیری اصول تعیین ژئوئید
- ۸- استفاده از اطلاعات مأموریت‌های خاص جاذبی
- ۹- چارچوب‌ها و سیستم‌های مرجع و تبدیلات بین آنها
- ۱۰- تعیین موقعیت مطلق دقیق
- ۱۱- آنالیز سری‌های زمانی در مسایل ژئودتیک

اغلب موضوعات فوق در قالب دروس مختلف، پروژه‌ها و سمینار ارائه و تبیین می‌شود. در حال حاضر تعداد دانشگاه‌هایی که در کشور تحصیلات تکمیلی ژئودزی دارند، اندک است و دانشگاه اصفهان از لحاظ تعداد متخصصین ژئودزی و تنوع توانایی‌های آنها جزء گروه‌های پیشرو ایران می‌باشد. با اتکال به امداد الهی گروه مهندسی نقشه‌برداری دانشگاه اصفهان قصد دارد با بازنگری دروس دوره‌ی تحصیلات تکمیلی ژئودزی، از این لحاظ نیز پیشرو بوده و دوره‌ی ژئودزی را با تحولات روز دنیا هماهنگ نماید. در مجموعه‌ی حاضر ابتدا لیست دروس اصلی دوره‌ی تحصیلات تکمیلی "آموزشی- پژوهشی" و "آموزش‌محور" ژئودزی ارائه شده است. در ادامه سرفصل هریک از دروس آورده شده‌است.



۳. برنامه‌های آموزشی و پژوهشی

این برنامه آموزشی و پژوهشی، مجموعه‌ای از دروس (نظری و سمینار و پایان‌نامه) است که به منظور تقویت توان علمی دانشجویان برای اجرای فعالیت‌های پژوهشی و تسلط دانش‌آموختگان بر مفاهیم نوین رشته مهندسی ژئودزی برنامه‌ریزی می‌گردد. مجموعه‌ای از دروس اصلی و دروس تحصیلات تکمیلی برای مقطع ارشد و دکتری تنظیم شده است که در این بخش به تعداد و عناوین دروس پرداخته می‌شود. دانشجوی علاوه بر دروس تحصیلات تکمیلی تصریح شده در این بخش (جدول شماره ۳)، می‌تواند بر حسب نظر استاد راهنمای خود و تایید شورای تحصیلات تکمیلی گروه، درس‌هایی سه واحدی را از دروس تحصیلات تکمیلی رشته‌های آموزشی دیگر شامل سنجش از دور، فیزیک، الکترونیک، مخابرات، آمار و ریاضی، سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، زمین‌شناسی و آب و هواشناسی اخذ نماید طوری که مجموع واحدها در مقطع او رعایت شود.

۴-۱- مقطع کارشناسی ارشد

دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد رشته عمران نقشه‌برداری-مهندسی ژئودزی، ملزم به گذراندن ۳۲ واحد شامل پنج درس اصلی (جدول شماره ۲) معادل ۱۳ واحد و چهار درس با پیشنهاد استاد راهنما و تایید شورای تحصیلات تکمیلی گروه، از میان دروس تحصیلات اختیاری تکمیلی (جدول شماره ۳) معادل ۱۲ واحد و درس سمینار ارشد (۱ واحد) و پایان‌نامه ارشد (۶ واحد) می‌باشند. اخذ دانشجوی کارشناسی ارشد در شیوه آموزش محور برای این رشته توصیه نمی‌شود اما برای این دانشجویان اخذ دو درس دیگر از میان دروس تحصیلات تکمیلی (جدول شماره ۳) معادل ۶ واحد جایگزین پایان‌نامه خواهد شد.

۴-۲- مقطع دکتری

دانشجویان مقطع دکتری رشته عمران نقشه‌برداری-مهندسی ژئودزی تعداد کل ۳۶ واحد را می‌گذرانند. این تعداد واحد برای دانشجویان شیوه آموزشی-پژوهشی چهار تا شش درس (معادل ۱۲ تا ۱۸ واحد) از میان دروس تحصیلات تکمیلی (جدول شماره ۳) و درس رساله دکتری معادل ۱۸ واحد (در صورت اخذ ۱۸ واحد نظری) تا ۲۴ واحد (در صورت اخذ ۱۲ واحد نظری) است.

برای دانشجویان مقطع دکتری رشته عمران نقشه‌برداری-مهندسی ژئودزی در شیوه پژوهشی با پیشنهاد استاد راهنما و تایید شورای تحصیلات تکمیلی گروه، حداقل یک و حداکثر سه درس (معادل سه تا شش واحد) از میان دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی (جدول شماره ۳) و همچنین واحد رساله دکتری (معادل ۳۰ تا ۳۳ واحد) الزامی است.

۴-۳-دروس جبرانی

در مقطع کارشناسی ارشد، درس‌های جبرانی برای دانشجویانی که رشته تحصیلی کارشناسی آنها مهندسی نقشه‌برداری نبوده شامل دو درس از میان دروس فیزیکال ژئودزی، ژئودزی ماهواره‌ای، سرشکنی و تعدیل، نقشه‌برداری ژئودتیک از دوره کارشناسی مهندسی نقشه‌برداری، به پیشنهاد شورای تحصیلات تکمیلی گروه است.

در مقطع دکتری دانشجوی باید از جدول دروس اصلی (جدول شماره ۲) با پیشنهاد استاد راهنما و تایید شورای تحصیلات تکمیلی گروه، دروسی را اخذ نماید. در هر دو مقطع، دروس جبرانی بایستی با موفقیت گذرانده شوند، ضمن این که واحدی به این دروس تعلق نمی‌گیرد.



۴-۴- جدول برنامه‌های آموزشی و پژوهشی

بنابر این تعداد واحدهای لازم برای هر یک از مقاطع و شیوه‌های تحصیلی در این رشته مطابق مصوبات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و مصوبات دانشگاه اصفهان، در این رشته به شرح جدول ۱ است.

جدول ۱ - تعداد واحدهای لازم برای هر یک از مقاطع و شیوه‌های تحصیلی رشته

عمران نقشه‌برداری - مهندسی ژئودزی

دکتری پژوهشی	دکتری آموزشی-پژوهشی	کارشناسی ارشد	
انتخاب از جدول درس‌های اصلی	انتخاب از جدول درس‌های اصلی	تا ۱۲ واحد از دروس کارشناسی مهندسی نقشه‌برداری	درس‌های جبرانی
-	-	۱۳	درس‌های اصلی
۳ تا ۶	۱۲ تا ۱۸	۱۲ (۱۸ برای آموزش محور)	درس‌های تحصیلات تکمیلی
-	-	۱	واحد سمینار
۳۰ تا ۳۳	۱۸ تا ۲۴ واحد	۶ (صفر برای آموزش محور)	واحد پایان‌نامه/رساله
۳۶	۳۶	۳۲	جمع واحد

۴-۵- حوزه و نحوه کار در واحد پایان‌نامه/رساله

حوزه کار پایان‌نامه‌ها/رساله‌ها در این رشته شامل موارد مطرح شده در بخش مهارت‌های دانش‌آموختگان است. هر پایان‌نامه/رساله با اتکا به مبانی نظری و مرور آخرین پیشرفت‌ها در موضوعات مطرح شده در آن بخش، بر مبنای اخذ و پیش‌پردازش داده‌های ماهواره‌ای و هوایی و جمع‌آوری داده‌های میدانی، به پردازش این داده‌ها و کسب نتایج و اطلاعات پرداخته و در خلال این پژوهش به توسعه مباحث نظری و ارائه الگوریتم‌های اجرایی و منطقه‌ای-محلی و تایید کیفیت نتایج روش‌ها می‌پردازد.



جدول ۲ - دروس اصلی رشته عمران نقشه‌برداری - مهندسی ژئودزی

ردیف	نام درس	واحد		ساعت		پیش نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۱	ژئودزی فیزیکی پیشرفته	۳	-	۴۸	-	-
۲	ژئودینامیک پیشرفته	۳	-	۴۸	-	-
۳	تئوری پیشرفته تقریب	۳	-	۴۸	-	-
۴	ژئودزی ماهواره‌ای پیشرفته	۳	-	۴۸	-	-
۵	روش تحقیق در علوم زمین	۱	-	۱۶	-	-
جمع		۱۳ واحد				



جدول ۳ - دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته عمران نقشه‌برداری - مهندسی ژئودزی

ردیف	نام درس	واحد		ساعت		پیش نیاز
		نظری	عملی	نظری	عملی	
۱	روش‌های دقیق در ژئودزی فضایی	۳	-	۴۸	-	-
۲	سیستم‌های تصویر در ژئودزی	۳	-	۴۸	-	-
۳	اتمسفر در ژئودزی فضایی	۳	-	۴۸	-	-
۴	ژئوفیزیک	۳	-	۴۸	-	-
۵	آنالیز تابعی	۳	-	۴۸	-	-
۶	سامانه ناوبری اینرسی و تلفیق با سامانه ناوبری ماهواره‌ای جهانی	۳	-	۴۸	-	-
۷	تئوری و کاربردهای تعیین مدار ماهواره‌ها	۳	-	۴۸	-	-
۸	تداخل‌سنجی و ارتفاع‌سنجی راداری	۳	-	۴۸	-	-
۹	ناوبری دقیق	۳	-	۴۸	-	-
۱۰	الگوریتم‌های خاص در تعیین موقعیت جهانی	۳	-	۴۸	-	-
۱۱	ثقل‌سنجی ماهواره‌ای	۳	-	۴۸	-	-
۱۲	آمار پیشرفته	۳	-	۴۸	-	-
۱۳	روشهای پیشرفته برآورد	۳	-	۴۸	-	-
۱۴	آنالیز سریهای زمانی	۳	-	۴۸	-	-
۱۵	مباحث ویژه در ژئودزی	۳	-	۴۸	-	-
۱۶	هیدروگرافی پیشرفته	۳	-	۴۸	-	-
۱۷	مدل‌سازی رقومی زمین	۳	-	۴۸	-	-
۱۸	فرآیندهای تصادفی	۳	-	۴۸	-	-
۱۹	الگوریتم‌های بهینه‌سازی پیشرفته	۳	-	۴۸	-	-
۲۰	سمینار ۲	۲	-	-	-	-



ژئودزی فیزیکی پیشرفته Advanced Physical Geodesy

چار چوب سر فصل درس

عنوان درس به فارسی: ژئودزی فیزیکی پیشرفته	تعداد واحد: ۳	نوع واحد	جبرانی	نظری	دروس پیش نیاز: ندارد	
				عملی		
				✓نظری		✓پایه
				عملی		
				نظری		الزامی
				عملی		
				نظری		اختیاری
				عملی		
عنوان درس به انگلیسی: Advanced Physical Geodesy	تعداد ساعت: ۴۸	آموزش تکمیلی عملی :				
		☐ سفر علمی	☐ کارگاه	☐ آزمایشگاه	☐ سمینار	

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مدل‌سازی و انجام محاسبات مربوط به میدان ثقل زمین و حل مسائل مرزی مربوطه می‌باشد.

