



کاربرگ طرح درس

مشخصات کلی درس									
دانشکده		دانشکدهٔ مهندسی عمران			گروه آموزشی		گروه مهندسی نقشه‌برداری		
رشته و گرایش		مهندسی نقشه‌برداری			مقطع تحصیلی		کارشناسی ارشد		
نام درس به فارسی		ژئودزی هندسی ماهواره‌ای			نام درس به انگلیسی		Geometric Satellite Geodesy		
دروس پیش‌نیاز		ژئودزی ماهواره‌ای دوره کارشناسی			دروس هم‌نیاز				
نوع درس		عمومی ☐ پایه ☐ تخصصی ☒ اختیاری ☐			نام مدرس		اصغر راست‌بود		
سال تحصیلی		نیم‌سال اول ☒ دوم ☐ سال ۱۴۰۳-۱۴۰۴			ایمیل مدرس		arastbood@tabrizu.ac.ir		
واحد	نوع	نظری	عملی	کارگاهی	محل برگزاری	ساختمان	روز	کلاس	ساعت
	تعداد	۳	۰	۰		ساختمان ۶	دوشنبه (فرد)	۳۱۴	۱۰-۱۲
	ساعات برگزاری	۴۸	۰	۰		ساختمان ۶	سه‌شنبه	۳۱۴	۱۴-۱۶

اهداف برگزاری درس	
هدف اصلی	آشنایی با سامانه‌های تعیین موقعیت و ناوبری جهانی یا GNSS با تأکید بر سامانه GPS
اهداف فرعی	هدف این درس معرفی روش‌های هندسی در ژئودزی ماهواره‌ای است. برخلاف روش‌های جاذبی، هدف اصلی در این دسته از روش‌های ماهواره‌ای، تعیین موقعیت است. در این ارتباط طبیعتاً با سیستم‌های مختصات مختلف مورد نیاز در روش‌های هندسی ماهواره، چگونگی تعیین مدار ماهواره‌ها، توسعه مدل‌های ریاضی مربوطه، شناخت منابع مختلف خطا و نحوه تعامل با آن‌ها و نهایتاً روش‌های پردازش یا سرشکنی خطاهای مشاهدات برای رسیدن به موقعیت مطلق یا نسبی نقاط ضروری است. از طرف دیگر با توسعه کاربردهایی جدید برای سامانه‌های تعیین موقعیت و ناوبری، آشنایی با روش‌های مورد نیاز برای پردازش مشاهدات این سیستم‌ها به منظور تحقق اهداف مورد توجه در هر یک از کاربردهای این سیستم‌ها قابل ملاحظه است.

ردیف	سرفصل مطالب درس	ساعات تدریس
۱	ژئودزی هندسی ماهواره‌ای چیست؟ - معرفی اجمالی مباحث مطرح در درس و تبیین ارتباط آن با دروس پیش‌نیاز مربوطه - ارائه تعریفی از ژئودزی ماهواره‌ای و نقش آن در تحقق اهداف مورد توجه در ژئودزی - معرفی رویکردهای هندسی و دینامیک در ژئودزی ماهواره‌ای - مروری بر روند پیشرفت این شاخه از ژئودزی در جهان - معرفی تاریخچه‌ای از فعالیت‌های فضایی در کشور از زمان عضویت ایران در کنوانسیون بین‌المللی مربوطه در سازمان فضایی تاکنون	۲
۲	مفاهیم تعیین موقعیت در ژئودزی ماهواره‌ای سیستم مختصات مورد استفاده در روش‌های ماهواره‌ای تعیین موقعیت در ژئودزی - ارائه مدلی مفهومی از تعیین موقعیت با سامانه‌های ماهواره‌ای و بررسی نقاط ضعف این مدل - تبیین ضرورت تعامل همزمان با سیستم‌های مختصات مختلف در تعیین موقعیت با سامانه‌های GNSS	۲
۳	سیستم مختصات مورد استفاده در روش‌های ماهواره‌ای تعیین موقعیت در ژئودزی - بررسی اهمیت یا نقش زمان در تعیین موقعیت با سامانه‌های ماهواره‌ای - معرفی انواع سیستم‌های اندازه‌گیری زمان از جمله زمان اتمی	۳