رئوس مطالب:

- ۱- مسئله مقدار مرزی ملدنسکی: مسئله مقدار مرزی برداری ملدنسکی، مسئله مقدار مرزی اسکالر ملدنسکی، روش‌های جواب
- ۲- مولفه‌های انحراف قائم سطحی، جواب بروار، جواب با انتقال تحلیلی
- ۳- روش استوکس-هلمرت: تعادل جرم توپوگرافی، فرمولاسیون معادله بنیادی ژئودزی فیزیکی، برآورد آنومالی‌های جاذبه هلمرت در سطح زمین
- ۴- فرمول برونز، محاسبه اثرات اتمسفری و توپوگرافی، مسئله مقدار مرزی دیریخله و انتقال به سمت پایین، تصحیحات بیضوی، میدان مرجع و اسفروئید در فضای ثقل هلمرت، مسئله مقدار مرزی استوکس در فضای ثقل هلمرت، اثر غیر مستقیم
- ۵- مسئله مقدار مرزی با مرز معلوم: خطی‌سازی مقدار مرزی با مرز معلوم، مسئله مقدار مرزی غیرخطی با اطلاعات بیش از حد نیاز و با مرز معلوم، میدان ثقل مرجع، انتگرال آبل پواسن پیوسته برای کمیت‌های تفاضلی، مسئله مقدار مرزی گراویمتری-ارتفاع سنجی ماهواره‌ای
- ۶- ژئوئید حاصل از ارتفاع سنجی ماهواره‌ای به عنوان داده مرزی
- ۷- محاسبات عددی در ژئودزی فیزیکی: تبدیل فوریه دوبعدی، تئوری کولوکیشن



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
ندارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1-N. Sneeuw, "Physical Geodesy", Lecture Note, Institute of Geodesy, University of Stuttgart, 2006.
- 2-B. Hofmann-Wellenhof and H. Moritz, "Physical Geodesy", Springer, 2006.
- 3-H. Moritz, "Advanced Physical Geodesy", Wichmann, 1980.
- 4-F. Sansò, "Geodetic Boundary Value Problems in View of the One Centimeter Geoid", Springer, 1997.
- 5-P. Vanicek and E. J. Krakiwsky, "Geodesy the Concepts", North-Holland, 1986.
- 6-W. Torge, "Gravimetry", De Gruener, Berlin, 1989.



ژئودینامیک پیشرفته Advanced Geodynamic

چار چوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ژئودینامیک پیشرفته		
	عملی						
	✓نظری	✓پایه		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced Geodynamic		
	عملی						
	نظری	الزامی					
	عملی						
	نظری	اختیاری					
	عملی						
آموزش تکمیلی عملی :							
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار							

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مفاهیم دینامیک زمین و عوامل موثر در آن به همراه مدل سازی و انجام محاسبات مربوط می باشد.

رئوس مطالب:

- ۱- تغییر شکل، کرنش و تنش، آنالیز کرنش، ارتباط این دو گروه با یکدیگر، نسبت پواسن، ماژول یانگ، ضریب لامه، سیستمهای مختصات اولری و لاگرانژی
- ۲- روشهای تفاضل محدود و المان محدود در آنالیز کرنش، استفاده از پارامترهای ناورد (طول و زاویه) در آنالیز کرنش، معیارهای عددی تغییر شکل مستخرج از تانسور کرنش
- ۳- معادلات کشسانی خطی، حالات خاص از تنش و کرنش
- ۴- پدیده جزرومد ماه و خورشید: پتانسیل جزرومد در خشکی، جزرومد دریا، اعداد لاو، اثرات جزرومد در ژئودزی، اعداد لود
- ۵- حرکت های تکتونیکی: مدل های جهانی، مکانیزم حرکت صفحات، مرز برخورد صفحات، کوهزایی، گودال اقیانوسی، پشته میانی اقیانوسی، گسلش و پدیده تغییر شکل در گسل ها
- ۶- اتصال سه گانه، شرط تشکیل اتصال سه گانه پایدار، حل عددی مسائل مربوط به اتصال سه گانه
- ۷- زمین لرزه: بزرگی و شدت زمین لرزه، مقیاسهای اندازه گیری، سازوکار کانونی، امواج درونی و سطحی
- ۸- تغییرات ژئودینامیکی ناشی از دوران زمین، حرکت قطبی برای زمین صلب و غیر صلب بدون گشتاور خارجی، حرکت قطبی برای زمین صلب با گشتاور خارجی، دوره های تناوب اولر و چندلر



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	ندارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی:

- 1-H. Moritz and I. I. Mueller, "Earth Rotation: Theory and Observation", Ungar, New York, 1987.
- 2- A. Brzezinski and S. Petrov, "High Frequency Atmospheric Excitation of Earth Rotation", IERS Technical Note, 28:53-60, 2000.
- 3- W.H. Munk and G.J.F. MacDonald, "The Rotation of the Earth. A Geophysical Discussion", Cambridge University Press, New York, 1960.
- 4-S. I. Karato, "Deformation of Earth Materials: an Introduction to the Rheology of Solid Earth", Cambridge University Press, 2008.
- 5-P. Vanicek and E. J. Krakiwsky, "Geodesy the Concepts", North-Holland, 1986.
- 6-G. Ranalli, "Rheology of the Earth", Chapman & Hall, 1995.
- 7-Z. Martinec, "Continuum Mechanics for Geophysicist and Geodesists Part I: Basic Theory", Technical Report, Universität Stuttgart, 1999.
- 8-D. Wolf, "Continuum Mechanics in Geophysics and Geodey: Fundamental Principles", Universität Stuttgart, 2003.
- 9-D. L. Turcott and G. Schubert, "Geodynamics", Cambridge University Press, 2002.



تئوری پیشرفته تقریب Advanced Approximation Theory

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : سرشکنی و آزمون‌های آماري	نظري	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: تئوری پیشرفته تقریب								
	عملی												
	✓نظري	✓پایه											
	عملی												
	نظري	الزامی		تعداد ساعت: ۴۸									
	عملی												
	نظري	اختیاری											
	عملی												
آموزش تکمیلی عملی :													
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار													

هدف درس:

در این درس روش‌های پیشرفته تقریب در ژئودزی به منظور ایجاد مهارت در تقریب اطلاعات گسسته ژئودزی با استفاده از روش‌های ریاضی و آماری مورد بحث قرار می‌گیرد.

رئوس مطالب:

- تفاوت تقریب و برآورد، درونیابی به عنوان مسئله تقریب، روش‌های درونیابی ریاضی (قطعی)، روش‌های درونیابی آماری (تصادفی)، مسئله محلی و عمومی درونیابی، قضیه ویراستراس، تفاضلات جدولی و تقسیم شده
- چندجمله‌ای‌های درونیاب، چندجمله‌ای‌های لاگرانژ و نیوتن، صحت درونیابی چندجمله‌ای، درونیاب اسپلین، درونیاب اسپلین درجه ۳ یک بعدی، درونیاب اسپلین درجه ۳ دو بعدی، سایر روش‌های درونیابی ریاضی
- اسپلین درجه ۳ یک بعدی به روش کمترین مربعات، اسپلین دو بعدی کمترین مربعات، کاربردهای اسپلین درجه ۳ کمترین مربعات، درونیابی با اسپلین‌های کمترین مربعات
- تفاوت بین اپراتور و فانکشنال، اهمیت روش کولوکیشن در ژئودزی، درونیابی به روش کولوکیشن، فضای دوگان (مزدوج)، جواب مسئله محلی کولوکیشن، جواب مسئله کلی کولوکیشن، درونیابی دو بعدی
- تفاوت برآورد و پیش‌بینی، کاربردهای پیش‌بینی، پیش‌بینی خطی ناریب، بهترین پیش‌بینی خطی ناریب، کاربردهای روش‌های پیش‌بینی خطی ناریب، پر کردن گپ‌ها، تولید اطلاعات روی گرید منظم
- توابع کواریانس، کورولیشن و واریوگرام تئوری، انواع توابع واریوگرام، توابع کواریانس، کورولیشن و واریوگرام تجربی، واریوگرام ایزوتروپیک و غیر ایزوتروپیک، کراس واریوگرام و اهمیت آن، درونیابی یک مسئله پیش‌بینی، روش درونیابی کریجینگ، کریجینگ ساده، کریجینگ کلی (با ترند)



۷) روش سرشکنی دنباله‌ای، نمایش های مختلف سرشکنی دنباله‌ای، سیستم‌های دینامیک، ماتریس گذار، روش سرشکنی سیستم‌های دینامیک (فیلتر کالمن)، روش دنباله‌ای فیلتر کالمن، کاربردها در ژئودزی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی :

1. S. P. Singh, J. W. H. Burry, and B. Watson, "Approximation Theory and Spline Functions", Department of Mathematics and Statistics, Memorial University, St. John's, Newfoundland, Canada, Published in cooperation with NATO Scientific Affairs Division
2. G. A. Anastassiou and O. Duman, "Advances in Applied Mathematics and Approximation Theory", Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, Contributions from AMAT, 2012
3. E. W. Cheney, "Introduction to approximation theory", AMS Chelsea Publishing, Printed in US, 1966
4. P. J. G. Teunissen, "Dynamic Data Processing: Recursive Least Squares", Delft University of Technology, Delft University Press, 2001



ژئودزی ماهواره‌ای پیشرفته Advanced Satellite Geodesy

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ژئودزی ماهواره‌ای پیشرفته	
	عملی					
	✓نظری	✓پایه		تعداد ساعت : ۴۸		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Satellite Geodesy
	عملی					
	نظری	الزامی				
	عملی					
	نظری	اختیاری				
	عملی					
آموزش تکمیلی عملی :						
☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ سفر علمی						

هدف درس:

پیشرفت‌های اخیر در زمینه ژئودزی ماهواره‌ای سبب شده است که دانشجویان نیاز به آشنایی با مفاهیم اساسی این شاخه از علم و تکنولوژی را داشته باشند. این درس عمدتاً به مفاهیم اساسی مانند مدار و اتمسفر می‌پردازد.

رئوس مطالب:

- ۱- مدار ماهواره‌ها: مسئله دوجسم نقطه‌ای: قوانین حاکم بر حرکت دوجسم نقطه‌ای، بدست آوردن ثابت‌های انتگرال‌گیری مدار کپلری، بدست آوردن معادله حرکت، بررسی قانون انرژی، بررسی مدارهای مختلف
- ۲- مسئله سه جرم نقطه‌ای محدود شده؛ بدست آوردن ثابت ژاکوبی، مفهوم Co-Moving Frame، نقاط تعادل لاگرانژ اغتشاشات مداری (مدار آشفته) تبیین مسئله، بررسی لاگرانژی و گوسی آشفستگی
- ۳- آرایش مداری؛ نحوه پوشش زمین، انواع مدارها؛ LEO, MEO, GEO خورشید آهنگ و زمین آهنگ
- ۴- سیستم‌های مختصات در ژئودزی ماهواره‌ای: تعریف اساسی سیستم‌های مختصات در ژئودزی، قراردادهای جدید در مورد سیستم‌های مختصات، نحوه تحقق چارچوب‌های مختلف و سیستم‌های مورد استفاده ITRF، ICRF و فرمت استاندارد SINEX
- ۵- یونسفر در GNSS: مفاهیم پایه؛ مدل‌های مختلف یونسفر؛ روابط ریاضی برای بدست آوردن محتوی کلی الکترون از مشاهدات GNSS، ارائه مدل و مشکلات آن، فرمت IONEX و سرویس‌های بین‌المللی اطلاعات یونسفری، ماهواره‌های خاص مطالعات یونسفری
- ۶- تعیین موقعیت نسبی: مروری بر مفاهیم کلی و بسط مدل ریاضی تعیین موقعیت نسبی، حل ابهام فاز، فضاهای حل ابهام فاز



به همراه جزئیات برخی تکنیک‌ها (تابع اِبهام فاز، QUIF، LAMBDA).

۷- تعیین موقعیت مطلق دقیق (PPP (Precise Point Positioning) اصول کلی تعیین موقعیت مطلق دقیق، اثرات موثر بر مشاهدات و مختصات در PPP، معادلات مشاهدات، مسئله وزن و طراحی فیلتر و پردازش مشاهدات، سرویس‌های برخط PPP

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	آزمون‌های نوشتاری: دارد	دارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی :

- 1-G. Seeber, "Satellite Geodesy: Foundations, Methods, and Applications", Walter de Gruyter, Berlin New York, 2nd Edition, 2003.
- 2- B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, and E. Wasle, "GNSS – Global Navigation Satellite Systems, GPS, GLONASS, Galileo, and More", Springer-Verlag, Wien New York 2008.
- 3- A. Leick, L. Rapoport and D. Tatarnikov "GPS satellite surveying ", Wiley, Hoboken, 4th Edition 2015.
- 4- H.D. Curtis, "Orbital Mechanics for Engineering Students", 3rd Edition, Elsevier Butterworth-Heinemann Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, 2013.
- 5- International GNSS Service (IGS): <http://igsceb.jpl.nasa.gov/>



روش تحقیق در علوم زمین Research Method in GeoScience

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: روش تحقیق در علوم زمین		
	عملی						
	✓ نظری	✓ پایه				تعداد ساعت: ۱۶	عنوان درس به انگلیسی: Research Method in GeoScience
	عملی						
	نظری	الزامی					
	عملی						
	نظری	اختیاری					
	عملی						

| آموزش تکمیلی عملی: | | | | | |
| ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ سفر علمی | | | | | |

هدف:

روش تحقیق یکی از مهمترین آموخته‌های دانشجویان ارشد و دکتری محسوب می‌شود. به همین دلیل هدف از این درس آموختن نظری و عملی مفاهیم مرتبط با این بحث به ویژه در حوزه علوم زمین است.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه شامل اهمیت و ارکان و انواع تحقیق و اهمیت در علوم زمین
- ۲- اصول تحقیق علمی: مطالعات، نقد علمی، جستجوی مسایل تحقیقی، جبهه تحقیقات، گستره تحقیقاتی علوم زمین، دسته‌بندی علوم زمین و مطالعه اشتراکات و تفاوت‌ها در این علوم
- ۳- روش تحقیق در علوم تجربی: مسأله تحقیق در علوم تجربی، انواع مسأله و انواع تحقیق، مراحل تحقیق در علوم زمین، فعالیت‌های میدانی و جمع‌آوری شواهد، انواع آنالیزها و اصول استنتاج در علوم زمین
- ۴- پیشنهادیه تحقیق: انواع پیشنهادیه در علوم زمین، معرفی بخش‌ها و نحوه نگارش
- ۵- ساختار و انواع مقالات پژوهشی: ارکان مقاله و اصول نگارش در علوم زمین، مقالات مروری، مقالات اصیل، مقالات کاربردی
- ۶- مجلات پژوهشی: انواع مجلات، رتبه‌بندی و مراجع آن، کمی‌سازی کیفیت در مجلات پژوهشی و روابط ریاضی آن، مجلات علوم زمین، انتخاب مجله برای ارسال مقاله
- ۷- مرجع دهی و صداقت علمی، پیشگیری از سرقت علمی با اتکا به روش تحقیق، پیشگیری از سرقت علمی با اتکا به روش‌های نرم‌افزاری و اینترنتی
- ۸- مرور عملی مباحث روز دنیای در علوم زمین و زمینه‌های تحقیقاتی



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	ندارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی:

1- A. Pourhashemi, G. E. Zaikov, A.K. Haghi, "Engineering Materials, Applied Research and Evaluation Methods", Apple Academic Press, 2015.05.22

2- G. Rugg, M. Petre, "A Gentle Guide to Research Methods", McGraw-Hill, 2007.

۳- پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، فهرست نشریات فارسی دارای ضریب تأثیر، پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، ۱۳۹۳

۴- معاونت پژوهشی و فناوری، فهرست نشریات علمی دارای اعتبار مهرماه ۱۳۹۳، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ۱۳۹۳

5- Thomson -Reuters Corporation, "Journal Citation Reports 2014", Thomson -Reuters Corporation, 2014.

Scopus Journal Ranking, " Scimago Journal & Country Rank ", www.scimagojr.com, 2014.

6- IEEE, " IEEE Citation Reference", Institute of Electrical and Electronics Engineers, last access 2015.

7- Purdue University, "Purdue OWL: APA Formatting and Style Guide", owl.english.purdue.edu, last access 2015.



روش‌های دقیق در ژئودزی فضایی Precise Techniques in Space Geodesy

چار چوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش های دقیق در ژئودزی فضایی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Precise Techniques in Space Geodesy
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی : ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ سفر علمی					

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مبانی تئوری تکنیک‌های VLBI ، SLR ، LLR ، DORIS و ارتفاع‌سنجی ماهواره‌ای و پردازش داده‌های آنها می‌باشد.

رئوس مطالب:

- ۱- روش تداخل‌سنجی خطوط مبنای خیلی بلند (VLBI)
- ۲- روش طولیایی لیزری ماهواره‌ای (SLR)
- ۳- روش طولیایی لیزری با استفاده از ماه (LLR)
- ۴- کاربردهای طولیایی لیزری ماهواره‌ای و با استفاده از ماه: میدان ثقل، تعیین مدار، چارچوب‌های مرجع، زمان جهانی، طول روز، حرکت قطبی، پرسپشن و نوتیشن، آزمون قانون جاذبه‌ی نیوتن، آزمون نسبیت عام، جزرومد، حرکات تکتونیکی، تغییر شکل‌های پوسته‌ای
- ۵- روش تعیین موقعیت رادیویی و مدارنگاری داپلر با استفاده از ماهواره (DORIS)
- ۶- روش ارتفاع‌سنجی ماهواره‌ای (Satellite Altimetry)



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	ندارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی:

- 1-G. Seeber, "Satellite Geodesy: Foundations, Methods, and Applications", 2nd Edition. Walter de Gruyter, Berlin New York, 2003.
- 2-O. J. Sover and John L. Fanselow, "Astrometry and Geodesy with Radio Interferometry: Experiments, Models, Results", Review of Modern Physics, Vol. 70, No. 4, October 1998.
- 3-V. Cerveny, "Seismic Ray Theory", Cambridge University Press, New York, 713 pp, 2005.
- 4- F. Kleijer, "Tropospheric Modeling and Filtering for Precise GPS Leveling", PhD thesis, TU Delft, 2004.
- 5-H. Kraus, "Die Atmosphäre der Erde - Eine Einführung in die Meteorologie", 3rd Edition, Springer, ISBN 3-540-20656-6, 2004.
- 6- J. M. Wallace and P.V. Hobbs, "Atmospheric science: An Introductory Survey", 2nd Edition. Academic Press, 2006.
- 7- D. D. Wijaya, "Atmospheric Correction Formulae for Space Geodetic Techniques", PhD thesis, Graz University of Technology, Institute of Engineering Geodesy and Measurements Systems, Shaker Verlag, 2010.
- 8-F. Takahashi, T. Kondo, Y. Takahasi, and Y. Koyama, "Wave Summit Course: Very Long Baseline Interferometer", Ohmsha Ltd., Tokyo, Japan, 2000.



سیستم‌های تصویر در ژئودزی Map Projections in Geodesy

چار چوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سیستم‌های تصویر در ژئودزی عنوان درس به انگلیسی: Map Projections in Geodesy
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	
	نظری	الزامی			
	عملی				
	✓نظری	✓اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی :					
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار					

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری اصول سیستم‌های تصویر مختلف، طراحی سیستم‌های تصویر برای مقاصد مختلف و انجام تبدیلات بین آنها می‌باشد.

رئوس مطالب:

- ۱- سطوح مبنا: محاسبات برداری، تئوری سطوح، انحنای گوسی، ژئودزیک‌ها
- ۲- تغییرات مقیاس و اعوجاج زاویه‌ای: شاخص تیسوت، معادلات کوشی-ریمان، اعوجاج برای سیستم‌های تصویر روی کره و روی بیضوی
- ۳- سیستم‌های تصویر استوانه‌ای: تئوری عمومی سیستم‌های استوانه‌ای، سیستم‌های مرکاتور، مرکاتور معکوس، مرکاتور مایل، هم‌مساحت، هم‌فاصله
- ۴- سیستم‌های تصویر مخروطی: تئوری عمومی سیستم‌های مخروطی، سیستم‌های متشابه لامبرت، هم‌مساحت آلبرس، هم‌فاصله، چنداستوانه‌ای
- ۵- سیستم‌های تصویر آزیموتی: تئوری عمومی سیستم‌های آزیموتی، سیستم‌های ارتوگرافیک، استرنوگرافیک، گنومونیک، هم‌فاصله، هم‌مساحت آزیموتی لامبرت، پرسپکتیو کلی
- ۶- سیستم‌های تصویر فضایی: مرکاتور مایل فضایی، ردیابی ماهواره
- ۷- بهینه‌سازی سیستم‌های تصویر: سیستم‌های ایدال و بهترین، معیارهای ارزیابی محلی و ناحیه‌ای، بهینه‌سازی و روش کمترین مربعات، بهینه‌سازی سیستم‌های مخروطی، سیستم‌های تصویر چیشف
- ۸- تبدیل بین سیستم‌های تصویر و مختصات محلی



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	ندارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی:

- 1-P. J. Snyder, "Map Projections- A Working Manual", U.S. Geological Survey Professional Paper 1395, United States Government Printing Office, Washington, 1987.
2. K. Frankish, "Mathematical Cartography- Part one: Geographic Map Projections", Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, 1993.
- 3-E. W. Grafarend and F. W. Krumm, "Map Projections", Springer, 2006.
- 4-M. Capderou, "Satellites Orbits and Missions", Springer, 2005.



اتمسفر در ژئودزی فضایی Atmosphere in Space Geodesy

چار چوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد	عنوان درس به فارسی: اتمسفر در ژئودزی فضایی	
	عملی			واحد:		
	نظری	پایه		۳		
	عملی					
	نظری	الزامی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Atmosphere in Space Geodesy	
	عملی					
	✓ نظری	✓ اختیاری				۴۸
	عملی					
آموزش تکمیلی عملی : سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مفاهیم نظری تاخیر اتمسفری و نحوه مدل‌سازی خطاهای حاصل از تاثیر اتمسفر در روشهای مختلف ژئودزی فضایی است.

رئوس مطالب:

- ۱- تاثیر یونوسفر بر امواج میکروویو: سرعت فاز و گروه، ضریب شکست یونوسفری، تاخیر یونوسفری و نحوه برخورد با آن
- ۲- فیزیک تروپوسفر: ساختار تروپوسفر، محیط پراکنده‌کننده و غیرپراکنده‌کننده، شکست‌پذیری
- ۳- منابع داده برای پارامترهای هواشناسی: رادیوسوندها، رادیومترها، مدل‌های عددی هواشناسی، مدل‌های استاندارد اتمسفر
- ۴- مدل‌سازی تاخیر تروپوسفری: تاخیر کلی مایل، تاخیر کلی زینتی، توابع نگاشت، مدل‌های گرادیانت
- ۵- ردیابی اشعه‌ی مستقیم: معادله‌ی آیکنال در حالت کلی، معادله‌ی آیکنال در سیستم مختصات کروی، روش‌های دوبعدی و سه‌بعدی، تاثیر گرادیانت افقی در نتایج، مولفه‌های اصلی یک روش ردیابی اشعه‌ی نوعی
- ۶- بارگذاری فشار اتمسفری: تغییرات فشار سطح و تغییر شکل سطح زمین، مدل‌سازی بارگذاری فشار اتمسفر، تاثیر بر اندازه-گیری‌های ژئودزی فضایی
- ۷- تاثیر اتمسفر بر ماموریت‌های جاذبی فضایی
- ۸- تاثیر اتمسفر بر دوران زمین



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	ندارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی:

- 1-G. Seeber, "Satellite Geodesy: Foundations, Methods, and Applications", 2nd Edition. Walter de Gruyter, Berlin New York, 2003.
- 2-O. J. Sover and John L. Fanselow, "Astrometry and Geodesy with Radio Interferometry: Experiments, Models, Results", Review of Modern Physics, Vol. 70, No. 4, October 1998.
- 3-J Böhm and H. Schuh (Editors), "Atmospheric Effects in Space Geodesy", Springer, 2013.
- 4- F. Kleijer, "Tropospheric Modeling and Filtering for Precise GPS Leveling", PhD thesis, TU Delft, 2004.
- 5-H. Kraus, "Die Atmosphäre der Erde - Eine Einführung in die Meteorologie", 3rd Edition, Springer, ISBN 3-540-20656-6, 2004.
- 6- J. M. Wallace and P.V. Hobbs, "Atmospheric Science: An Introductory Survey", 2nd Edition, Academic Press, 2006.
- 7- D. D. Wijaya, "Atmospheric correction formulae for space geodetic techniques", PhD thesis, Graz University of Technology, Institute of Engineering Geodesy and Measurements Systems, Shaker Verlag, 2010.



ژئوفیزیک Geophysics

چار چوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ژئوفیزیک عنوان درس به انگلیسی: Geophysics
	عملی				
	نظری	پایه		تعداد ساعت: ۴۸	
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	✓ نظری	✓اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی :					
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار					

هدف درس:

هدف از این درس فراگیری مبانی تئوری و نحوه مدل‌سازی مباحث ژئوفیزیکی می‌باشد.

رئوس مطالب:

- ۱- روش کار در ژئوفیزیک
- ۲- میدان گرانشی و شکل کره زمین
- ۳- زمینلرزه و میدان امواج لرزه‌ای: کشسانی و امواج حجمی کشسان، جبهه موج و پرتو موج، روش اکتشاف لرزه‌ای بازتابی، شدت و بزرگای زمینلرزه
- ۴- توزیع درجه حرارت درون زمین
- ۵- میدان مغناطیسی کره زمین: مبانی فیزیکی میدان مغناطیسی، اندازه‌گیری‌های میدان مغناطیسی زمین، روش‌های اندازه‌گیری، منشأ میدان مغناطیسی کره زمین، نقش عوامل خارج کره زمین در میدان مغناطیسی، تجزیه و تحلیل بی‌هنجاری‌های مغناطیسی
- ۶- میدان‌های الکتریکی درون زمین: میدانهای طبیعی و القایی، روشهای اکتشاف مغناطیسی
- ۷- فرایندهای ژئودینامیکی، مکانیزم‌ها و سازوکارهای محرکه فرایند ژئودینامیکی



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
ندارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1-T. Lay, and T. C. Wallace, "Modern Global Seismology", Academic Press, 1995.
- 2-R. S. Yeats, K. Sieh, and C. R. Allen, "Geology of Earthquakes", Oxford University Press, 1997.
- 3-W. M. Telford, L. P. Geldart, and R. E. Sherif, "Applied Geophysics", Cambridge University Press, 1998.
- 4-H. R. Burger, A. F. Sheehan, and C. H. Jones, "Introduction to Applied Geophysics", W.W. Norton & Company, 2006.
- 5-D. S. Parasnis, "Principles of Applied Geophysics", Chapman and Hall, 1997.



آنالیز تابعی Functional Analysis

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: آنالیز تابعی				
	عملی								
	نظری	پایه							
	عملی								
	نظری	الزامی		تعداد ساعت : ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Functional Analysis				
	عملی								
	✓ نظری	✓ اختیاری							
	عملی								
آموزش تکمیلی عملی :									
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐									

هدف درس :

بسیاری از دروس و مباحث ژئودزی نیاز به آگاهی از فضاهای برداری و مفاهیم آن دارد در این درس سعی می‌شود مطالب نظری مربوطه مورد بحث قرار گیرد.

رئوس مطالب:

- ۱- تئوری مجموعه‌های
- ۲- فضاهای برداری
- ۳- فضای هیلبرت، نمایش ریتس، مجموعه‌های متعامد، تبدیل فوریه برای دایره
- عملگرهای فضای هیلبرت: الحاقی یک اپراتور، اپراتورهای فشرده و کاربرد آن در سیستم اشتروم لویویل
- ۴- فضای باناخ: مثالهای ساده درباره فضای باناخ، اپراتورهای خطی روی فضای نرم دار، فضاهای نرم‌دار متناهی‌البعده، قضیه هان-باناخ
- ۵- فضاهای محدب موضعی نرم‌پذیر و متریک- برخی نتایج هندسی قضیه هان-باناخ- مثالهایی در مورد فضای دوگان



روش ارزیابی :

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
ندارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی :

- 1-P. D. Lax, "Functional Analysis", John Wiley & Sons, 2002.
- 2-J. B. Conway "A Course in Functional Analysis", 2nd Edition Springer, 1994.
- 3-H. Brezis, "Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations", 2nd Edition, Springer, 2011.
- 4-W. Rudin, "Functional Analysis", 2nd Edition, McGraw-Hill, 1991.



سامانه ناوبری اینرسی و تلفیق با سامانه ناوبری ماهواره‌ای جهانی Inertial Navigation Systems and GNSS/INS Integration

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد	عنوان درس به فارسی: سامانه ناوبری اینرسی و تلفیق با سامانه ناوبری ماهواره‌ای جهانی
	عملی			واحد:	
	نظری	پایه		۳	
	عملی				
	نظری	الزامی		عنوان درس به انگلیسی: Inertial Navigation Systems and GNSS/INS Integration	
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری			تعداد
	عملی				ساعت : ۴۸
آموزش تکمیلی عملی : ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار					

هدف درس :

در این درس روابط ریاضی و فیزیکی حاکم بر ناوبری اینرسی و پیچیدگی اجرایی آن بررسی شده و تلفیق آن با سامانه ناوبری ماهواره‌ای جهانی انجام می‌شود.

رئوس مطالب:

- ۱- کاربردهای سامانه‌های اینرسی و تلفیق GNSS/INS در علوم ژئوماتیک، چارچوب‌های مختصات و انتقال‌ها، چارچوب اینرشیا، ECEF و ناوبری، انتقال‌ها: کسینوس‌های هادی، زوایای اولری، کواترنیون، بردارهای محوری، نرخ زاویه‌ای، معادلات دیفرانسیلی انتقال
- ۲- دستگاه‌های اندازه‌گیری اینرشیا، ژيروسکوپ: ژيروسکوپ‌های مکانیکی، ژيروسکوپ‌های نوری، ژيروسکوپ‌های حلقه لیزری و خطاهای آن، ژيروسکوپ‌های فیبر نوری و خطاهای آن
- ۳- شتاب‌سنج، شتاب در سیستم غیر اینرشیا، شتاب‌سنج‌های آونگی، شتاب‌سنج‌های ارتعاشی، شتاب‌سنج‌های پیزوالکتریک، شتاب‌سنج و سنجش ثقل در ژئودزی
- ۴- سیستم‌های ناوبری اینرشیا، انواع مکانیزه‌کردن INS، مکانیزاسیون پایدار شده مکانی Space Stabilized: تنظیم شولر،



- آزیموت سرگردان، مکانیزاسیون دور بسته Strapdown: بدست آوردن ماتریس انتقال
- ۵- معادلات ناوبری: معادلات ناوبری در چارچوب‌های مختلف: i-Frame, e-Frame, n-Frame, w-Frame، انتگرال گیری معادلات ناوبری، دینامیک خطاهای سیستم، بررسی اثر ثقل در ایجاد خطا در INS دینامیک خطاها در چارچوب‌های مختلف، اثر خطاهای IMU ها، مدل اساسی خطاها
- ۶- شروع به کار و تنظیم اولیه INS، تنظیم اولیه و تقریبی Coarse Alignment، تنظیم نهایی و دقیق Fine Alignment تنظیم در حال حرکت
- ۷- تلفیق GNSS و INS، تبیین مزایا و معایب هر یک از سیستم‌ها و اهمیت تلفیق، تلفیق غیر متمرکز، تلفیق متمرکز، کاربردهای تلفیق
- ۸- گراویمتری متحرک، مقدمه، بدست آوردن ثقل از تلفیق GPS/INS، ثقل حاصل از شتاب‌سنجی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی :

- 1-C.Jekeli, "Inertial Navigation Systems with Geodetic Applications", Walter de Gruyter, Berlin, New York, 2001.
- 2-M.S. Grewal, L.R. Weill, and A.P.Andrews, "Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Innegration", John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- 3- P.D. Groves, "Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems", Artech House, 2008.
- 4-R.M. Rogers, "Applied Mathematics in Integrated Systems", AIAA Education Series 3rd Edition, 2007.
- 5- P. Aggarwal, Z. Syed and A. Noureldin, "MEMS-Based Integrated Navigation (GNSS Technology and Applications) ", Artech House, 2010.
- 6- D. Titterton and J. Weston, "Strapdown Inertial Navigation Technology", 2nd Edition, IEE Radar, Sonar, Navigation & Avionics, 2005.



تئوری و کاربردهای تعیین مدار ماهواره‌ها Theory and applications of Satellite Orbit Determination

چارچوب سرفصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: تئوری و کاربردهای تعیین مدار ماهواره‌ها عنوان درس به انگلیسی: Theory and applications of Satellite Orbit Determination
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی		تعداد ساعت : ۴۸	
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				

| آموزش تکمیلی عملی : ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار | | | | | |

هدف درس :

تعیین مدار ماهواره‌ها در بررسی میدان ثقل زمین و تعیین موقعیت دقیق نقاط زمینی به روش ماهواره‌ای و سایر کاربردهای ژئودزی ماهواره‌ای از اهمیت زیادی برخوردار است. در این درس برخی تکنیک‌های تعیین مدار و کاربردهای آن مورد بحث قرار می‌گیرد.

رئوس مطالب:

- ۱- مرور مسئله دو جسم و نحوه‌ی تعیین پارامترهای مدار کپلری از بردار موقعیت و سرعت، بردار موقعیت و مشاهدات زاویه-ای
- ۲- مدل نیرو، ماه و خورشید، اصطکاک اتمسفری، نیروی پرتاب، تشعشعات خورشیدی و سایر نیروهای اثرگذار بر ماهواره
- ۳- انواع مدار: GEO, LEO, Highly Elliptical, صور فلکی ماهواره‌ای (Constellation)
- ۴- تعیین مدار، انواع روشهای تعیین مدار؛ دینامیک، کینماتیک و هیبرید. روشهای انتگرال گیری مدار، مدار بوسان، مسئله مقدار مرزی و مقدار اولیه در مدار
- ۵- روشهای مشاهدات به ماهواره‌ها، برآورد مدار عددی و تحلیلی، خطی سازی معادلات برآورد پارامترهای مدار
- ۶- برآورد پارامترهای مداری



۷- کاربردهای تعیین مدار دقیق: GNSS، ماموریت‌های جاذبی، ارتفاع‌سنجی راداری ماهواره‌ای، SLR

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	آزمون‌های نوشتاری: دارد	ندارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی :

- 1- H.D. Curtis, "Orbital Mechanics for Engineering Students", 3rd Edition, Elsevier Butterworth-Heinemann Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, 2013.
- 2- M. Capderou, "Satellites Orbits and Missions", Springer-Verlag France, 2005.
- 3- O. Montenbruck and E. Gill, "Satellite Orbits, Models, Methods, and Applications", Springer- Verlag Berlin Heidelberg New York, 2nd Edition 2001.
- 4- W. Kaula, "Theory of satellite geodesy", Blaisdell Publ, Comp, London, 1966.
- 5- G. Xu, "Orbits", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.



تداخل‌سنجی و ارتفاع‌سنجی راداری RADAR Altimetry & Interferometry

چارچوب سرفصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: تداخل سنجی و ارتفاع سنجی راداری عنوان درس به انگلیسی: RADAR Altimetry & Interferometry
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی			
	عملی				
	نظری ✓	اختیاری ✓			
	عملی				

آموزش تکمیلی عملی :		
☐ سفر علمی	☐ کارگاه	☐ آزمایشگاه
☐ سمینار		

هدف درس :

هدف از این درس، ارائه اصول روش‌های ارتفاع‌سنجی و تداخل‌سنجی راداری و ویژگی‌های هندسی و تصحیح خطاهای مربوط و تبیین نحوه پردازش داده‌های حاصل از این روش‌ها است.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه: هدف ارتفاع‌سنجی، تاریخچه ماهواره‌های ارتفاع‌سنجی راداری
- ۲- مشخصات و اطلاعات ماهواره‌های ارتفاع‌سنجی راداری: ماهواره‌های موجود
- ۳- داده‌های آلتیمتری: انواع داده‌ها و تفاوت‌ها
- ۴- اصول اندازه‌گیری ارتفاع‌سنجی راداری: محاسبه ارتفاع نقاط از اندازه‌گیری‌های ماهواره‌های ارتفاع‌سنجی راداری
- ۵- تصحیحات لازم برای محاسبه ارتفاع صحیح: تصحیح ژئوئید، تصحیح مدار، تصحیح یونسفر و تروپوسفر و غیره
- ۶- محاسبات تصحیحات در روش آلتیمتری، اصول مثلث‌بندی هوایی و تشکیل باند اجسمنت شده در آلتیمتری، تعیین دقت
- ۷- تعیین طول و عرض جغرافیایی نقاط اندازه‌گیری شده
- ۸- تهیه نقشه دیجیتال و توپوگرافی از نقاط مختلف سطح دریا و زمینهای بایر، مقایسه با نقشه رقومی حاصل از GPS
- ۹- پرچم زنی: تعریف و انواع، تعیین بهترین ترکیب پرچم‌ها در زمین‌های مسطح خشکی و دریا
- ۱۰- اصول تداخل‌سنجی، ارتفاع‌سنجی راداری، ابزار و ماموریت‌های فضایی
- ۱۱- معادلات تداخل‌سنجی راداری، خطاها (عوامل و مدل هندسی خطاها)، حل ابهام فاز و پرش
- ۱۲- کاربردهای تداخل‌سنجی راداری در تعیین ارتفاع و توپوگرافی، نشست و لغزش زمین، تعیین تغییرات



روش ارزیابی :

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
ندارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- V.B.H. Gini Ketelaar, "Satellite Radar Interferometry: Subsidence Monitoring Techniques", Springer, 2009.
- 2- M.I. Skolnik, "Introduction to Radar Systems", 3rd Edition, McGraw-Hill, 2002.
- 3- N. El-Sheimy, C. Valeo and A. Habib, "Digital Terrain Modeling: Acquisition, Manipulation and Applications", Artech House Publishers, 2005.
- 4- R.F. Hanssen, "Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis", Springer, 2001.



ناوبری دقیق Precise Navigation

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: ناوبری دقیق				
	عملی			۳					
	نظری	پایه							
	عملی								
	نظری	الزامی		تعداد ساعت : ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Precise Navigation				
	عملی								
	✓ نظری	✓ اختیاری							
	عملی								
آموزش تکمیلی عملی :									
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار									

هدف درس :

ناوبری دقیق در مسایل مربوط به هیدروگرافی، ثقل سنجی و کاربردهای هدایت هواپیماها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این درس اصول کلی و مدل‌های ریاضی برخی از تکنیک‌های ناوبری آموزش داده می‌شود.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه و برخی کاربردها، انواع روش‌های ناوبری دقیق
- ۲- مبانی ریاضی و فیزیکی ناوبری، چارچوب‌های مختصات مختلف در ناوبری و انتقالها
- ۳- ناوبری زمینی، استفاده از شبه ماهواره‌ها و روش‌های ناوبری رادیویی زمینی، سامانه موقعیت‌یاب محلی
- ۴- ناوبری نجومی سنتی، معادلات ناوبری نجومی و دقت‌های قابل دستیابی در هر پارامتر، تعیین زمان در ناوبری
- ۵- ناوبری نجومی تصویری، معادلات تبدیل تصویر به موقعیت، آنالیز دقت موقعیت حاصل
- ۶- ردیاب‌های ستاره‌ای، مدل‌های ریاضی و محاسبات مربوطه
- ۷- ناوبری اینرشیتال، واحدهای ناوبری اینرشیتال و سیستم ناوبری اینرشیتال، محدودیت‌ها و مزایای INS
- ۸- ناوبری بر اساس تصویر و مدل‌های ریاضی



روش ارزیابی :

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
ندارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی :

- 1-B. Hofmann-Wellenhofm, K. Legat, M. Wieser, "Navigation Principles of Positioning and Guidance", Springer-Verlag Wien 2003.
- 2-C. Jekeli, "Inertial Navigation Systems with Geodetic Applications", Walter de Gruyter, Berlin, New York, 2001.
- 3-M.S. Grewal, L.R. Weill, and A.P.Andrews, "Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration", John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- 4- P.D. Groves, "Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems", Artech House, 2008.



آلگوریتم‌های خاص در تعیین موقعیت جهانی Special Algorithms in GNSS

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد	عنوان درس به فارسی: آلگوریتم‌های خاص در تعیین موقعیت جهانی
	عملی			واحد:	
	نظری	پایه		۳	
	عملی				
	نظری	الزامی		تعداد	
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		ساعت :	
	عملی			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی :					
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار					

هدف درس:

تکنیک‌های پردازش و سرشکنی در سامانه ناوبری ماهواره‌ای جهانی در این درس بررسی شده و برخی از این مفاهیم به صورت خاص مورد بررسی قرار گرفته است.

رئوس مطالب:

- ۱- حل ایهام فاز در PPP
- ۲- تعیین توجیه با GNSS : قیود در تعیین توجیه، معادلات تعیین توجیه کینماتیک
- ۳- تعیین موقعیت دقیق GNSS برای مقاصد نقشه‌برداری صنعتی
- ۴- کالیبراسیون آنتن‌های ژئودتیک؛ مطلق، نسبی. آنتن‌های ژئودتیک GNSS و مشخصات آنها
- ۵- تعیین موقعیت انعکاسی در GNSS (GNSS Refelctometry)
- ۶- تغییرات و جابجایی مرکز فاز آنتن گیرنده‌ها، تعریف مسئله، اهمیت PCV (Phase Center Variation) و PCO (Phase Center Offset) برای کاربردهای نقشه‌برداری و دقیق، فرمت ANTEX و استفاده از آن در نرم‌افزارها
- ۷- نرم‌افزارهای علمی GNSS: تفاوت نرم‌افزارهای علمی و تجاری، معرفی برخی نرم‌افزارهای علمی، پردازش با یکی از نرم‌افزارهای علمی
- ۸- شبکه‌های RTK: آلگوریتم‌های مختلف تصحیحات شبکه، روش‌های درون‌یابی خطاهای شبکه



۹- فرمت های استاندارد, RINEX, SP3, SINEX, ANTEX, IONEX, TROPX, NMEA, GPX, KML, RTCM

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی :

- 1- G. Xu, "GPS – Theory, Algorithms and Applications", 2nd Springer, Berlin Heidelberg New York, 2007.
- 2- B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, and E. Wasle, "GNSS – Global Navigation Satellite Systems, GPS, GLONASS, Galileo, and More", Springer-Verlag, Wien New York 2007.
- 3- A. Leick, L. Rapoport, D. Tatarnikov "GPS Satellite Surveying ", Wiley, Hoboken, 4th Edition 2015.
- 4- R. Dach, U. Hugentobler, and P. Walser, "Bernese GPS Software Version 5.0 Tutorial", Astronomical Institute, University of Bern, 2011.
- 5-G. Seeber, "Satellite Geodesy: Foundations, Methods, and Applications", Walter de Gruyter, Berlin New York, 2nd Edition, 2003.



ثقل‌سنجی ماهواره‌ای Satellite Gravimetry

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز :	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ثقل سنجی ماهواره‌ای عنوان درس به انگلیسی: Satellite Gravimetry	
	عملی					
	نظری	پایه				تعداد ساعت: ۴۸
	عملی					
	نظری	الزامی				
	عملی					
	✓ نظری	✓ اختیاری				
	عملی					

آموزش تکمیلی عملی :			
☐ کارگاه	☐ آزمایشگاه	☐ سمینار	☐ سفر علمی

هدف درس:

در این درس مباحث تئوری و تکنیک‌های ثقل‌سنجی ماهواره‌ای بررسی می‌شود. ایجاد توانایی درک ، مدل‌سازی و انجام محاسبات مربوط به ثقل‌سنجی ماهواره‌ای در دانشجویان تحصیلات تکمیلی ژئودزی هدف این درس است.

رئوس مطالب:

- ۱- مروری بر مکانیک کلاسیک، مسیرهای ماهواره‌ای نزدیک
- ۲- پتانسیل جاذبه زمین، تئوری اغتشاش
- ۳- تعیین مشخصات میدان ثقل زمین
- ۴- روش‌های اندازه‌گیری ثقل، روش‌های بدست آوردن اطلاعات جاذبی از مدار ماهواره‌ها
- ۵- تکنیک‌های اندازه‌گیری ماموریت‌های مختلف: شتاب‌سنج , Gravity Gradient , SST , HL-SST
- ۶- بررسی ماموریت‌های جاذبی ماهواره‌ای
- ۷- داده‌های ماموریت‌های جاذبی
- ۸- برخی کاربردهای گرویمتری ماهواره‌ای: انتقال و بازپخش جرم درون زمین، بررسی ذخایر آبهای زیرزمینی، تغییرات فشار کف اقیانوس‌ها، تعیین ژئوئید.



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
ندارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی :

- 1-F. Flechtner, N. Sneeuw, W.D. Schuh, "Observation of the System Earth from Space - CHAMP, GRACE, GOCE and Future Missions", Springer-Verlag Berlin Heidelberg , 2014.
- 2-F. Sansò and R. Rummel, "Theory of Satellite Geodesy and Gravity Field Determination", Lecture Notes in Earth Sciences, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1998.
- 3-M. Bursa K. Pec, "Gravity Field and Dynamics of the Earth", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1993.
- 4-M.S. Grewal, L.R. Weill, and A.P. Andrews, "Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration", John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- 5-H. Moritz and I. I. Mueller, "Earth Rotation: Theory and Observation", Ungar, New York, 1987.
- 6- R. V. Garcia, "Local Geoid Determination from GRACE Mission", Rep 460, Department of Geodetic Science, the Ohio State University, Columbus 2002.
- 7- S. C. Han, "Efficient Global Gravity Determination from Satellite-to- Satellite Tracking (SST)", Rep 467, Department of Geodetic Science, The Ohio State University, Columbus, 2003.



آمار پیشرفته Advanced Statistics

چارچوب سر فصل درس

عنوان درس به فارسی: آمار پیشرفته	عنوان درس به انگلیسی: Advanced Statistics	تعداد واحد: ۳	تعداد ساعت: ۴۸	نوع واحد	جبرانی	نظری	دروس پیش نیاز : تئوری خطاها و جبر خطی	
						عملی		
						نظری		پایه
						عملی		
						نظری		الزامی
						عملی		
						نظری ✓		اختیاری ✓
						عملی		
						آموزش تکمیلی عملی :		
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار								

هدف درس :

در این درس روش‌های پیشرفته آمار در علوم ژئوماتیک مورد بررسی قرار می‌گیرد. این روشها شامل تئوری مشاهدات، و خطاها، تئوری تصمیم و آزمون‌های آماری در مدل‌های خطی، آنالیز واریانس و کواریانس و روش‌های مختلف برآورد در ژئودزی می‌باشد.

رئوس مطالب :

- متغیر تصادفی یک بعدی و چند بعدی، توابع توزیع گسسته و پیوسته، توابع توزیع چند بعدی (توزیع توام)، توزیع شرطی، استقلال متغیرهای تصادفی، توابع توزیع کناری، توزیع نرمال چند بعدی، توابع توزیع کناری و شرطی نرمال چند بعدی
- ماتریس واریانس و کواریانس، قوانین انتشار میانگین، واریانس و کواریانس، توزیع یک و چند بعدی، کاربردهای مختلف قوانین انتشار در علوم ژئوماتیک، توزیع‌های خی دو، تی، و فیشر و کاربردها در ژئودزی
- فرض ساده و پیچیده، تصمیم بین دو فرض ساده (قضیه نیمن-پیرسون)، قضیه تصمیم، قضیه تصمیم بیز، آمار بیزین، آزمون نسبت احتمال
- آزمون‌های فرض در مدل‌های خطی، آزمون مدل و مشاهدات، حالت‌های خاص. کاربرد در مدل‌های خطی در کشف اشتباهات در ژئودزی، تصمیم به کاربردهای مختلف علوم ژئوماتیک
- ماتریس واریانس کواریانس چند متغیره، روش برآورد ماتریس کواریانس در مدل‌های چند متغیره، آزمون مساوی



بودن واریانس‌ها و کواریانس‌ها، آزمون معنی‌دار بودن ضریب همبستگی، آزمون مساوی بودن دو ماتریس کواریانس (۶) همبستگی زمانی و مکانی سری‌های اطلاعاتی، ارتباط با آنالیز چند متغیره، کواریانس سیگنال یا نویز؟ نقش کواریانس در پیش‌بینی و درونیابی اطلاعات ژئوماتیک

(۷) آماره‌های کافی، برآورد با شرط محدب بودن تابع هدف، بهترین برآوردهای خطی نااریب، روش برآورد بیز، معادلات درستنمایی، روش برآورد ماکزیمم درستنمایی، برآوردهای پایدار، برآوردهای M و سازگاری آنها، خاصیت نرمال بودن مجانبی برآوردهای M ، کارائی برآوردها، کارائی برآوردهای ماکزیمم درستنمایی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	دارد	آزمون‌های نوشتاری: دارد	ندارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی :

1. P. J. G. Teunissen, "Testing Theory: An Introduction", Delft University of Technology, Delft University Press, 2001
2. P. J. G. Teunissen, D. G. Simons, and C. C. J. M. Tiberius, "Probability and Observation Theory", Delft University of Technology, Delft University Press, 2008
3. T. Kollo and D. von Rosen, "Advanced Multivariate Statistics with Matrices", Dordrecht, The Netherlands, Springer-Verlag, 2005.
4. A. Di Ciaccio, M. Coli, and J. M. Angulo Ibanez (Eds.), "Advanced Statistical Methods for the Analysis of Large Data", Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2012



روش‌های پیشرفته برآورد Estimation Methods Advanced

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : سرشکنی و آزمون های آماري	نظري	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: روش های پیشرفته برآورد
	عملی				
	نظري	پایه		۳	
	عملی				
	نظري	الزامی		تعداد ساعت:	
	عملی				
	✓ نظري	✓ اختیاری		۴۸	
	عملی				
عنوان درس به انگلیسی: Advanced Estimation Methods					
آموزش تکمیلی عملی :					
☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ سفر علمی					

هدف درس :

در این درس تکنیک‌های پیشرفته برآورد در علوم ژئوماتیک شامل روش‌های پیشرفته جبر خطی، برآورد مولفه‌های واریانس-کواریانس و کاربرد آن در ژئودزی، مدل‌های منفرد و روش‌های برآورد صحیح (غیر اعشاری) پارامترها مورد بحث قرار می‌گیرد.

رئوس مطالب :

- فضاهای برداری، استقلال و وابستگی بردارها، پایه و بعد فضای برداری، اشتراک، اجتماع و جمع فضاهای برداری، ماتریس‌ها و عملگرهای ماتریسی، مشتق ماتریس‌ها، فضای برد و پوچی ماتریس‌ها، مرتبه ماتریس
- معکوس ماتریس‌ها، حل سیستم معادلات خطی، ماتریس‌های مثلثی و تجزیه LDU، معکوس ماتریس‌های پارتیشن شده، دترمینان، ماتریس معین و مثبت، فضای اقلیدسی و تعریف نرم و تعامد بردارها، تصویرگرهای مایل و قائم، حل مسئله سرشکنی به عنوان تصویرگر قائم
- معرفی عملگرهای vec و vh ، و ضرب کرونکر، ماتریس نظیرساز و جایگشت، معرفی پارامترها در مدل تصادفی، سیستم معادلات مشاهدات در مدل تصادفی، کلاس ماتریس‌های وزن مجاز مدل تصادفی
- ماتریس کواریانس مشاهدات مدل تصادفی، برآورد مینیم واریانس مولفه‌های واریانس، مزیت‌های روش، مدل‌های تابعی و تصادفی خاص، مشکل واریانس‌های منفی، مدل‌های تصادفی منفرد، مدل‌های تصادفی بد ترکیب، کاربردهای روش
- مفهوم منفرد بودن از دید نگاشت‌ها، قضیه تجزیه مقدار منفرد، معکوس فراگیر، معکوس چپ و راست، تعبیر هندسی. معکوس‌های فراگیر کمترین مربعات، بازگشتی، مینیمم نرم، کمترین مربعات مینیمم نرم، تبدیل همانندی، محاسبه ماتریس دیتوم روش قیود داخلی، برآوردگرهای ناریب خطی در مدل‌های منفرد



- ۶) مفهوم برآوردگر صحیح کمترین مربعات، کاربرد برآوردگر صحیح در GNSS، مفهوم و محاسبه نرخ موفقیت، گرد کردن به نزدیکترین عدد صحیح، روش خودراه انداز، برآوردگر صحیح کمترین مربعات
- ۷) تعریف و شکل نواحی درون کش در برآوردگرهای صحیح پارامترها، ناوردائی برآوردگر صحیح کمترین مربعات نسبت به تبدیلات مجاز غیر منفرد، ناهمبسته‌سازی ابهام فازها، معرفی روش لاندا و شبکه

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی :

1. P. J. G. Teunissen, D.G. Simons, C.C.J.M. Tiberius, "Probability and Observation Theory", Delft University of Technology, Delft University Press, 2008
2. Grafarend, E. and Sanso F., Editors, "Optimization and Design of Geodetic Networks", Springer, 1985
3. A. R. Amiri-Simkooei, "Variance component estimation in linear models: theoretical and practical aspects on Global Positioning System", VDM Verlag Dr. Müller, 2010
4. P. J. G. Teunissen, "Adjustment Theory: An introduction", Delft University of Technology, Delft University Press, 2000



آنالیز سری‌های زمانی Time Series Analysis

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: آنالیز سری های زمانی	
	عملی					
	نظری	پایه				تعداد ساعت : ۴۸
	عملی					
	نظری	الزامی				
	عملی					
	نظری ✓	اختیاری ✓				
	عملی					

آموزش تکمیلی عملی :			عنوان درس به انگلیسی: Time Series Analysis
☐ کارگاه	☐ آزمایشگاه	☐ سمینار	☐ سفر علمی

هدف درس:

هدف این درس فراگیری تکنیک‌های پیشرفته آنالیز سری‌های زمانی و ایجاد مهارت در مدل‌سازی ریاضی سری‌های زمانی و اطلاعاتی در کاربردهای مختلف علوم ژئوماتیک می‌باشد.

رئوس مطالب :

- ۱) تابع متناوب و تقریباً متناوب، توابع هارمونیک ساده‌ترین شکل توابع متناوب، طیف نقطه‌ای، آنالیز طیفی یک تابع هارمونیک، شکل مختلط آنالیز هارمونیک، آنالیز هارمونیک یک تابع غیر متناوب، طیف دامنه، توان و فاز
- ۲) مفهوم تابع دلتای دیراک، تبدیل فوریه، ارتباط بین تصویر و پیش تصویر فوریه، پیش دو تابع، قضیه پیش ، سیستم خطی به عنوان یک فیلتر، خواص پایه چگالی طیفی، تبدیل فوریه دو بعدی، پیش دو بعدی
- ۳) تبدیلات فوریه گسسته، پیش خطی و دوره‌ای، تبدیل هارتلی، تبدیل هارتلی پیوسته و گسسته، تبدیل فوریه سریع، روش دو برابر سازی متوالی، روش تجزیه ماتریسی
- ۴) آنالیز طیفی سری‌های زمانی، تابع چگالی طیفی، برازش امواج سینوسی، طیف سری‌های شبیه‌سازی شده، نویز سفید و رنگی، فواصل نمونه‌برداری و بازه زمانی، خطاهای سیگنال کاذب و نشت طیفی، توابع اتوکورولیشن و کراس کورولیشن و ارتباط با چگالی طیفی
- ۵) ارزیابی روش‌های آنالیز طیفی موجود، برآورد هارمونیک کمترین مربعات یک بعدی و چند بعدی، برآورد هارمونیک مدوله شده و چند مولفه ای، کاربردها در کشف و برآورد سیگنال‌های پرلودیک سری‌های زمانی، کاربردها در کشف و برآورد ناپیوستگی‌های سری‌های زمانی



- ۶) آنالیز طیفی منفرد، تجزیه و بازسازی اطلاعات، مفهوم آنالیز طیفی منفرد، آنالیز طیفی منفرد چند متغیره، آنالیز طیفی منفرد یک روش بدون مدل، پیش بینی به روش آنالیز طیفی منفرد، پرکردن گپ‌های سری زمانی
- ۷) تئوری و تعریف موجک، تبدیل پیوسته موجک، مقایسه تبدیل فوریه و موجک، تبدیل گسسته موجک، موجک مادر، تبدیل موجک فراگیر، تبدیل موجک سریع، کاربردهای تبدیل موجک

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی :

1. M. B. Priestley, "Spectral Analysis and Time Series in Probability and Mathematical Statistics", Academic Press, San Diego, 1981
2. P. Bloomfield, "Fourier Analysis of Time Series: An Introduction", Wiley Series in Probability and Statistics, Wiley-Interscience, 2013
3. N. Golyandina and A. Zhigljavsky, "Singular Spectrum Analysis for Time Series", Springer, 2013
4. A. R. Amiri-Simkooei, "Variance component estimation in linear models: theoretical and practical aspects on Global Positioning System", VDM Verlag Dr. Müller, 2010



مباحث ویژه در ژئودزی Special Studies in Geodesy

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز :	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به فارسی: مباحث ویژه در ژئودزی
	عملی					
	نظری	پایه				
	عملی					
	نظری	الزامی				
	عملی					
	نظری ✓	اختیاری ✓				
	عملی					

آموزش تکمیلی عملی :				عنوان درس به انگلیسی: Special Studies in Geodesy
سفر علمی	کارگاه	آزمایشگاه	سمینار	

هدف درس :

هدف از این درس فراگیری مباحث ویژه در علم روز ژئودزی و بررسی روشهای جدید علمی و کاربردی ژئودزی است.

رئوس مطالب :

استاد ارائه‌کننده با توجه به تخصص خود، مباحث و رئوس مطالب را به گروه پیشنهاد داده که پس از بحث، بررسی و تایید در گروه، درس قابل ارائه خواهد بود.

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد
		عملکردی: ندارد	

متناسب با نظر استاد راهنما در نظر گرفته می‌شود.

منابع اصلی :

متناسب با نظر استاد راهنما ارائه می‌شود.



هیدروگرافی پیشرفته Advanced Hydrography

چارچوب سر فصل درس

عنوان درس به فارسی: هیدروگرافی پیشرفته	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	تعداد ساعت: ۴۸	آموزش تکمیلی عملی :	عنوان درس به انگلیسی: Advanced Hydrography	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒		
							جبرانی	نظری
								عملی
							پایه	نظری
								عملی
							الزامی	نظری
								عملی
							✓ اختیاری	✓ نظری
عملی								

هدف درس :

هدف از این درس فراگیری مهمترین کاربردهای علم هیدروگرافی و سنجش از دور صوتی می باشد که خواص متقابل امواج صوتی و رسوبات دریائی در آن بررسی می گردد.

رئوس مطالب :

- انتشار امواج صوتی در آب، عوامل موثر سرعت صوت در آب، دما و شوری آب، اندازه گیری سرعت صوت، پروفیل های سرعت صوت، توپوگرافی و زمین شناسی بستر دریا
- تقابل امواج صوتی با بستر دریا، رسوبات دریائی، مدل سازی ژئواکوستیک کف دریا، جنس رسوب و صخره های دریائی، اصول پایه امواج صوتی، امواج هارمونیک مسطح، سطح (میزان) فشار صوت
- معادله موج امواج مسطح، جواب هارمونیک معادله موج، امپدانس و شدت صوت، امواج کروی و استوانه ای، جذب صوت و کاهش انتشار، ضریب جذب، شکست، گذر و انعکاس صوت
- تاثیر داپلر، نویز امواج صوتی، نویز امبینت، نویز سونار، برآورد نویز کل، انعکاس امواج صوتی توسط بستر دریا، نرمی و زبری بستر دریا، امواج بازگشتی از بستر دریا، شدت موج بازگشتی
- اکوساندر های تک اشعه، الگوی جهت دهی ترانسدیوسر، اکوساندرهای مدرن، قدرت تفکیک افقی و قائم اکوساندر، شکل امواج بازتابی اکوساندر، کلاس بندی رسوبات دریائی با اکوساندر
- سیستم ساید اسکن سونار، بازتابی تصویر توسط سونار، تشکیل اکوی سونار، قدرت تفکیک سونار، پوشش کامل سیستم سونار، کاربردهای سیستم سونار



۷) اکوساندرهای چند پرتویی، انواع مختلف اکوساندرها، آرایه ارسال و دریافت امواج صوتی، تشکیل تصویر با اکوساندر چند پرتویی، کلاس بندی رسوبات با روش های مدل مبناء، کلاس بندی رسوبات با روش های تجربی، تشخیص نوع رسوب و ساختار شکل رسوب با استفاده از دستگاههای اکوساندر

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی :

1. D. G. Simons, M. Snellen, "Acoustic Remote Sensing and Seafloor Mapping", Delft University of Technology, Delft University Press, 2008.
2. Q. Li, "Digital sonar design in underwater acoustics: principles and application", Springer, 2012.
3. D. R. Jackson and M. D. Richardson, "High-Frequency Seafloor Acoustics", Springer, New York, NY, 2006.



مدل‌سازی رقومی زمین Digital Terrain Modeling

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مدل سازی رقومی زمین		
	عملی						
	نظری	پایه		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Digital Terrain Modeling		
	عملی						
	نظری	الزامی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Digital Terrain Modeling		
	عملی						
	✓ نظری	✓ اختیاری					
	عملی						
آموزش تکمیلی عملی :							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							

هدف درس:

تسلط علمی و اجرایی بر روش‌های مختلف تهیه مدل رقومی زمین و روش‌های کنترل کیفیت و ارائه نتایج، هدف اصلی این درس می‌باشد.

رئوس مطالب:

- ۱- مروری بر مفاهیم بنیادی و تعریف مدل رقومی زمین (DTM) و مدل رقومی ارتفاعی (DEM) و وجوه تمایز آنها
- ۲- ژئومورفولوژی و عوارض مورفولوژیک و نقش آنها در تعیین اسکلت منطقه و طبقه‌بندی زمین از نظر ناهمواری
- ۳- منابع جمع‌آوری اطلاعات: عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، DEM‌های موجود
- ۴- روش‌های جمع‌آوری داده‌ها: روش دستی، روش نیمه خودکار، روش خودکار، تناظریابی رقومی و روش‌ها
- ۵- روش‌های نمونه‌برداری و بحث بر روی دقت و مزایای هر کدام
- ۶- نمونه‌برداری بهینه: روش‌های نمونه‌برداری بهینه، واریوگرام، طیف، ضریب ناصافی، معیارهای افزایش چگالی نقاط
- ۷- ساختاردهی به نقاط: طبقه‌بندی ساختارهای نقاط، شرح ساختارهای مختلف، روش مثلث‌بندی Delaunay
- ۸- درون‌یابی، فیلتر کردن و کاهش داده‌ها، مقایسه روشهای مختلف درون‌یابی و فیلتر کردن
- ۹- روش‌های ارائه اطلاعات: منحنی میزان‌ها، نورپردازی ارتفاعات، پرسپکتیو سه‌بعدی
- ۱۰- دقت DEM و آنالیز اولیه در دستیابی به دقت‌های مورد نیاز
- ۱۱- کاربردهای DEM: در علوم زمینی، در مهندسی عمران



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- Z. Li, Q. Zhu and C. Gold, "Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology", CRC Publishers, 2004.
- 2- Q. Zhou, B. Lees, G. Tang, "Advances in Digital Terrain Analysis (Lecture Notes in Geoinformation and Cartography)", Springer, 2010.
- 3- N. El-Sheimy, C. Valeo, and A. Habib, "Digital Terrain Modeling: Acquisition, Manipulation and Applications", Artech House Publishers, 2005.
- 4- E.M. Mikhail, J.S. Bethel, and J.C. McGlone, "Introduction to Modern Photogrammetry", Wiley, 2001.



فرآیندهای تصادفی Stochastic Processes

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: فرآیندهای تصادفی
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی		تعداد ساعت: ۴۸	
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی : ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ سفر علمی					

هدف درس:

ارائه پایه‌های تئوریک در مورد فرآیندهای تصادفی و ایجاد درک درست و منطقی در مورد سیگنال‌هایی که دارای مولفه‌های زمانی و آماری هستند، از اهداف اصلی این درس است.

رئوس مطالب:

- ۱- بازخوانی تئوری احتمالات با تکیه بر موضوعات مورد نیاز در فرآیندهای تصادفی
- ۲- اصول و مبانی فرآیندهای تصادفی: تعاریف اصلی و ویژگی‌ها
- ۳- مفاهیم ایستانی، ایستادن گردشی و ارگادیسیتی
- ۴- توابع همبستگی، همبستگی متقابل و چگالی طیف توان
- ۵- آشنایی با انواع فرآیندهای تصادفی شامل فرآیندهای گوسی، پواسون، مارتینگل و مارکوف
- ۶- نمایش فرآیندهای تصادفی بر حسب سیگنال‌های پایه
- ۷- مفهوم نویز، انواع آن و چگونگی برخورد با آن با مثال‌هایی از نویز سیستمی در سنجنده‌های اپتیکی و میکروویو و داده‌های فراطیفی
- ۸- تخمین خطی: مبانی نظری و مثال‌های کاربردی
- ۹- تئوری صف و کاربردها



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
دارد	ندارد	آزمون های نوشتاری: دارد	دارد
		عملکردی: ندارد	

منابع اصلی:

- 1- H. Hsu, "Schaum's Outline of Probability, Random Variables, and Random Processes", 3rd Edition, McGraw-Hill, 2014.
- 2- A. Papoulis, "Probability, Random Variables and Stochastic Processes", 4th Edition, McGraw-Hill, 2002.
- 3- W. A. Gardner, "Introduction to Random Processes", McGraw-Hill, 1990.
- 4- H. Stark and J. W. Woods, "Probability, Random Processes and Estimation Theory for Engineers", 3rd Edition, Prentice Hall, 2002.



الگوریتم‌های بهینه‌سازی پیشرفته Advanced Optimization Algorithms

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز : ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: الگوریتم‌های بهینه‌سازی پیشرفته		
	عملی						
	نظری	پایه				تعداد ساعت: ۴۸	
	عملی						
	نظری	الزامی					
	عملی						
	✓ نظری	✓ اختیاری					
	عملی						
آموزش تکمیلی عملی :						عنوان درس به انگلیسی: Advanced Optimization Algorithms	
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							

هدف:

هدف این درس آموزش روش‌هایی است که با استفاده از آنها اقدام به بهینه‌سازی مدل‌های ریاضی مورد استفاده در ژئودزی نمود.

رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه شامل معرفی بهینه‌سازی و کاربردهای آن
- ۲- روش‌های مختلف بهینه‌سازی: مقدمه و معرفی
- ۳- روش‌های بهینه‌سازی مبتنی بر الگوریتم‌های سنتی مانند روش گرادیان نزولی، پایه‌های ریاضی لازم برای بهینه‌سازی مانند ماتریس هسین، بردار گرادیان، روش‌های استاندارد برای یافتن مینیمم بدون قید
- ۴- روش‌های بهینه‌سازی مبتنی بر الگوریتم‌های تکاملی (الگوریتم ژنتیک، پرندگان و غیره)، همگرایی الگوریتم‌ها، مشکلات ناشی از محدوده مقادیر بر تابع شایستگی، همگرایی ناقص، خاتمه کند
- ۵- مقایسه روش‌های مختلف بهینه‌سازی
- ۶- مفاهیم پیشرفته در بهینه‌سازی: بهینه‌سازی چند هدف و چند قیدی، روش‌های دانش پایه، کروموزوم‌های دارای طول متغیر
- ۷- کاربردهای بهینه‌سازی در حل مسائل ژئودتیک: انتخاب بردار ویژگی، انتخاب اعضا خالص در تصاویر فراطیفی، خوشه‌بندی تصاویر
- ۸- مروری بر مباحث روز دنیا و زمینه‌های تحقیقاتی آینده



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	آزمون میان ترم	ارزشیابی مستمر
دارد	آزمون های نوشتاری: دارد	ندارد	دارد
	عملکردی: ندارد		

منابع اصلی:

- 1- Y. Wang, A.G. Yagola, "Optimization and Regularization for Computational Inverse Problems and Applications", Springer, 2011.
- 2- J.A. Snyman, "Practical Mathematical Optimization: An Introduction to Basic Optimization Theory and Classical and New Gradient-Based Algorithms", Springer, 2005.
- 3- H. Pohlheim, "Evolutionary Algorithms: Overview, Methods and Operators", 2005.
- 4- T. Back, D.B. Fogel, Z. Michalewicz, "Evolutionary Computation 1: Basic Algorithms and Operators", CRC Press, 2000.
- 5- T. Back, D.B. Fogel, Z. Michalewicz, "Evolutionary Computation 2: Advanced Algorithms and Operations", CRC Press, 2000.



سمینار ۲ Seminar 2

چارچوب سر فصل درس

دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	جبرانی	نوع واحد	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: سمینار ۲ عنوان درس به انگلیسی: Seminar 2
	عملی				
	نظری	پایه			
	عملی				
	نظری	الزامی		تعداد ساعت: —	
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری			
	عملی				
آموزش تکمیلی عملی:					
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار					

هدف:

ارائه گزارش تحقیق در شکل‌های مختلف یکی از مهمترین آموخته‌های دانشجویان تحصیلات تکمیلی محسوب می‌شود. هدف از این درس تجربه نظری و عملی این موضوع است. دانشجویان این موضوع را با اخذ این درس یا دو درس روش تحقیق در علوم زمین و سمینار خواهند آموخت.

رئوس مطالب:

- ۱- با توجه به نوع درس محتوای آن توسط استاد راهنمای دانشجو تعیین می‌شود. در طول نیمسال اخذ درس، دانشجو با راهنمایی استاد موضوع سمینار را مشخص نموده و پس از اجرای مراحل تحقیق و تهیه گزارش و موارد مد نظر استاد راهنما، به ارائه تحقیق خود در قالب‌های مختلف اقدام می‌نماید.
- ۲- با توجه به اهمیت این درس، لازم است که هر بار شورای تحصیلات تکمیلی گروه در مورد محتوا و نحوه ارزیابی آن نظارت داشته باشد.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
ندارد	ندارد	آزمون های نوشتاری: ندارد	دارد
		عملکردی: ندارد	



منابع اصلی:

- 1- A. Pourhashemi, G. E. Zaikov, A.K. Haghi, "Engineering Materials, Applied Research and Evaluation Methods", Apple Academic Press, 2015.05.22
- 2- G. Rugg, M. Petre, "A Gentle Guide to Research Methods", McGraw-Hill, 2007.

۳- منابع و مقالات مرتبط با موضوع اخذ شده توسط دانشجو



خلاصه تغییرات سرفصل جدید تحصیلات تکمیلی رشته عمران نقشه‌برداری - مهندسی ژئودزی

۱. ارتقاء و تجمیع سرفصل در قالب دوره تحصیلات تکمیلی و تعیین دروس جبرانی، اصلی و تحصیلات تکمیلی
۲. تعریف برنامه برای شیوه «آموزش محور» ارشد و «پژوهش محور» دکتری بر اساس مصوبات وزارت و دانشگاه اصفهان
۳. حذف پیشنیاز دروس با اتکا به تغییرات هماهنگ شده محتوایی در سرفصل کارشناسی در دانشگاه‌های دارای این رشته
۴. تغییر در مراجع همه دروس و اضافه کردن منابع معتبر و جدیدتر به بیشتر دروس
۵. بازبینی سرفصل همه دروس و به روز رسانی سرفصل همه دروس که تغییرات آنها در جدول زیر فهرست شده:

نام درس	نوع تغییر	درصد تغییرات
۱. آنالیز سری‌های زمانی	اضافه شده به سرفصل	۱۰۰٪
۲. تئوری پیشرفته تقریب	اضافه شده به سرفصل	۱۰۰٪
۳. ژئودزی فیزیکی پیشرفته	محتوایی	۴۰٪
۴. ژئودزی ماهواره‌ای پیشرفته	محتوایی	۸۰٪
۵. روش‌های دقیق در ژئودزی فضایی	اضافه شده به سرفصل	۱۰۰٪
۶. ژئودزی فیزیکی و دینامیکی	اضافه شده به سرفصل	۱۰۰٪
۷. سیستم‌های تصویر در ژئودزی	اضافه شده به سرفصل	۱۰۰٪
۸. ژئودینامیک پیشرفته	محتوایی	۵۰٪
۹. اتمسفر در ژئودزی فضایی	اضافه شده به سرفصل	۱۰۰٪
۱۰. ژئوفیزیک	اضافه شده به سرفصل	۱۰۰٪
۱۱. آنالیز تابعی	محتوایی	۵٪ و کمتر
۱۲. سیستم‌های ناوبری اینرشیال و تلفیق GNSS/INS	محتوایی	۸۰٪
۱۳. تئوری و کاربردهای تعیین مدار ماهواره‌ها	اضافه شده به سرفصل	۱۰۰٪
۱۴. تداخل سنجی و ارتفاع سنجی راداری	اضافه شده به سرفصل	۱۰۰٪
۱۵. ناوبری دقیق	اضافه شده به سرفصل	۱۰۰٪
۱۶. الگوریتم‌های خاص در تعیین موقعیت جهانی	اضافه شده به سرفصل	۱۰۰٪
۱۷. ثقل سنجی ماهواره‌ای	محتوایی	۶۰٪
۱۸. آمار پیشرفته	محتوایی	۵۰٪



۱۹	روشهای پیشرفته برآورد	اضافه شده به سر فصل	%۱۰۰
۲۰	هیدروگرافی پیشرفته	اضافه شده به سر فصل	%۶۰
۲۱	مدل سازی رقومی زمین	محتوایی	%۶۰
۲۲	فرآیندهای تصادفی	اضافه شده به سر فصل	%۱۰۰
۲۳	الگوریتم‌های بهینه‌سازی پیشرفته	اضافه شده به سر فصل	%۱۰۰
۲۴	مباحث ویژه در ژئودزی	اضافه شده به سر فصل	%۱۰۰
۲۵	روش تحقیق در علوم زمین	اضافه شده به سر فصل	%۱۰۰