	▪ معرفی مختصات تعمیم یافته مداری، اطلاعات مداری ارسالی ▪ بررسی عوامل ایجاد اغتشاش در حرکت مداری ماهواره ها و مقایسه بزرگی آن ها ▪ فرمت راینکس و انواع آن برای مشاهدات GPS و اطلاعات ارسالی	
۲	سیستم تعیین موقعیت جهانی ▪ معرفی بخش های فضایی، زمینی، کنترل و کاربران سامانه GPS ▪ معرفی سیستم زمانی GPS و کاربرد آن در سرویس IGS	۴
۵	ساختار سیگنال در سامانه GPS ▪ اهمیت شناخت ساختار سیگنال در سامانه GPS ▪ معرفی روش های مدولاسیون اطلاعات بر امواج حامل ▪ معرفی دنباله های کد P و CA در سامانه GPS و مقایسه آن ها از نظر دقت ▪ بررسی معماری داخلی یک گیرنده جهت آشنایی با چگونگی مدولاسیون اطلاعات بر روی امواج این سیستم ▪ بررسی روش های کنترل میزان دقت قابل حصول از سامانه GPS و تکنیک های کنترل کننده سطح دسترسی به این سامانه توسط وزارت دفاع آمریکا ▪ معرفی اطلاعات مداری کم دقت یا آلماناک ▪ مروری بر سرویس IGS و محصولات و خدمات این سرویس به کاربران GPS ▪ مقایسه انواع محصولات مداری سرویس IGS به عنوان مهم ترین محصول این سرویس ▪ معرفی اجزای گیرنده های GPS و بررسی مشخصات گیرنده های ژئودتیک ▪ معرفی انواع آنتن ها و پلاریزاسیون آن ها ▪ توضیح روش های برداشت GPS و فرمت RINEX و سایت IGS و پردازش آنلین (عملیات درس)	۵
۲	گیرنده های مورد استفاده در کار با سیستم تعیین موقعیت جهانی ▪ انواع گیرنده های مورد استفاده در نقشه برداری ▪ نحوه کار کردن با منوهای مختلف گیرنده گارمین (ایجاد Way point، track کردن و ...) و نحوه تخلیه و انتقال داده به آن (عملیات درس)	۶
۶	منابع خطای سیستماتیک در تعیین موقعیت با GPS ▪ طبقه بندی منابع خطای سیستماتیک در تعیین موقعیت با GPS ▪ معرفی انواع منابع بایاس مربوط به بخش فضایی سیستم GPS ▪ بررسی چگونگی اثر بایاس در موقعیت نقاط معلوم ▪ معرفی اثر یونسفری در تعیین موقعیت با GPS ▪ طراحی مشاهدات (Planing) و برداشت استاتیک با گیرنده پرومارک و تریمبل (عملیات درس)	۷
۴	منابع خطای سیستماتیک در تعیین موقعیت با GPS (ادامه) ▪ معرفی اثر تروپوسفری در تعیین موقعیت با GPS ▪ بررسی خطای چند مسیری و تأثیر آن در تعیین موقعیت با GPS ▪ بررسی خطاهای imaging، تغییرات مرکز فاز آنتن و خطاهای باقی مانده مدل ▪ تخلیه اطلاعات و پردازش اطلاعات (عملیات درس)	۸
۲	مدل های ریاضی در تعیین موقعیت GPS ▪ مدل ریاضی در تعیین موقعیت با مشاهدات کد ▪ مدل ریاضی در تعیین موقعیت با مشاهدات فاز ▪ معرفی پارامتر ضریب دقت یا DOP و نقش آن در تعیین موقعیت با GPS	

	روش Stop & Go با گیرنده پرومارک (عملیات درس)	
۶	مدل‌های ریاضی در تعیین موقعیت با GPS (ادامه) - معرفی ترکیب تفاضلی یگانه - معرفی ترکیب تفاضلی دو گانه و نقش آن در سرشکنی خطاهای اتفاقی - مشاهدات ماهواره‌ای - معرفی ترکیب تفاضلی سه‌گانه - معرفی ترکیب آزاد از یونسفر - معرفی ترکیب Melbourne-Wubben و نقش آن در تعیین پارامتر ابهام فاز در فرایند سرشکنی خطاهای اتفاقی مشاهدات ماهواره‌ای - روش Kinematic با گیرنده پرومارک (عملیات درس)	۹
۳	مدل‌های ریاضی در تعیین موقعیت با GPS (ادامه) - مقایسه دقت جواب‌های شناور و ثابت در سرشکنی خطاهای اتفاقی مشاهدات ماهواره‌ای - بررسی وابستگی و استقلال خطی مشاهدات در تعیین موقعیت نسبی با اندازه‌گیری‌های فاز و کد - معرفی مفاهیم ماهواره و ایستگاه مرجع در تشکیل معادلات مشاهدات ماهواره‌ای - طبقه‌بندی نرم‌افزارهای پردازش مشاهدات GPS	۱۰
۳	برنامه‌ریزی برای مشاهدات یا Planning - مقایسه آنالیز اولیه در پروژه‌های تعیین موقعیت ماهواره‌ای با آنالیز اولیه در تعیین موقعیت به روش‌های کلاسیک در نقشه برداری - معرفی مراحل مختلف برای برنامه‌ریزی جهت انجام یک پروژه تعیین موقعیت ماهواره‌ای - معرفی انواع چارت‌های آزمایش-ارتفاع، ماهواره-زماناً ضریب دقت و نمایش توزیع فضایی ماهواره‌ها - چگونگی تعیین مدت زمان مشاهدات در تعیین موقعیت ماهواره‌ای	۱۱
۴	روش‌های تعیین موقعیت در ژئودزی ماهواره‌ای - مقایسه روش‌های غیر آنی و آنی تعیین موقعیت در ژئودزی ماهواره‌ای - شرایط مورد نیاز برای تعیین موقعیت آنی دقیق با مشاهدات فاز - تعیین موقعیت دقیق به روش استاتیک - تعیین موقعیت دقیق به روش شبه‌کینماتیک - روش‌های تعیین موقعیت کینماتیک - روش‌های حل ابهام فاز در تعیین موقعیت کینماتیک - تعیین موقعیت به روش ایست-رو، OTF و LRK - تعیین موقعیت به روش RTK - معرفی RT-DGPS و ملزومات آن - تعیین موقعیت کینماتیک ایستگاهی و شبکه‌ای	۱۲
۲	روش‌های تعیین موقعیت در ژئودزی ماهواره‌ای (ادامه) - سایر روش‌های تعیین موقعیت فضایی در ژئودزی شامل روش خط مبنای بلند، SLR، LLR، DORIS - مقایسه مختصر سامانه‌های GLONASS، گالیله و بیدو با سامانه GPS	۱۳

مراجع پیشنهادی درس

- Seeber, G. (2003). *Satellite geodesy*. Walter de gruyter.
- Kaula, W. M. (2013). *Theory of satellite geodesy: applications of satellites to geodesy*. Courier Corporation.

- Giorgi, G., Schmidt, T. D., Trainotti, C., Mata-Calvo, R., Fuchs, C., Hoque, M. M., ... & Schuh, H. (2019). Advanced technologies for satellite navigation and geodesy. *Advances in Space Research*, 64(6), 1256-1273.
- Müller, J., Soffel, M., & Klioner, S. A. (2008). Geodesy and relativity. *Journal of Geodesy*, 82, 133-145.
- Sneeuw, N. (2006). Dynamic satellite geodesy. *Lecture notes, Geodätisches Institut, Universität Stuttgart*.
- Kaplan, E. D., & Hegarty, C. (Eds.). (2017). *Understanding GPS/GNSS: principles and applications*. Artech house.
- Ogaja, C. A. (2024). *An Introduction to GNSS Geodesy and Applications*. Springer Nature.

نحوه ارزیابی و درصد تأثیر

ارزیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون شفاهی	آزمون عملی	فعالیت گروهی	آزمون پایان ترم	تمرین و پروژه
۱۰٪	۲۰٪	-	-	-	۶۰٪	۱۰٪

مدیر گروه:

مدرس:

