



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی



دوره: کارشناسی ارشد
رشته: ریاضیات و کاربردها
گرایش: گراف و ترکیبیات

گروه برنامه ریزی علوم ریاضی

مصوب جلسه شماره ۸۸۷ مورخ ۱۳۹۶/۰۹/۰۴ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

بسم الله الرحمن الرحيم

**عنوان برنامه: دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها گرایش گراف و ترکیبیات
تدوین شده توسط گروه برنامه ریزی علوم ریاضی**

۱- برنامه درسی تدوین شده دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها گرایش گراف و ترکیبیات پیشنهادی گروه برنامه ریزی علوم ریاضی در جلسه شماره ۸۸۷ مورخ ۱۳۹۶/۰۹/۰۴ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی به تصویب رسیده است.

۲- برنامه درسی مذکور در سه فصل: مشخصات کلی، جدول واحد های درسی و سرفصل دروس تنظیم شده و 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.

۳- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ به مدت ۵ سال قابل اجراست و پس از آن نیازمند بازنگری می باشد.

مجتبی شریعتی نیاستر

نایب رئیس شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

عبدالرحیم نوذراهرامیم

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



برنامه و سرفصل درس‌های کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها

- ریاضیات و کاربردها - گرایش آنالیز (مصوب شده)
- ریاضیات و کاربردها - گرایش جبر
- ریاضیات و کاربردها - هندسه و توپولوژی
- ریاضیات و کاربردها - گراف و ترکیبیات (مصوب شده)
- ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق (مصوب شده)
- ریاضیات و کاربردها - ریاضیات تصادفی (مصوب شده)



مقررات عمومی برنامه کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها

کلیه دانشگاه هایی که قبلاً مجوز اجرای رشته به صورت کلی و یا در برخی از گرایش های خاص این رشته را اخذ کرده اند می توانند در همان گرایش هایی که دانشجو گرفته اند کماکان اقدام به پذیرش دانشجو نمایند ولی در سایر گرایش های جدید و یا گرایش هایی که قبلاً مجوز اجرای آن را نداشته اند لازم است نسبت به اخذ مجوز با کد رشته محل مجزا اقدام نموده و فقط در صورت احراز شرایط و پس از اخذ مجوز از وزارت عتف نسبت به پذیرش دانشجو با کد رشته محل مختص گرایش مربوطه اقدام کنند.

طول دوره و شکل نظام

دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها مطابق با آیین نامه جاری دوره ی کارشناسی ارشد وزارت عتف است.

تعداد واحدهای دوره

تعداد واحدهای درسی دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها ۳۲ و به قرار زیر است:

درس های الزامی: ۱۲ واحد، شامل درس اصلی گرایش یا زیر گرایش و دو درس از دروس اصلی گرایش ها یا زیر گرایش های دیگر علوم ریاضی با نظر استاد راهنما و دانشکده.
درس های تخصصی - انتخابی: ۱۲ واحد، شامل سه درس از جدول درس های تخصصی - انتخابی و یک درس با نظر استاد راهنما و تأیید گروه از درس های انتخابی یکی از دوره های کارشناسی ارشد مرتبط.

سمینار: ۲ واحد

پایان نامه: ۶ واحد

اخذ درس سمینار و پایان نامه در نیمسال اول تحصیل مجاز نیست. برای اخذ درس سمینار نیاز به گذراندن دست کم ۹ واحد درسی و برای اخذ پایان نامه گذراندن دست کم ۱۲ واحد (که شامل درس های الزامی می باشد) و اجازه گروه ضروری است.

با توجه به پایه ای بودن دروس الزامی و تنوع ورودی های کارشناسی ارشد در این رشته، دروس الزامی به صورت ۴ واحدی ارائه خواهند شد. بدیهی است گروه های آموزشی اختیار دارند پس از تصویب دانشگاه به میزان ۱ واحد به محتوی سرفصل این دروس که به صورت ۳ واحدی تنظیم شده است اضافه نمایند.

گروه های مجری می توانند درس های جدیدی را به عنوان درس اختیاری مطابق با روال جاری دانشگاه مصوب و آرایه دهند.

دانشجو در طول تحصیل خود نمی تواند بیش از یک درس با عنوان مباحث ویژه اختیار کند.



برنامه کارشناسی ارشد گرایش گراف و ترکیبیات



مقدمه:

برنامه حاضر حاصل تخصص، تجربه و همفکری اعضای زیرکمیته تخصصی گراف و ترکیبیات، منتخب کمیته تخصصی برنامه-ریزی علوم ریاضی در وزارت علوم است که متشکل از متخصصین از دانشگاه‌های مختلف کشور با سابقه تحقیق و تدریس در مقاطع مختلف و تجربه تربیت دانشجویان تحصیلات تکمیلی در زمینه گراف و ترکیبیات است.

هدف:

در این برنامه اهداف زیر مورد نظر قرار گرفته است.

۱. پوشش مفاهیم دسته‌بندی شده در رده‌بندی MSC2010 در زمینه تخصصی گراف و ترکیبیات
۲. کتاب‌های استاندارد و به روز دنیا در زمینه تخصصی گراف و ترکیبیات
۳. در حد ممکن همخوانی با دروس موجود در دانشگاه‌های مطرح دنیا در زمینه تخصصی گراف و ترکیبیات

کلیات برنامه:

در این برنامه دروس در دو جدول، درس‌های اصلی کارشناسی‌ارشد ریاضی (گرایش گراف و ترکیبیات) (جدول ۱) و درس‌های تخصصی-انتخابی کارشناسی‌ارشد ریاضی (گرایش گراف و ترکیبیات) (جدول ۲) آورده شده است. هر دانشجو بایستی ۶ واحد الزامی خود را از دروس جدول ۱ و یک درس ۳ واحدی باقیمانده را از بین دروس الزامی یکی از گرایش‌های علوم ریاضی (ریاضیات و کاربردها یا ریاضیات کاربردی یا علوم کامپیوتر) اخذ نماید. همچنین هر دانشجو بایستی سه درس (۹ واحد) انتخابی خود را از بین دروس جدول ۲ اخذ نماید. ۳ واحد انتخابی باقیمانده یک درس کاملاً اختیاری است که با نظر استاد راهنما و تأیید گروه اخذ خواهد شد.

عنوان دوره و نحوه اجرا: کارشناسی ارشد- گرایش گراف و ترکیبیات

از آنجا که در حال حاضر با توجه به ماهیت این گرایش، همکاران متخصص در گرایش گراف و ترکیبیات در دانشگاه‌های مختلف در هر دو گروه‌های آموزشی ریاضی محض و ریاضی کاربردی فعالیت دارند، دانشگاه‌های مجری با توجه به مجوزهای خود می‌توانند در هریک از گروه‌های آموزشی ریاضی محض یا ریاضی کاربردی اقدام به پذیرش دانشجو نموده و با توجه به مقررات این برنامه دانشجویان را در این گرایش دانش‌آموخته نمایند.

پیش‌نیاز ورود:

داشتن مدرک کارشناسی ریاضی یا یکی از رشته‌های مرتبط و پذیرش به عنوان دانشجوی کارشناسی‌ارشد در دانشگاه مربوطه

مواد آزمون تخصصی ورودی (کنکور):

درس مبانی ترکیبیات از دروس مقطع کارشناسی



فصل دوم

جدول دروس کارشناسی ارشد ریاضی - گرایش گراف و ترکیبیات



جدول ۱: درس‌های اصلی کارشناسی ارشد ریاضی - گرایش گراف و ترکیبیات

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	پیش‌نیاز
۱	نظریه گراف	۳	
۲	آنالیز ترکیبیاتی	۳	

جدول ۲: درس‌های تخصصی-انتخابی کارشناسی ارشد ریاضی - گرایش گراف و ترکیبیات

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	پیش‌نیاز و هم‌نیازها
۱	ترکیبیات شمارشی و کاربردهای آن	۳	نظریه گراف و آنالیز ترکیبیاتی
۲	روش‌های پایه در ترکیبیات	۳	نظریه گراف و آنالیز ترکیبیاتی
۳	نظریه گراف پیشرفته	۳	نظریه گراف
۴	آنالیز ترکیبیاتی پیشرفته	۳	آنالیز ترکیبیاتی
۵	نظریه جبری گراف	۳	نظریه گراف
۶	روش‌های احتمالاتی در ترکیبیات	۳	نظریه گراف
۷	نظریه الگوریتمی گراف	۳	نظریه گراف
۸	بهینه‌سازی ترکیبیاتی	۳	نظریه گراف
۹	مباحث ویژه در نظریه گراف و ترکیبیات	۳	اجازه گروه



فصل سوم

سر فصل دروس کارشناسی ارشد ریاضی - گرایش گراف و ترکیبیات



عنوان		فارسی		نظریه گراف	
درس		انگلیسی		Graph Theory	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	پیش نیاز	دروس
نظری	الزامی	۳	۴۸	ندارد	ندارد
	عملی				
نظری	انتخابی	۳	۴۸	ندارد	ندارد
	عملی				
حل تمرین: ندارد					
نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد					

هدف: آشنایی عمیق با مفاهیم نظریه گراف همراه با اثبات قضایای مهم در این زمینه.

سرفصل‌های درس:

- یادآوری مقدمات نظریه گراف: یکرختی گراف‌ها، اعمال روی گراف‌ها، ماتریس‌های متناظر با گراف‌ها، درخت‌ها، گراف‌های جهت‌دار و تورنمنت‌ها.
- همبندی رأسی و یالی: قضیه منگر و نتایج آن، جریان‌ها در شبکه، قضیه ماکزیمم جریان - مینیمم برش.
- گراف‌های اویلری و هامیلتونی.
- پوشش‌ها: پوشش رأسی، پوشش یالی، عدد احاطه‌گر.
- تطابق‌ها: قضیه هال، قضیه کونینگ، قضیه تات، ۱- عامل‌پذیری، عامل‌ها در گراف‌ها.
- رنگ‌آمیزی‌ها: رنگ‌آمیزی رأسی، قضیه بروکس، چندجمله‌ای رنگی، رنگ‌آمیزی لیستی، رنگ‌آمیزی یالی، قضیه ویزینگ.
- گراف‌های مسطح: قضیه ۵- رنگ‌پذیری گراف‌های مسطح، بیان قضیه ۴-رنگ، قضیه کوراتوسکی، مفهوم ماینورها گراف و بیان حدس Hadviger.
- جریان‌های صحیح: دوگانگی با رنگ‌آمیزی، چندجمله‌ای جریان‌ی، بیان حدس‌های تات.

مراجع پیشنهادی:

1. Bondy J.A., Murty U.S.R., Graph Theory, Springer, 2008.
2. West, Douglas B. Introduction to Graph Theory, Second edition, 2001.
3. Diestel R., Graph Theory, Fourth edition, 2010.



عنوان درس		فارسی	آنالیز ترکیبیاتی
		انگلیسی	Combinatorial Analysis
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
الزامی	۳	۴۸	ندارد
انتخابی	جبرانی	عملی	نظری
نظری	عملی	نظری	عملی
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف: آشنایی با ساختار و تجزیه و تحلیل موجودات ترکیبیاتی مانند طرح‌های ترکیبیاتی، مربع‌های لاتین، آرایه‌های متعامد و ماتریس‌های هادامارد.

سرفصل‌های درس:

- سیستم نمایندگی متمایز: قضیه فیلیپ هال.
 - پرمونت‌ها: محاسبه پرمونت‌ها، کاربردهای پرمونت‌ها، مسایل و حدس‌های مربوط به پرمونت.
 - مربع‌های لاتین: مربع‌های لاتین دو به دو متعامد، قضایای مربوط به وجود و عدم وجود مجموعه کامل از مربع‌های لاتین دو به دو متعامد.
 - طرح‌های بلوکی: طرح‌های بلوکی ناکامل متعادل، ماتریس وقوع یک طرح، قضیه فیشر، قضیه براک-رایزر-چولا.
 - t- طرح‌ها، یکرختی و هم‌ریختی بین طرح‌ها، ساختار طرح‌های سه‌گانه اشتاینر.
 - طرح‌های پوششی سه‌تایی و بسته‌بندی سه‌تایی.
 - صفحه‌های تصویری: صفحه‌های تصویری متناهی، صفحه‌های آفین.
 - ماتریس‌های هادامارد: معرفی چند روش برای ساختن ماتریس‌های هادامارد مانند روش ویلیامسون و روش حاصل ضرب.
- مراجع پیشنهادی:

1. Cameron, Peter J., Combinatorics; Topics, Techniques, Algorithms, 1996.
2. Vanlint, J.H. and Wilson, R.M., A Course in Combinatorics, 2003.
3. D.R. Stinson, Combinatorial Designs: Constructions and Analysis, Springer, 2003.
3. Lindner, C. C. and Rodger, C. A., Design Theory, 1997.



عنوان درس		فارسی				ترکیبیات شمارشی و کاربردها	
		انگلیسی					
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		پیش نیاز	
ندارد	الزامی	انتخابی		جبرانی		۴۸	
	نظری	عملی		نظری		۳	
	حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد					

هدف: آشنایی با ابزار پیشرفته در ترکیبیات مانند شمارش و غیره و کاربردهای آنها در علوم کامپیوتر

سرفصل‌های درس:

- اصل لانه کبوتری: قضیه اردوش-زکرس، قضیه Mantel، قضیه دیریکله، قضیه رمزی برای گراف‌ها، قضیه رمزی برای مجموعه‌ها
- اصول شمارش در ترکیبیات: قضیه دوجمله‌ای و تعمیم‌های آن، تابع مولد معمولی و نمایی، اعداد استرلینگ نوع اول و دوم، اعداد بل، روش شمارش دوگانه، اصل میانگین‌گیری، اصل شمول و عدم شمول
- روش‌های شمارش پیشرفته: لم برنساید، قضیه شمارش پولیا، فرمول معکوس موبیوس
- مجموعه‌های مرتب جزئی: زنجیرها و پادزنجیرها، تجزیه به زنجیرها و پادزنجیرها، سیستم نمایندگی مجزای قوی
- نظریه مجموعه‌های حدی: قضیه اردوش-کو-رادو، قضیه بالاباش، قضیه اسپرتر، خانواده آفتابگردان‌ها

مراجع پیشنهادی:

1. Jukna, S., Extremal Combinatorics with Applications in Computer Science, 2011.
2. Cameron, Peter J., Combinatorics; Topics, Techniques, Algorithms, 1996.
3. Stanley R.P., Enumerative Combinatorics Vol 1., CUP, 1997.



عنوان		فارسی		روش‌های پایه در ترکیبیات	
درس		انگلیسی		Basic Methods in Combinatorics	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	پیش‌نیاز	درس
الزامی	نظری	۳	۴۸	جبرانی	نظریه گراف و آنالیز ترکیبیاتی
	عملی			انتخابی	
	نظری			عملی	
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف: آشنایی با کلیات مفاهیم و روش‌های مهم و مورد نیاز در زمینه تخصصی گراف و ترکیبیات.

سرفصل‌های درس:

- لم منظم زمردی (Regularity Zemeredy Lemma): اثبات و برخی کاربردها.
- جنبه‌های الگوریتمی: معرفی کلاس‌های پیچیدگی P و NP .
- برنامه‌ریزی خطی و الگوریتم‌های تقریب برای حل مسایل نظریه گراف.
- روش‌های احتمالاتی
- روش‌های جبر خطی
- نظریه رمزی
- مترویدها
- روش دشارژ کردن

مراجع پیشنهادی:

1. Bondy J.A., Murty U.S.R., Graph Theory, Springer, 2008.
2. West, Douglas B. Introduction to Graph Theory, Second edition, 2001.
3. Diestel R., Graph Theory, Fourth edition, 2010.
4. Bollobás B., Modern Graph Theory, 1998.
5. Cranston, D.W., West Douglas B., A Guide for the Discharging Method, 2013.



عنوان		فارسی		نظریه گراف پیشرفته		
درس		انگلیسی		Advanced Graph Theory		
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس	پیش نیاز	
نظریه گراف	الزامی		انتخابی		جبرانی	
	نظری	عملی	نظری	عملی		
	حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف: آشنایی با مفاهیم پیشرفته نظریه گراف.

سرفصل‌های درس:

- همبندی: ساختار گراف‌های ۲، ۳ و ۴- همبند، قضیه Mader، قضیه Nash-Williams-Tutte در مورد درخت‌های فراگیر مجزا.
- رنگ‌آمیزی: مباحث تکمیلی در رنگ‌آمیزی رأسی به ویژه قضیه گراف‌های بی نقص، مباحث تکمیلی در رنگ‌آمیزی یالی به ویژه مسأله رده بندی کلاس‌های ۱ و ۲، رنگ‌آمیزی لیستی و اثبات قضیه گالوین.
- گراف‌ها روی رویه‌ها: رسم گراف‌های مسطح، عدد تقاطعی گراف، گونه گراف‌ها، رسم گراف‌ها بر روی سطوح با شرایط خاص.
- عرض درختی و مسیری و برخی از کاربردهای آن.
- ماینورهای گراف: قضیه ۴-رنگ، حدس Hadwiger در حالت‌های کوچک، بیان قضیه Graph Minor و اثبات آن برای درخت‌ها.
- جریان‌های صحیح گراف: قضایای وجودی k -جریان برای k های کوچک، قضایای مربوط به معادل بودن وجود k -جریان‌ها، دوگانگی جریان و رنگ‌آمیزی و بیان حدس‌های تات.
- فضاهای برداری متناظر با گراف: فضاهای دوری، فضاهای برشی، تعریف متروید، شبکه‌های الکتریکی، قدم زدن تصادفی.
- چندجمله‌ای‌های گراف: چندجمله‌ای تات و تعریف‌های معادل آن و ارتباط آن با سایر چندجمله‌ای‌ها. بحث در مورد چندجمله‌ای‌های دیگر مانند چندجمله‌ای تطابقی.
- گراف‌ها، گروه‌ها و ماتریس‌ها: گراف‌های کیلی و شرایر، ماتریس مجاورت، لاپلاسیان و مقادیر ویژه آنها، گراف‌های قویا منظم، گروه خودریختی‌ها و مسایل یکرختی و همریختی در گراف‌ها.

مراجع پیشنهادی:

1. Bondy J.A., Murty U.S.R., Graph Theory, Springer, 2008.
2. West, Douglas B. Introduction to Graph Theory, Second edition, 2001.
3. Diestel R., Graph Theory, Fourth edition, 2010.
4. Bollobas, Modern Graph Theory, 1998.



عنوان		فارسی		آنالیز ترکیبیاتی پیشرفته			
درس		انگلیسی		Advanced Combinatorial Analysis			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	درس پیش نیاز	درس		
آنالیز ترکیبیاتی	اصلی	۳	۴۸	جبراتی		انتخابی	
	نظری			عملی	نظری	عملی	
	حل تمرین: ندارد			نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف: آشنایی با مفاهیم پیشرفته آنالیز ترکیبیاتی

سرفصل‌های درس:

- نظریه اکستریمال مجموعه‌ها: مجموعه‌های جزئی مرتب، قضیه دیلورث، قضیه اسپرتر، قضیه اردوش-کو-رادو

- جریان در شبکه‌ها: قضیه صحیح بودن

- کدها و طرحها: تعریف اولیه کدگذاری انواع کران‌ها

قضیه اسموس-متسون

- شبکه‌ها و وارون موبیوس: جبر وقوعی مجموعه‌های جزئی مرتب تابع موبیوس

MDS

- مجموعه‌های تفاضلی: انواع آن

مراجع پیشنهادی:

1. Van Lint, J.H. and Wilson, R.M., A Course in Combinatorics, 2003.
2. Cameron, Peter J., Combinatorics; Topics, Techniques, Algorithms, 1996.



عنوان		فارسی		نظریه جبری گراف	
درس		انگلیسی		Algebraic Graph Theory	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
نظریه گراف	الزامی		انتخابی		جبرانی
	نظری	عملی	نظری	عملی	
	حل تمرین: ندارد				
نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد					

هدف: آشنایی با گروه خودریختی‌های گراف‌ها و ارتباط آنها با خواص گراف‌ها.

سرفصل‌های درس:

- مطالعه طیف ماتریس‌های متناظر با گراف‌ها مانند ماتریس مجاورت و لاپلاسیان و ارتباط آنها با خواص گراف‌ها.
- یافتن طیف برخی از گراف‌های خاص.
- قضیه پرون - فریبنیوس.
- روابط درهم پیچیدگی.
- گراف‌های هم طیف.
- افرازهای منصفانه، گراف‌های قویا منظم و مقادیر ویژه آنها، NEPS گراف‌ها.
- قضیه درخت - ماتریس.
- عدد همبندی جبری گراف‌ها، Expansion و نامساوی چیگر.
- Associated Schemes
- همریختی بین گراف‌ها، انقباض گراف‌ها، یکرختی بین گراف‌ها، گروه خودریختی‌های گراف‌ها.
- گراف‌های راس ترازا، گراف‌های یال ترازا، گراف‌های کمان ترازا، گراف‌های فاصله ترازا.
- گراف‌های فاصله منظم، گراف‌های کیلی، گراف‌های شرایر و گراف‌های هم مجموعه.
- گراف‌های اولیه و غیر اولیه.



مراجع پیشنهادی:

1. D. Cvetkovic, P. Rowlinson and S. Simic, Introduction to the Theory of Graph Spectra, 2010.
2. N. Biggs, Algebraic Graph Theory, 1993.
3. D. Cvetkovic, M. Doob and Sachs, Spectra of Graphs, 1995.
4. A.E. Brouwer and W.H. Haemers, Spectra of Graphs, Springer, 2011.
5. C. Godsil and G. Royle, Algebraic Graph Theory, 2001.
6. L.W. Beineke and R.J. Wilson, Topics in algebraic Graph Theory, 2004.

عنوان		فارسی		روش‌های احتمالاتی در ترکیبیات	
درس		انگلیسی		Probabilistic Methods in Combinatorics	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	پیش‌نیاز	درس
نظریه گراف	الزامی	انتخابی		جبرانی	
	نظری	عملی	نظری	عملی	عملی
	حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف: آشنایی با روش‌ها و ابزارهای احتمالاتی در حل مسائل ترکیبیاتی.

سرفصل‌های درس:

- یادآوری برخی اثبات‌ها و مفاهیم اولیه احتمالاتی اولیه برای مساله‌های نظریه گراف و ترکیبیات.
- روش اولین گشتاور، نامساوی مارکف و کاربردهای آن.
- استفاده از خطی بودن امید ریاضی.
- روش دومین گشتاور، نامساوی چبیشف و کاربردهای آن.
- لم موضعی لواس و کاربردهای آن.
- مارتینگل‌ها، نامساوی آزوما و کاربردهای آن.
- نامساوی ین سن.
- تالاگراند.
- نتایجی در مورد گراف‌های تصادفی.



مراجع پیشنهادی:

1. N. Alon and J.I. Spencer, The Probabilistic Method, John Wiley & Sons Inc., Third edition, 2008.
2. M. Molloy and B. Reed, Graph coloring and Probabilistic Method, Springer, 2002.

عنوان		فارسی		نظریه الگوریتمی گراف				
درس		انگلیسی		Algorithmic Graph Theory				
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز				
اصلی		۳	۴۸	جبرانی		انتخابی		
نظری	عملی			نظری	عملی	نظری	عملی	
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد						

هدف: آشنایی با الگوریتم‌های مسایل نظریه گراف.

سرفصل‌های درس:

- یادآوری پیش‌نیازها: معرفی مقدمات الگوریتم‌ها و پیچیدگی محاسباتی الگوریتم‌ها.
- اثبات NP- سخت بودن مسایل معروف مانند: مسایل پوشش رأسی، مجموعه مستقل رأسی، 3-SAT-3-رنگ پذیری، ماکزیمم خوشه.
- درخت‌ها و جنگل‌ها: درخت فراگیر کمینه، پیمایش درخت‌ها، q-درخت‌ها و اهمیت آن‌ها.
- ساختمان داده‌های درختی: صف مرتب، انواع heap، جستجوی دودویی.
- فاصله، جریان در شبکه و همبندی: الگوریتم‌های مربوط به همبندی رأسی و یالی و جریان در شبکه.
- الگوریتم‌های انواع پیمایش در گراف‌ها: الگوریتم‌های مربوط به گراف‌های اویلری، هامیلتونی و مساله فروشنده دوره گرد.
- گراف‌های مسطح: الگوریتم‌های مربوط به مسطح بودن گراف‌ها.
- رنگ‌آمیزی گراف‌های: تحلیل الگوریتمی مسئله رنگ‌آمیزی گراف‌ها، بحث در مورد الگوریتم‌های مختلف، مفهوم انتقال فاز.
- گراف‌های تصادفی: الگوریتم‌های مربوط به تولید گراف‌های تصادفی و گراف‌های تصادفی منتظم.
- الگوریتم‌های پارامتری: الگوریتم‌های وابسته به پارامتر با مثال منتخب استاد.
- الگوریتم‌های برخط: طراحی و تحلیل الگوریتم‌های برخط (online) و الگوریتم‌های sequential با مثال‌های منتخب استاد.

مراجع پیشنهادی:

- 1- David Joyner, Minh Van Nguyen, Nathann Cohen, Algorithmic Graph Theory, 2010.
- 2- Klocks, T., Advanced Graph Algorithms, 2012.
- 3- Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein, Introduction to Algorithms, 2009.



عنوان		فارسی		بهینه‌سازی ترکیبیاتی	
درس		انگلیسی		Combinatorial Optimization	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
اصلی	انتخابی	۳	۴۸	جبرانی	
	نظری			عملی	
نظری	عملی				نظری
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف:

آشنایی با برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی برای مسایل ترکیبیاتی و روش‌های حل آن‌ها.

سرفصل‌های درس:

- یادآوری پیش‌نیازها: مفاهیم پایه‌ای مرتبط با نظریه گراف و بهینه‌سازی و پیچیدگی زمانی الگوریتم‌ها.
- برنامه‌ریزی خطی: روش سیمپلکس و پیاده‌سازی آن، دوگانگی، چندوجهی‌های کراندار، اشاره به الگوریتم‌های مختلف چندجمله‌ای برای برنامه‌ریزی خطی.
- برنامه‌ریزی عدد صحیح: پوش صحیح یک چندوجهی، تبدیلات و ماتریس‌های unimodular و صفحه‌های برش و رهاسازی لاگرانژ.
- درخت‌های فراگیر: درخت‌های فراگیر کمینه و الگوریتم‌های مربوطه.
- کوتاه‌ترین مسیر: انواع مسئله انتخاب کوتاه‌ترین مسیر و الگوریتم‌های مربوطه.
- جریان در شبکه و جریان‌های با کمترین هزینه: قضیه جریان بیشینه-برش کمینه و ارتباط با قضایای Menger و Mader، روش Edmonds-Karp، درخت‌های Gomory-Hu.
- تطابق‌های ماکزیمم: تطابق در گراف‌های دوبخشی و ارتباط با جریان‌ها و سیستم‌های نمایندگی متمایز (SDR)، الگوریتم Edmonds.
- تطابق‌های وزن‌دار و b-تطابق‌ها: الگوریتم‌های حل مسئله تطابق وزن‌دار، تطابق چندوجهی، مسئله b-matching و روش‌های حل آن و قضیه Padberg-Rao.
- مترویدها و تعمیم‌های آن‌ها: بحث در مورد مسائل افراز و تقاطع در مترویدها.
- الگوریتم‌های تقریبی و غیر دقیق

مراجع پیشنهادی:

1. Schrijver, A., A Course in Combinatorial Optimization. Amsterdam, 2013.
2. Bernhard Korte and Jens Vygen, Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms, Springer-Verlag, 5th ed. 2012.



عنوان		فارسی		مباحث ویژه در نظریه گراف و ترکیبیات			
درس		انگلیسی		Special Topics in Graph Theory			
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		درس	
اجازه گروه	الزامی	انتخابی		جبرانی			
	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری		
	حل تمرین: ندارد						نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد

هدف:

درسی است در سطح کارشناسی ارشد در زمینه گراف و ترکیبیات که سرفصل آن بر حسب امکانات و نیاز در نیم-سال مورد نظر توسط استاد مربوطه پیشنهاد شده و پس از تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه و دانشکده رایج می شود.





جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی

رشته ریاضیات و کاربردها

کرایش جبر

دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته

گروه علوم پایه



بر اساس صورتجلسه کارگروه تخصصی برنامه ریزی علوم ریاضی

در تاریخ ۱۳۹۷/۱۰/۰۵ به تصویب رسید.



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

(بازنگری شده)

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: ریاضیات و کاربردها

گرایش: آنالیز

گروه : علوم پایه



مصوبه جلسه شماره ۹۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱

کمیسیون برنامه ریزی آموزشی



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی



دوره: کارشناسی ارشد
رشته: ریاضیات و کاربردها
گرایش: منطق ریاضی

گروه برنامه ریزی علوم ریاضی

مصوب جلسه شماره ۸۸۷ مورخ ۱۳۹۶/۰۹/۰۴ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی



دوره: کارشناسی ارشد
رشته: ریاضیات و کاربردها
گرایش: ریاضیات تصادفی

گروه برنامه ریزی علوم ریاضی

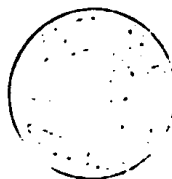
مصوب جلسه شماره ۸۸۷ مورخ ۱۳۹۶/۰۹/۰۴ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت فرهنگ و آموزش عالی
شورای عالی برنامه ریزی

مشخصات کلی : برنامه درسی و سرفصل دروس
دوره کارشناسی ارشد (ناپهوسته) رشته ریاضی
در سه شاخه :

- ۱- آنالیز (۲۱۱۳)
- ۲- جبر (۲۱۲۲)
- ۳- هندسه - توپولوژی (۲۱۳۲)



(کمیته تخصصی ریاضی)
گروه علوم پایه

مصوب پنجاه و هفتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

مورخ ۱۳۶۵/۷/۱۴

بسمه تعالی

برنامه آموزشی

دوره کارشناسی ارشد (نابسته) رشته ریاضی
در سه شاخه: (آنالیز) - (جبر) - (هندسه و تئورولوژی)
مصوب پنجاه و هفتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

گروه: علوم پایه (۳۰۰۰)

گیته: ریاضی (۰۱۰۰۰)

شاخه: آنالیز (۰۰۱۰) - جبر (۰۰۲۰) - هندسه - تئورولوژی (۰۰۳۰)

دوره: کارشناسی ارشد (۰۰۰۳)

شورای عالی برنامه ریزی پنجاه و هفتمین جلسه مورخ ۱۳/۷/۶۵ براساس طرح دوره کارشناسی ارشد ریاضی در سه شاخه جبر-آنالیز-هندسه (تئورولوژی) که توسط کمیته تخصص ریاضی گروه علوم پایه شورای عالی برنامه ریزی تهیه شده به تائید این گروه رسیده است برنامه آموزشی این دوره راد سه فصل (مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس) به شرح پیوست تصویب کرد و مقدر می‌دارد:

ماده ۱- برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ریاضی از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و موسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند لازم الاجرا است.

الف: دانشگاهها و موسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت فرهنگ و آموزش عالی اداره میشوند

ب: موسساتی که با اجازه رسمی وزارت فرهنگ و آموزش عالی و براساس قوانین، تاسیس میشوند و بنابراین تابع مصوبات شورای عالی برنامه ریزی میباشد.

ج: موسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل میشوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

ماده ۲- از تاریخ ۱۳/۷/۶۵ کلیه دوره های آموزشی و برنامه های مشابه موسسات آموزشی در زمینه کارشناسی ارشد ریاضی (فوق لیسانس ریاضی) در همه دانشگاهها و موسسات آموزش عالی مذکور در ماده ۱ منسوخ میشوند و دانشگاهها و موسسات آموزش عالی مطابق مقررات میتوانند این دوره را در این برنامه جدید را اجرا نمایند.

ماده ۳- مشخصات کلی و برنامه درسی و سرفصل دروس دوره کارشناسی ارشد نابسته

رشته ریاض در سه فصل جهت اجرا وزارت فرهنگ و آموزش

عالی ابلغ میگردد .

رای صادره پنجاه و هفتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

مورخ ۱۳۶۵/۷/۱۲

در مورد برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد (نابایسته) رشته ریاض

- (۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد (نابایسته) ریاض در سه شاخه
آنالیز، جبر و (هندسه - توپولوژی) که از طرف گروه علوم پایه
پیشنهاد شده بود با اکثریت آراء بتصویب رسید .
- (۲) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد (نابایسته) ریاض در سه
شاخه از تاریخ تصویب قابل اجرا است .

رای صادره پنجاه و هفتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۶۵/۷/۱۲ در مورد برنامه
آموزشی دوره کارشناسی ارشد (نابایسته) ریاض در سه شاخه آنالیز، جبر و (هندسه - توپولوژی)
صحیح است بمورد اجرا گذاشته شود .

دکتر محمد فرهادی

رئیس شورای عالی برنامه ریزی

رونوشت به معاونت آموزشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی جهت اجرا ابلاغ می شود .

سید محمد کاظم نائینی

دبیر شورای عالی برنامه ریزی

تج ۳



بسم الله الرحمن الرحيم

فصل اول

مشخصات کلی دوره کارشناسی ارشد (ناپهوسته)

رشته ریاضی



مقدمه :

پس از تحقق انقلاب شکوهمند اسلامی ایران و بدنبال رهنمودهای امام امت با تکیه بر ارزشهای والای مکتب حیات بخش و متعالی اسلام منی بر ضرورت ایجاد تغییر و تحول بنیادی در نظام آموزشی کشور کمیته تخصصی ریاضی گروه علوم پایه ابتدا زیر نظر ستاد انقلاب فرهنگی و سپس زیر نظر شورای عالی برنامه ریزی ، تدوین برنامه های آموزشی رشته ریاضی و از جمله دوره کارشناسی ارشد (ناپهوسته) رشته ریاضی را بر اساس نیازهای جمهوری اسلامی ایران و در جهت تحقق اهداف انقلاب فرهنگی به عهده گرفت و مشخصات کلی این دوره را بشرح ذیل تدوین نموده که به تصویب شورای عالی برنامه ریزی رسیده است .

۱- تعریف و هدف

کارشناسی ارشد (ناپهوسته) رشته ریاضی به دوره ای اطلاق میگردد که تحصیلات بالاتر از کارشناسی را در بر میگیرد و اولین مقطع تحصیلی پس از کارشناسی می باشد . هدف از ایجاد آن تربیت افراد پست که میتوانند بر مبنای علم ریاضی و متون مدون در این رشته احاطه یافته و در اثر آشنایی با روشهای پیشرفته تحقیق کارآئی و مهارت علمی و عقلی لازم را بگونه ای کسب کنند که بخوبی بتوانند به تعلیم در این رشته پرداخته و از مقالات علمی و تحقیقاتی علوم ریاضی در جهت پیشبرد مرزهای دانش و کمک به ایجاد روح علمی

در جامعه استفاده نمایند.

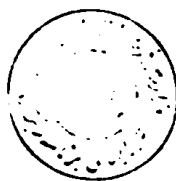
۲- طول دوره و شکل نظام

بر اساس آئین نامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد، ناپهوسته (حداکثر مجاز طول تحصیلات این دوره سه سال است که این مدت شامل وقت لازم جهت اتمام پایان نامه نیز میباشد .
هر سال تحصیل شامل دو نیمسال و هر نیمسال شامل ۱۷ هفته کامل آموزشی میباشد . نظام آموزشی این دوره واحدی است و برای هر واحد درس نظری در هر نیمسال ۱۷ ساعت آموزش کلاسیک در نظر گرفته شده است و دانشجو باید بارها هر ساعت درس نظری حداقل سه ساعت وقت صرف مطالعه، بحث و تجزیه و تحلیل آن درس بنماید . بدیهی است حل تمرینات و انجام تکالیف مربوط به هر درس نیز جزء وظائف دانشجو میباشد که باید وقت بیشتری را به آن اختصاص دهد .

۳- واحدهای درسی

دوره کارشناسی ارشد ریاضی از سه شاخه آنالیز، جبر و هندسه - تئوریک تشکیل گردیده است که مشخصات واحدهای درسی آن به شرح زیر است :
الف) تعداد کل واحدهای تخصصی لازم (بدون احتساب دروس عمومی) جهت فراغت از تحصیل ۳۴ واحد است .

- ب) تعداد واحدهای الزامی رشته ۱۲ واحد میباشد .
- ج) تعداد واحدهای الزامی هر شاخه ۱۲ واحد است .
- د) تعداد واحدهای اختیاری هر شاخه ۲ واحد است .
- ه) گذراندن ۲ واحد سمینار الزامی است .
- و) گذراندن ۲ واحد پایان نامه الزامی است .



تیمبره ۱: دروس الزامی دوره کارشناسی ارشد ریاضی عبارتند از ، آنالیز حقیقی ۱ (۴ واحد) جبر ۳ (۴ واحد) و هندسه منبسط ۱ (۴ واحد) که شرح آنها در جدول الزامی رشته آمده است و کلیه دانشجویان میبایستی آنها را با موفقیت بگذرانند .

تیمبره ۲: ۱۲ واحد دروس الزامی شاخه میبایستی از جدول شاخه مطلوب دانشجویان انتخاب گردد .

تیمبره ۳: ۴ واحد اختیاری میتواند از جدول دروس اختیاری و یا از جدول دروس هر یک از شاخه ها انتخاب گردد .

تیمبره ۴: در صورتیکه دانشجوی حداقل ۱۲ واحد از دروس مربوط به یک شاخه را گذرانیده و پایان نامه وی نیز در زمینه همان شاخه باشد در اینصورت در دانشنامه وی نام شاخه مربوط ذکر میگردد . لیکن چنانچه دانشجوی با توصیه استاد راهنما و تصویب گروه ریاضی دانشگاه بجای دروس مذکور در بندهای : ج* و د* ۱۶ واحد از جدول دروس دو تا پنج بهیوست را بگذرانند ، در صورت رعایت بندهای الف* ، ب* ، ه* و و* بدون ذکر نام هیچ شاخه در دانشنامه وی در رشته ریاضی فارغ التحصیل خواهد شد . در هر حال دانشجوی نباید بیش از ۸ واحد از جدول دروس اختیاری را بگذرانند .

تیمبره ۵: چنانچه دانشجوی برخی از دروس پیشنهادی این دوره را در دوره کارشناسی نگذرانده باشد و چنانچه با تصویب گروه ریاضی دانشگاه موظف بگذرانیدن آنها باشد حداکثر طول مجاز تحصیل برای چنین دانشجویانی به نسبت واحد های پیشنهادی گذرانده شده افزایش مییابد .

تیمبره ۶: جهت فراغت از تحصیل ، دانشجوی موظف به رعایت کلیه آئین نامه های مربوط به دوره کارشناسی ارشد وزارت فرهنگ و آموزش عالی میباشد .

۴- نقش و توانائی :

دانشجویانیکه این دوره آموزشی را طی میکنند میتوانند به امر تدریس و تحقیق و همچنین کمک به امر برنامه ریزی در موسسات آموزش عالی یا مراکز صنعتی و خدماتی نظیر سازمان برنامه و بودجه یا بانک مرکزی ایران بپردازند .

۵- ضرورت و اهمیت :

با توجه به گسترش روز افزون دامنه علم ریاضی و کشف کاربردهای آن در رشته های مختلف از جمله فیزیک ، مکانیک ، آمار ، کامپیوتر ، مهندسی ، اقتصاد ، مدیریت صنعتی و بخصوص نیاز مبرم دانشگاهها به مدرسان ریاضی و حتی نیاز مراکز نظیر بانک مرکزی ایران ، بانک ملی ایران ، سازمان برنامه و بودجه و موسسه آمار ایران ، در جهت تحقق استقلال و خودکفائی کشور ، دایر نمودن چنین دوره ای در دانشگاههایی که از امکانات و بخصوص استادان متعهد و متخصص و باتجربه بهره مند میباشد ضروری به نظر میرسد و از اهمیت خاصی برخوردار است .

۶- نحوه گزینش دانشجو :

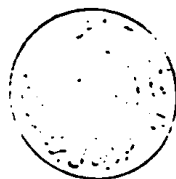
دانشگاههای مجری دوره کارشناسی ارشد ریاضی میبایست حداقل یکی از سه شاخه آنالیز ، جبر و یا هندسه - توپولوژی را دایر نمایند و در آگهی های پذیرش دانشجو ، مراتب را به اطلاع داوطلبان برسانند .

امتحان ورودی دوره کارشناسی ارشد (ناهمبسته) رشته ریاضی از دروس پایه ریاضی در دوره کارشناسی شامل آنالیز ریاضی ۱ و ۲ ، توابع مختلط ، جبر ۱ و ۲ و جبر خطی ۱ بعمل خواهد آمد که نمرات امتحان ورودی این دروس تخصصی زبان خارجه و نمرات این دروس در دوره کارشناسی ملاک گزینش قرار خواهد گرفت . البته معیارهای دیگری نظیر معدل کل داوطلب در دوره کارشناسی نتایج مصاحبه

و امتحانات شفاهی و همچنین توصیه نامه های علمی از استادان نیز ممکن است در امر گزینش دانشجو منظور گردد .

تبصره : علاوه بر قبولی در گزینش علمی داوطلب میبایستی صلاحیت عمومی ورود به دوره کارشناسی ارشد را نیز دارا باشد .

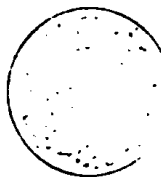
تبصره مهم : با توجه به اینکه کلیه دروس دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضی ۳ واحدی میباشد ، با پیشنهاد گروه ریاضی و تأیید کمیسیون آموزشی دانشگاه ، حداقل واحدهای هر نیمسال (جای ۹ واحد) میتواند ۸ واحد منظور گردد .



فصل دوم

برنامه دروس

دوره کارشناسی ارشد (ناهمپوسته) ریاض



دروس الزامی برای کلیه دانشجویان هر سه شاخه

الف: جدول شماره يك دروس الزامی رشته - دوره کارشناسی ارشد ریاضی

شماره درس	نام درس	واحد	ساعات			زمان ارائه درس یا پیشنهاد
			جمع	نظری	علمی	
۰۰۱	آنالیز حقیقی ۱	۴	۶۸	۶۸		ندارد
۰۰۲	جبر ۳	۴	۶۸	۶۸		ندارد
۰۰۳	هندسه متغیر ۱	۴	۶۸	۶۸		ندارد
جمع						
		۱۲	۲۰۴	۲۰۴		

تذکر: در صورتیکه در ستون "زمان ارائه درس یا پیشنهاد" جدول دروس گله "ندارد" آمده باشد این به این مفهوم است که دانشجو موظف نمیشود برای ثبت نام در آن درس، درس خصوصی را گذرانیده باشد. لیکن برای درک مطالب هر درس دانشجو میبایستی مطالبی را بداند که بعنوان پیشنهاد در سرفصل آن درس آمده است، بدیهی است چنانچه دانشجویی زمینه قبلی جهت ثبت نام در اینگونه دروس را ندارد میتواند با ثبت نام رسمی معلومات لازم را بدست آورد و از شماره ۱ فصل اول استفاده نماید.

دانشجویان گرایش آنالیز باید حداقل ۱۲ واحد از دروس جدول زیر را
الزاماً انتخاب و با موفقیت بگذرانند .

ب: جدول شماره دو دروس گرایش آنالیز - دوره کارشناسی ارشد ریاضی

شماره درس	نام درس	واحد	ساعات			زمان ارائه درس یا پیش نیاز
			جمع	نظری	علمی	
۱۰۱	آنالیز مختلط	۴	۶۸	۶۸		ندارد
۱۰۲	آنالیز حقیقی ۲	۴	۶۸	۶۸		۰۰۱
۱۰۳	آنالیز تابعی	۴	۶۸	۶۸		۰۰۱
۱۰۴	نظریه عملگرها	۴	۶۸	۶۸		۱۰۳
۱۰۵	آنالیز تابعی کاربردی	۴	۶۸	۶۸		۰۰۱
۱۰۶	آنالیز هارمونیک	۴	۶۸	۶۸		۱۰۲
۱۰۷	آنالیز توابع مختلط چند متغیره	۴	۶۸	۶۸		۱۰۱
۱۰۸	مقدمه ای بر سطوح ریمان	۴	۶۸	۶۸		۰۰۱ و ۰۰۳
۱۰۹	نظریه معادلات دیفرانسیل عادی	۴	۶۸	۶۸		۰۰۱
۱۱۰	معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی ۱	۴	۶۸	۶۸		۰۰۱
۱۱۱	معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی ۲	۴	۶۸	۶۸		۱۱۰
۱۱۲	نظریه تحلیلی اعداد	۴	۶۸	۶۸		ندارد
۱۱۳	دستگاههای دینامیکی ۱	۴	۶۸	۶۸		* ۰۰۳
۱۱۴	دستگاههای دینامیکی ۲	۴	۶۸	۶۸		* ۱۱۳

* تئوری جبری ۱ یا اجازه استاد

** دستگاههای دینامیکی ۱ یا اجازه استاد .

فصل سوم
سر فصل د روس



آنالیز حقیقی ۱

تعداد واحد : ۴

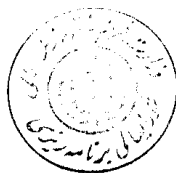
نوع واحد : نظری

۰۰۱

پیشنیاز : آنالیز ریاضی ۲

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

سیگما جبر ، مجموعه برل ، اندازه خارجی و داخلی ، مجموعه اندازه پذیر ،
اندازه لیگ ، انتگرال لیگ ، قضایای همگرایی ، مشتق و انتگرال ، پوشش ویتالی ،
توابع با تغییرات کراندار ، پیوستگی مطلق ، فضای L^p ، قضیه ریز-فیشیر ،
تابعهای خطی پیوسته نمایش ریز ، فضای باناخ ، قضیه هان - باناخ ،
قضیه نگاشت باز ، قضیه نمودار بسته فضای هیلبرت ، اندازه و انتگرال مجرد
و قضایای مربوط ، حاصلضرب اندازه ها و قضایای تونلی و فوبینی .



جبر ۳

تعداد واحد : ۴

۰۰۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : جبر ۲ و جبر خطی ۱

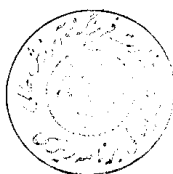
سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

مفاهیمی از نظریه کاتگوری : تعاریف اولیه کاتگوری ، ضرب ، همضرب ، شیئی آزاد ، گروه آزاد ، گروه آبلسی آزاد .

تعریف و خواص فانکتورها و ترانسفورماسیونها (تبدیلهای) طبیعی ، مفاهیمی از نظریه مدولها : مدول ، جمع و ضرب خانواده مدولها ، دنباله های صحیح و خواص آنها ، مدولهای آزاد و مدولهای پروژکتیو و انرکتیو (تعاریف و خواص اولیه) .

ضرب تانسوری جبرها (مختصر) .

مفاهیمی از نظریه حلقه های جابجائی : بررسی نتایج ACC , DCC ایده آلهای اول و اولیه و خواص آنها ، حلقه ها و مدولهای نوتری و قضایای اصلی در مورد آنها قضیه کرول ، لم ناکایاما ، قضیه پایه هیلبرت .



هندسه منیفلد ۱

تعداد واحد : ۴

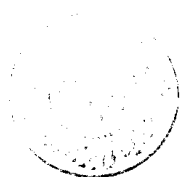
نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ندارد

۰۰۳

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

مفاهیم و قضایای اساسی در زمینه منیفلدهای دیفرانسیل پذیر و حساب
دیفرانسیل و انتگرال روی منیفلدها، از جمله میدانهای برداری، منیفلدهای
انتگرال، قضیه استوکس، کوهمولوژی دوام.



آنالیز مختلط

تعداد واحد : ۴

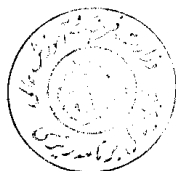
۱۰۱

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : آنالیز ریاضی ۲ ، توابع مختلط و تئوری ۱

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

توابع تحلیلی و سریهای توانی ، قضیه انتگرال کشی در حالت کلی و فرمول انتگرال کشی ، توابع تام و مرمورفیک ، فرمول جنس ، قضیه هادامارد ، خانواده های نرمال ، سطوح ساده ریمن ، نگاشتهای همدیس ، قضیه نگاشت باز ، مانده و موارد استعمال آن ، اصل ماکزیم قدر مطلق ، قضیه نگاشت ریمن ، توابع هارمونیک ، مسئله دیریشله ، توابع وایرشتراس قضایای پیکار ، قضیه میثاگ لفلر ، ادامه تحلیلی ، اصل بازتات شوارز ، تبدیلات شوارز - کریستوفل ، توابع بیضوی ، قضیه بسط کاراتشودوری ، تقریب توابع تحلیلی بوسیله توابع گویا .



آنالیز حقیقی ۲

تعداد واحد : ۴

۱۰۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : آنالیز حقیقی ۱

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

انتگرال مجرد ، انتگرال توابع مثبت ، انتگرال توابع مختلط ، اندازه مثبت برل ، قضیه نمایش ریز ، قضیه منظم بودن برل ، انتگرال لیگ ، خواص پیوستگی و توابع اندازه پذیر ، فضاها L^p ، اندازه مختلط و تغییرات کلی ، پیوستگی مطلق ، تابعهای کرانه دار روی L^p ، انتگرال روی حاصلضرب فضاها ، قضیه فوبینوس ، مشتق اندازه ، جبر باناخ توابع با تغییرات محدود ، انتگرال فوریه و قضیه معکوس ، قضیه هلانشرال .



آنالیز تابعی

تعداد واحد : ۴

۱۰۳

نوع واحد : نظری

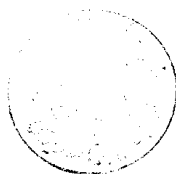
پیشنیاز : آنالیز حقیقی ۱

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

فضای برداری توپولوژیک ، متری سازی ، پیوستگی و کرانداری نیم هنج ها و تدبب موضعی ، فضای بهر (خارج قسمت) و قضیه رسته بهر ، اصل کرانداری یکتااخت (قضیه باناخ - اشتینهاوس) ، قضیه نگاشت باز قضیه نمودار بسته ، دوگانی ، قضیه هان - باناخ ، توپولوژی ضعیف ، قضیه باناخ ، آل اوظو ، تفکیک پذیری و مترپذیری ، قضیه کراین - میلن توابع تحلیلی با مقادیر برداری ، دوگان فضای باناخ ، دوگان زیرفضا ، دوگان فضای بهر (خارج قسمت) ، الحاق ، عملگر فشرده و خواص آن ، یکی از موضوعهای ۱ - بخش و تبدیل فوری و کاربرد آن در معادلات دیفرانسیل و نظریه تابوری (فصول ۶ و ۷ و ۸ و ۹ مرجع) یا ۲ - جبرهای باناخ جابجائی و ناجابجائی و نظریه طیفی و کاربرد آن در قضیه طیفی برای عملگر های ناهنجار .

تیسره : چنانچه دانشجو قبلاً آنالیز تابعی کاربردی را گذارنده است به شرطی میتواند آنالیز تابعی را نیز بگیرد که بجای نظریه پخشها نظریه جبرهای باناخ تدریس شود و یا در صورت توافق استاد قسمت جبرهای باناخ را با مطالعه انفرادی تکمیل نماید .

تذکر : مقصود از مرجع کتاب آنالیز تابعی رودین است .



نظریه عملگرها

تعداد واحد : ۴

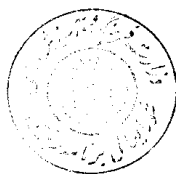
۱۰۴

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : آنالیز تابعی

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

نظریه مقدماتی جبر بانساخ و آنالیز طیفی اپراتورهای خطی، اپراتورهای فشرده، ایده آل اپراتورهای فشرده، قضیه وایل، اپراتورهای انتگرال، اپراتورهای ضربی در $L^2(X, \mu)$ ، قضیه طیفی برای اپراتورهای نرمال، یگانگی، خودالحاقی، نرمال و فشرده، قضیه فوگلیس، تجزیه قطبی اپراتورها.



آنالیز تابعی کاربردی

تعداد واحد : ۴

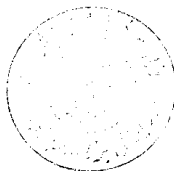
نوع واحد : نظری

۱۰۰

پیشنیاز : آنالیز حقیقی ۱

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

فضای هیلبرت ، فضای دوگان و اپراتورهای ترانسپوز، فضای باناخ و باناخ - اشتنهاوس ، ساختن فضای هیلبرت، فضای L^2 و اپراتورهای کنولوشن ، فضاهای سوبولف یک متغیره ، تقریب در فضای توابع ، فضاهای سوبولف چند متغیره و تبدیل فوریه ، نظریه مقدماتی طیفی ، اپراتور هیلبرت-اشمیت و حاصلضرب تانسوری ، شبه گروها و مقدمه ای بر آنالیز غیر خطی ، کاربرد در مسائل با شرایط مرزی .



آنالیز ها رمونیک

تعداد واحد : ۴

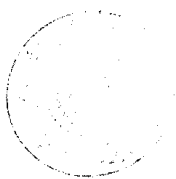
نوع واحد : نظری

۱۰۶

پیشنیاز : آنالیز حقیقی ۲

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

سری فوریه ، تبدیلات فوریه و لاپلاس ، قضیه پلانچرال ، قضیه استن ، قضیه
هلی - وینر روی IR^n ، تبدیل هیلبرت ، نظریه تبدیل فوریه ، گروههای
توپولوژیک ، انتگرالها ، آنالیز فوریه روی گروههای توپولوژیک ، سری فوریه و
نمایشهای یکانی روی گروههای فشرده .



آنالیز توابع مختلط چند متغیره

تعداد واحد : ۴

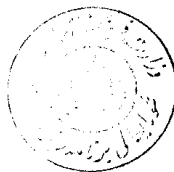
۱۰۷

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : آنالیز مختلط

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

تابع تحلیلی چند متغیره ، سری توانی ، دامنه تحلیلی بودن ، شبه تحدب ، برآوردهای L^2 و قضایای وجودی مربوط به مسائل C نوین ، خمینه های اشتاین و توابع تحلیلی روی آنها ، قضایای ناهیدیدی ، خواص موضعی توابع تحلیلی و تصمیم قضایای وایرستراس به چند متغیر ، بافه تحلیلی ، گروههای کوهمولوژی یک خمینه اشتاین ، قضیه یکریختی دلبیست ، قضیه دورام ، مقدمه ای بر روش نظریه معادلات دیفرانسیل پاره ای در توابع مختلط چند متغیره .



مقدمه‌ای بر سطوح ریمن

تعداد واحد : ۴

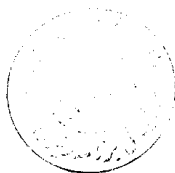
۱۰۸

نوع واحد : نظری

پیشنیاز: آنالیز مختلط و هندسه منیفلد ۱

سرفصل دروس: (۶۸ ساعت)

ساختن توابع هارمونیک و تحلیلی روی سطوح ریمن فشرده و غیره فشرده ، قضیه ریمن-لخ و قضیه رونکه ، گسترش شبه‌همدیس و نظریه تیخمولسر.



نظریه معادلات دیفرانسیل عادی

تعداد واحد : ۴

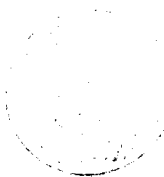
۱۰۹

نوع واحد : نظری

پیشنیاز آنالیز حقیقی ۱

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

قضایای وجود و یکتایی ، وابستگی به شرط اولیه و پایداری ، معادلات خطی ، نقاط عادی و تکین ، رد مبنی تکنیها ، نظریه پوانکاره - بندیکسون ، نظریه فلوک ، مفاهیم پایایی ، مانیفولد های پایداری .



معادلات با مشتقات جزئی ۱

تعداد واحد : ۴

۱۱۰

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : آنالیز حقیقی ۱

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

تبدیل فوریه ، توزیع (پخش) ، عملگرها فشرده ، نظریه وجود موضعی
جواب ، معادلات مرتبه اول ، قضیه کشی - کوالسکی ، مثال لوی ، حل موضعی
معادلات با ضرایب ثابت .

اثراتورلا پلاس : توابع هارمونیک ، جواب اساسی ، مسئله دیریکله و نیومن -
تابع گرین ، اصل دیریکله و معادله هلم هوز .

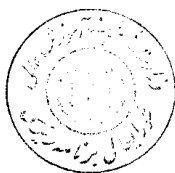
معادلات انتگرال : روش تقریب متوالی ، قضیه هلم هوز ، قضیه هیلبرت - اشمیت .

اثراتور حرارت : کرنل گاوس و کاربرد آن ، معادله حرارت در میدان کراندار .

معادله موج : مسئله کشی ، جواب در نیم صفحه ، معادله غیر همگن ، معادله
موج در میدان کراندار .

نظریه مشتقات در L^2 : فضای سوبولف در $\mathbb{R}^n$ ،

اثراتور بیضوی ، فضای سوبولف در میدان کراندار .



معادلات با مشتقات جزئی ۲

تعداد واحد : ۴

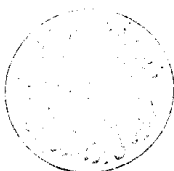
نوع واحد : نظری

۱۱۱

پیشنیاز : معادلات با مشتقات جزئی ۱

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

- مطالب این درس میتواند از مواد زیر انتخاب شود .
- (۱) استفاده از آنالیز تابعی و نظریه توزیع جهت بررسی قضایای اساسی وجود و یگانگی ، مسائل کشی برای عملگرهای با ضرایب ثابت و متغیر ، عملگرهای با مشخصه های ساده . (دید هرمانسدر) .
 - (۲) بررسی معادلات بیضوی ، هذلولوی و سهموی با استفاده از فضای هیلبرت و نظریه پتانسیل .
 - (۳) نظریه موج شوک ، شامل ناپیوستگی جواب قوانین بقا ، مسائل ریمان و کشی برای قوانین بقا ، انتروپی ، سیستمهای شبه خطی سهموی و معادلات — واکنش — انتشار .



نظریه تحلیلی اعداد

تعداد واحد : ۴

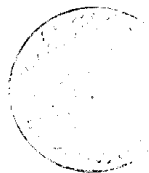
نوع واحد : نظری

۱۱۲

پیشنیاز : نظریه اعداد و توابع مختلط ۱

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

قضایای مقدماتی (نظیر : $\frac{\pi(x)}{x/\log x}$ ، $\frac{\theta(x)}{x}$ ، $\frac{\psi(x)}{x}$ دارای حدیکسانی هستند) ، قضیه چبیشف ، تابع زتای ریمان ، ادامه تحلیلی ،
صفرهای زتای ریمان ، دستور اساسی ، قضیه اعداد اول ، معادله تابعی زتا ،
چگالی صفرهای زتا ، قضیه دیریشله برای اعداد اول در يك تصاعد عددی ،
مطالب تحقیقاتی روز در زمینه نظریه تحلیلی اعداد .



دستگاههای دینامیکی ۱

تعداد واحد : ۴

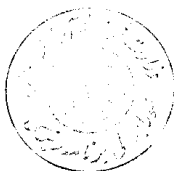
۱۱۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : هندسه مینفلد ۱ ، توپولوژی جبری ۱ با اجازه
استاد درس

سرفصل درس : (۶۸ ساعت)

دستگاههاگسسته و پیوسته ، انواع رفتارهای بازگشتی و مجانبی ، مفاهیم
گوناگون پایداری ، شمار چرخش و بررسی تماسهای دایره به عنوان يك دستگاه
دینامیکی ، ساختارهای هذلولوی ؛ دستگاههای مرس ، اسمیل ، دستگاههای
آنوسف ، ونعل اسب ، آنتروپی توپولوژیکی ، آشوب و ریابنده های غریب ، مفاهیم
نظریه ارگودیک در دستگاههای دینامیکی .



دستگاههای دینامیکی ۲

تعداد واحد : ۴

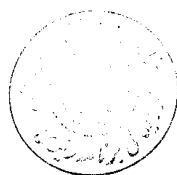
۱۱۴

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : دستگاههای دینامیکی ۱ یا موافقت استاد درس

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

مباحث منتخب از موضوعهای زیر : نظریه ارگودیک ، آشوب ، نظریه کموگورف-
آرنولد-مزر و کاربردهای آن ، مجموعه های ناور دای منسزوی ، شاخص کانکسی
و کاربرد های آن ، نظریه انشعاب ، نظریه تکیانه ها ، دستگاههای هلومرفیک .



جبر جابجائی

تعداد واحد : ۴

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : جبر ۳

۲۰۱

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

مطالبی درباره حلقه وایده آل (مانند رادیكال هوچتوان ، رادیكال ژاکوبسن) ، گسترش مدول ، دنباله درست ، تحدید وگسترش اسکالرها ، حاصل ضرب تانسوری جبرها ، حلقه و مدول تقسیمها ، خواص موضعی ، تجزیه ابتدائی ، قضیه یکتائی اول ، قضیه یکتائی دوم ، وابستگی درسته ، قضیه بالارو و ، قضیه هائین رو ، حلقه ارزشیابی ، شرایط زنجیری ، مدولهای آرتینی و نوتری ، حلقه نوتری ، قضیه پایه هیلبرت ، تجزیه ابتدائی در حلقه نوتری ، حلقه آرتینی ، ساختمان برای حلقه آرتینی ، حلقه ارزشیابی گسسته ، میدان ددکیند ، کمال ، توپولوژی و کمال حلقه مدرج ، نظریه بعد ، قضیه هیلبرت - سر ، حلقه موضعی نوتری ، حلقه منظم موضعی .



جبر همولوژیک

تعداد واحد : ۴

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : جبر ۳

۲۰۲

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

نظریه مدول ، حاصل ضرب تانسوری گروهها و همبختی ها، رسته (کاتگوری)
و تابعکون تابعکون همولوژی در مدولهای یک به یک و تصویری ، تابعکون
مشتق شده ، تابعکون تابی ، تابعکون گسترشی ، حلقه جابجائی نوتری .



گروههای متناهی

تعداد واحد : ۴

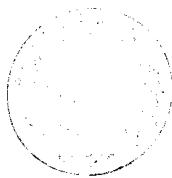
نوع واحد : نظری

پیشنیاز : جبر ۲

۲۰۳

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

مروری بر قضایای سیلو، سری ها، لم زاسنیهاسوس، لم شرایر، قضیه جردن
هلدر، گروه حل پذیر، گروه پوچتوان و قضایای مربوطه، زیر گروه فراتینسی،
قضیه فی تینگ، قضیه پایه برنساید، حاصلضرب مستقیم گروهها، ساختار
گروههای آبلی با بعد متناهی، کنش گروه روی گروهها، حاصلضرب نیم مستقیم،
زیر گروه هال و قضایای هال.



گروههای نامتناهی

تعداد واحد : ۴

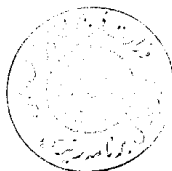
نوع واحد : نظری

پیشنیاز : جبر ۳

۲۰۴

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

گروه آزاد ، حاصل ضرب آزاد ، زیر گروه در گروههای آزاد ، قضیه زیر گروه
نمایشهای گروه ، روابط یکسان شرایط متناهی بودن ، نظریه مقدماتی
گسترشها (توسیعهها) ، محاسبات زیر گروههای هنجار و جابجاگر ،
گروه به طور متناهی تولید شده ، گروه آبلی آزاد ، تاب .



نظریه نمایش گروه‌ها

تعداد واحد : ۴

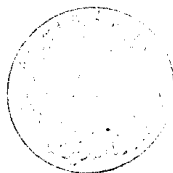
نوع واحد : نظری

۲۰۰

پیشنیاز : جبر ۳

سرفصل دروس : ۶۸ ساعت

نمایش گروه‌های متناهی ، مدول‌های روی جبر گروهی ، قضیه مشکه ، ساختمان جبر گروهی و مرکز آن ، مشخصه ها ، روابط تمامد ، مشخصه های حاصلضربهای مستقیم ، خواص مقدماتی حسابی مشخصه ها ، قضیه $p^a q^b$ برنساید ، القاء ، وارونگی فرو بنهوس ، مشخصه های تعمیم یافته ، مجموعه های Ir ، کاربرد- های گروه فروبنیوس ، مشخصه های گروه‌ها ، روش تشخیص برآورد در مورد- مشخصه های تعمیم یافته .



جبر لی ۱

تعداد واحد : ۴

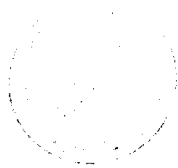
۲۰۶

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : جبر ۳

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

تعاریف و مثالهای مقدماتی از جبر لی و جبر لی خطی ، مشتق جبر لی ،
ایده آل های جبر لی ، همسانی و یکسانی جبر های لی ، جبر های لی هیچ توان
و قضیه انگل ، جبر های لی حل پذیر و قضیه لی ، تجزیه جردن یک تبدیل خطی ،
تجزیه جردن عناصر یک جبر لی دلخواه ، معیار کارتان برای حل پذیری ،
جبر های لی ساده و نیم ساده ، فرم کلاینک ، معیار کارتان برای نیم سادگی ،
ساختمان جبر های لی نیم ساده و تجزیه آنها به حاصل جمع مستقیم جبر های
لی ساده ، مدول و نمایش یک جبر لی ، مدول های تحویل پذیر و کاملاً
تحویل پذیر ، قضیه وایل ، زیر جبر کارتان ، فضای ریشه ها برای یک جبر لی ،
ماتریس های کارتان ، دسته بندی مدول های تحویل پذیر برای (F و 2) SL ،
ساختمان مدول های تحویل پذیر جبر لی نیم ساده ، دسته بندی جبر های لی
ساده (جبر های لی کلاسیک و غیر کلاسیک) .
فضای لوی و مالچف ، هاریش چاندر ، اشاره ای به کوهمولوژی جبر های لی
نیم ساده .



جبرلی ۲

تعداد واحد : ۴

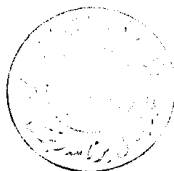
۲۰۷

نوع واحد : نظری

پیش نیاز : جبرلی ۱

سرفصل دووس : (۶۸ ساعت)

جبرجامع (جهانی) پوشاننده ، جبرهای متقارن و تانسور ، قضیه پوانکاره -
بیرکهف-وت ، جبرلی آزاد ، جبرلی مدرج ، فرمول کامل-هاوسدورف ،
قضیه سر ، تئوری نمایش جبرهای لی ، وزن یک نمایش و بردارهای ماگزیمال ،
فضاهای وزن ، دیاگرام وزن ، فرمول تکرر ، چندگانگی (فضاها وزن ، کاراکترها
و فرمول فرودنتال ، فرمول کاراکتر وایل ، فرمول کاستانت برای تکرر ، فرمول استاینبرگ ،
مقولات پیشرفته تر (در صورت وجود وقت) از قبیل جبرها و گروههای شولسی
و قضیه کاستانت و یا خودسانیهای جبرهای لی نیمساده و یا جبرهای لسی روی
هیئت‌های با مشخصه $p \neq 0$ و یا قضیه آدو-ایوازاوا .



نظریه جبری اعداد

تعداد واحد : ۴

نوع واحد : نظری

۲۰۸

پیشنیاز : نظریه اعداد ، جبر ۲

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

اعداد صحیح گاوسی ، حساب میدانهای مربعی ، قضیه یکانها ، نظریه تجزیه در میدانهای مربعی ، متناهی بودن تعداد رسته ، بحث در مورد قضیه آخر فرما .



نظریه کاتگوری

تعداد واحد : ۴

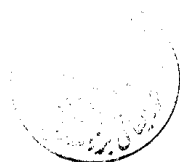
نوع واحد : نظری

۲۰۹

پیشنیاز : جبر ۳

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

تعریف کاتگوری، فانکتوری، تبدیل طبیعی، مورفیزمهای خاص (مونیک، ...)،
اشیاء خاص (پایانی، ...) زیر کاتگوری، همزاد کاتگوری، حاصلضرب کاتگوریها،
فانکتور کاتگوری، کاما کاتگوریها، مورفیزمهای جهانی، لم یوندا، حد، همحد،
دیاگرامهای عقب بر، جلو بر، ضرب، همضرب، فانکتورهای الحاقی و قضایای
مربوطه، در صورت وقت، معرفی کاتگوری آبلی.



جبر جامع (جهانی)

تعداد واحد : ۴

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : جبر ۳

۲۱۰

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

ک - جبر ، زیر جبر ، همومورفیزم ، روابط هم ارزی ، قضایای یکریختی
شبکه زیر جبرها ، شبکه هم ارزیها ، ضرب مستقیم ، زیر ضرب مستقیم ، همضرب
حدود مستقیم و معکوس و جبر آزاد ، ضرب آزاد ، وارسته .



هندسه مینفلد ۲

تعداد واحد : ۴

نوع واحد : نظری

۳۰۱

پیشنیاز : هندسه مینفلد ۱

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

مفاهیم و قضایای اساسی در زمینه های مینفلد های ریمانی ، گروه و جبرلی ،
نظریه التماس ، مشتق کواریان ، و روش Repère Mobile .



تئولوژی دیفرانسیل ۱

تعداد واحد : ۴

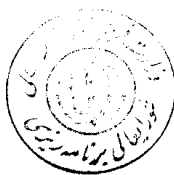
نوع واحد : نظری

۳۰۲

پیشنیاز : هندسه منیفلد ۱

سرفصل درس: (۶۸ ساعت)

مفاهیم و قضایای اساسی در زمینه های فضاهای توابع و تقریبها، قضاهای
فیبیره، ترانسفورمالیتی، تقاطع، درجه نگاشتها، نظریه مرس، کریوردیسم،
از جمله قضایای ویتنی، قضیه سارد، همسایگیهای tubular و Collar
در دسته بندی رویه های فشرده.



توپولوژی دیفرانسیل ۲

تعداد واحد : ۴

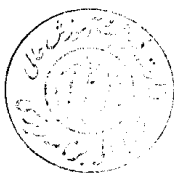
۳۰۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : توپولوژی دیفرانسیل ۱

نظریه دوام ، ایزومورفیسم توپ ، کوهومولوژی چک ، مونودرومی ، دنباله های
طیفی و موارد استفاده از آنها ، کلاسهای مشخصه ، از جمله دنباله Mayer-vitoris

فرمول Kunneth ، قضیه Leray-Hirsch •



تپولوژی جیبسری ۱

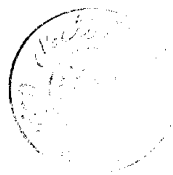
تعداد واحد : ۴

۳۰۴

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : تپولوژی ۱

مفاهیم و قضایای اساسی در زمینه های تئوری کاتگوری و گروههای اساسی ،
فضاهای پوششی ، گروههای هموتوپی بالا ، بررسی کامل یک نظریه همولوژی
و کوههمولوژی ، اصول ایلنبرگ ، استینرود ، حاصلضربهای کاپ و کپ ، دوگانگی ،
کاربرد در فضای ما'نوس .



توپولوژی جبری ۲

تعداد واحد : ۴

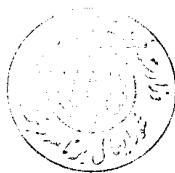
۳۰۵

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : توپولوژی جبری ۱

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

نظریه هومولوژی و کوهومولوژی ، دوالیتی ، نظریه
، abstraction
دنباله های طیفی ، گروهبهای هوموتوپی کره ها .



گروه و جبرلی ۱

تعداد واحد : ۴

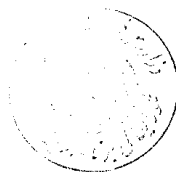
۳۰۶

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : هندسه منیفلد ۱

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

مفاهیم و قضایای اساسی در زمینه گروه لی، جبر لی یک گروه لی،
گذرازی یک گروه لی به جبر لی مربوط به آن و برعکس، نظریه ساختمان
گروه لی.



گروه و جبرلی ۲

تعداد واحد : ۴

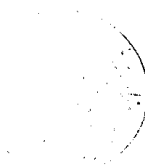
نوع واحد : نظری

۳۰۷

پیشنیاز : گروه و جبرلی ۱

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

جبرلی شبه ساده ، گروه لی شبه ساده ، گروه لی فشرده از جمله نمایش
گروه و جبرلی .



هندسه جبری ۱

تعداد واحد : ۴

نوع واحد : نظری

پیش نیاز : جبر ۳

۳۰۸

سرفصل دروس: (۶۸ ساعت)

منحنی های جبری در صفحه ، منحنی های گویا ، مجموعه های بسته و توابع منظم و نگاشتهای منظم در فضا های آفین ، توابع گویا و نگاشتهای گویا ، وارپته های تقریباً تصویری و مجموعه های بسته و توابع منظم و توابع گویا و نگاشتهای منظم روی آنها ، ضرب وارپته های تقریباً تصویری ، بستار يك وارپته تصویری ، نگاشتهای متناهی ، قضیه نرمالیزاسیون ، بعد ، بعد مقطع دوا بر صفحه ، قضیه بعد فیبرها ، مختصات چار برای يك وارپته تصویری .

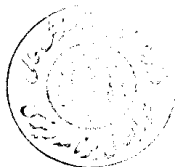
حلقه موضعی در يك نقطه ، فضای مماس و انواریان بودن آن ، مخروط مماس ، پارامترهای موضعی در يك نقطه و استفاده از سری های توانی ، وارپته های حقیقی و مختلط ، زیر وارپته با کودیمانسیون يك ، زیروارپته های ناکمین ، یکنثائی تجزیه حلقه موضعی در نقاط ساده ، ساختمان ایزومرفیسم دو گویا ، زیر وارپته های استثنائی ، نرمالیزاسیون وارپته های آفین ، رمیفیکاسیون ، نرمالیزاسیون منحنی ها .



بخشیاب يك تابع ، بخشیاب های موضعا* اصلی ، بخشیابها و نگاشتهای گویا ، فضای وابسته به يك بخشیاب ، بخشیاب ها روی يك منحنی و درجه آنها ، قضیه بزوروی منحنی ها ، بعد يك بخشیاب ، گروههای جبری ، گروههای خارج قسمت و قضیه شواله ، وارپته های آبلی و پیکارد ، فرم های دیفرانسیل منظم يك بعدی ، توصیف جبری مدول دیفرانسیل ها ، فرم های دیفرانسیل با درجات بالاتر ، فرم های دیفرانسیل دوگویا ، کاربرد فرم های دیفرانسیل مانند فرم های دیفرانسیل انواریان روی يك گروه کلاس کانونیک ، ابر صفحه ها و منحنی های ابر بیضوی ، قضیه "ریمن" ، راسخ " در مورد منحنی ها .

طیف يك حلقه تئوپولیژی زاریسکی و طیفی ، تحویل ناهذیری و بعد ، پیش شیف ها و پیش شیف زیر بنا ، شیف ها و استاك يك شیف ، تعریف طرح ، بهم چسبانیدن طرح ها ، زیر طرح ها ، تحویل ناهذیری و پوچ توانی ، حاصل ضرب طرح ها .

باندلهای برداری ، باندلهای از شیف ها ، بخشیابها و باندلهای خطی ، وارپته های مجرد و تقریبا* تصویری ، لم چاو ، شرط تصویری بودن شیف های وابسته ، شیف های مدولها ، تقلیل شیف های وابسته و قضیه تناهی .



مباحثی در منطق ریاضی

تعداد واحد : ۴

۴۰۱

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : منطق ریاضی

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

اثبات پذیر بودن و حساب شدنی بودن ، سلسله مراتب حل ناپذیر بودن
مسائل حساب ، قضایای گدل و تارسکی با تعمق کافی درباره آنها ،
مختصری درباره منطق های چند ارزشی و منطق شهود گرایان .



مباحثی در نظریه مجموعه ها

تعداد واحد : ۴

۴۰۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : نظریه مجموعه ها و منطق ریاضی

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

قضیه لون هایم - اسکولم ، نظریه مدلها در درون زرمپو - فرانسل
مطلقیت ، اصول انعکاسی ، مجموعه های ساخته شدنی و اردینالیتهای
پذیرفتنی فرضیه سوسلین ، مدلهای استاندارد و فرسینگ .



نظریه گراف

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

۴.۴

پیشنیاز : جبر خطی ۱ و جبر ۱

سرفصل دروس : (۱ - ساعت)

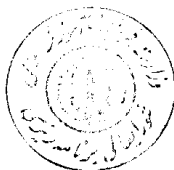
مفاهیم اولیه گراف ، زیر گراف ، گرافهای مرتبط و نامرتبط ، راه ، دور ، مجموعه ی برش ، مدار ، فضاها ی برداری وابسته به يك گراف ، گراف اولسری و هامیلتونی ، ماتریسهای وابسته به يك گراف و موارد استفاده آنها ، طیف يك گراف .

گروه اتومورفیسمهای يك گراف ، اعمال برگرافها و گروهها ، موارد استعمال گروه اتومورفیسمهای يك گراف در شمارش ، قضیه شمارش پولیا ، لم برونساید ، مختصری از دیگر گرافها ، گراف کپلی يك گروه .

گراف و سطوح ، نشان دادن يك گراف روی يك سطح ، گرافهای سطح جنس يك گراف ، عدد فامی يك گراف ، اشاره ای به مسئله ی چهاررنگ و تاریخچه آن ، عدد فامی يك سطح ، فورمول اوپلر ، شاخص اوپلر يك سطح .

نظریه تطابق ، قضیه ازدواج هال ، نظریه شبکه ها ، قضیه فلوماکزیمم و برش مینیمم ، قضیه منگر .

مختصری از نظریه ماتروید .



نظریه احتمال

تعداد واحد : ۴

۴۰۵

نوع واحد : نظری

پیش نیاز : آمار و احتمال ۲ ، آنالیز حقیقی ۱

سرفصل دروس : (۶۸ ساعت)

روش مجرد در احتمال ، قضایای بنیادی ، متغیر تصادفی ، استقلال ،
همگرایی در احتمال ، قضایای همگرایی ضعیف و قوی ، همگرایی توزیعها ،
قضیه همگرایی مسلط ، قانون بول کانتهی ، همگرایی در میانگین ، قضایای
کولموگوروف و خیتچین .



مباحثی در هندسه

۴۰۶

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: هندسه منیفلد ۱

تانسورها در فضاها، اقلیدسی و شبه اقلیدسی، تانسور نوع اول، تانسور نوع دوم، تانسور نوع سوم، تبدیل تانسورها به یکدیگر، جمع تانسورها، ضرب تانسورها، قسمت متقارن تانسور، قسمت پاد متقارن تانسور، انقباض، بالا و پائین بردن اندیسها، ضرب داخلی.

فضای R^4 با متریک لورنتس: مخروط نوری و خواص آن، جهت، عملگر هاج، تعریف دو بردار، تقسیم بندی گروه لورنتس، بدست آوردن بعد گروه لورنتس، مشتق کوباریان، فرمها، نمادهای کریستوفل، تعریف فضای همار، تانسور انحنا، معادله انیشتین.

اسپینورها: تعریف، ماتریسهای پائولی، تبدیل برداری در R^4 به یک اسپینور، تعریف اسپینور هرمیتی، تعریف متر فضای اسپینوری، انقباض، بالا و پائین بردن اندیسها، بردارهای نرمالیزه، اسپینور متقارن و پاد متقارن، تعریف فلگ، ساختار همدیس، فضاها، فیبره برداری، برشها، فیبره مختصاتی، فیبره های اسپینوری، مشتق کوباریان، معادله ماکسول به فرم اسپینوری، و بردارهای کلینگ، میدان اسپینوری، خم انتگرا، میدان های کامل، نشاندن در مخروط فضای شش بعدی فشرده سازی، ایزومتتری، ابرصفحه، میدانهای ژاکوسی، ژئو دزیک، انتقال موازی، نقاط مزدوج، میدانهای اسپینوری، تعبیر هندسی اعمال روی اسپینورها، تئوری جاذبه غیرخطی.



نظریه حلقه و مدول

تعداد واحد : ۴

۴۰۷

نوع واحد : نظری

پیش نیاز : جبر ۲ و جبر خطی ۱

سرفصل دروس:

مروری بر مفاهیم اصلی حلقه ها ، عناصر هچ توان و خود توان و مقسم صفر ، جمع و ضرب ایده آلها ، ضرب مستقیم حلقه ها ، ضرب مستقیم خارجی و داخلی ایده آلها ، ایده آلهای اول و ماکسیمال و می نیمال ، رادیکال اول ، ایده آلهای نیمه اول و حلقه نیمه اول ، مدول و زیر مدول ، مدول خارج قسمت ، همریختی و یگریختی مدولها و قضایای یگریختی ، زیر مدول ماکسیمال و می نیمال ، مدولهای آزاد و متناهی تولید شده ، مدولهای نوتری و آرتینی ، سری ترکیبی و طول ترکیبی یک مدول ، لم زاسنهاوس ، قضیه شرایبر ، قضیه جردن ، هلدرد مدول ساده ، لم شر ، رادیکال جاکسون ، لم ناکایاما ، ایده آلهای ابتدائی و حلقه ابتدائی ، ایده آلهای نیمه ابتدائی و حلقه نیمه ابتدائی ، ایده آلها در حلقه های نیمه ابتدائی آرتینی راست یا چپ قضیه دربرن و آرتین در رابطه با تجزیه یک حلقه نیمه ابتدائی آرتینی راست یا چپ به حلقه های ساده آرتینی راست یا چپ . قضیه تراکم (دانسیته) قضیه و دربرن و آرتین در رابطه با ساختمان یک حلقه ساده آرتینی راست یا چپ ، مدولهای تصویری (پروژکتیو) و تزئینی (انژکتیو) مباحث انتخابی دیگر .



توپولوژی ۲

۴۰۸

تعداد واحد: ۴

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: توپولوژی ۱ یا اجازه گروه ریاضی

سرفصل درس: (۶۸ ساعت)

یادآوری برخی از خواص فشردگی، فشردگی موضعی و همبندی فضاهای توپولوژیکی، فشردگی شمارا، فضاهای C -فشرد، رابطه هموستگی با فشردگی و همبندی، هموستگی یکنواخت و هموستگی همگرائی یکنواخت، همگرائی دنباله‌ای، فیلترها و تورها، همگرائی تورها و دنباله‌ها، کاربرد فیلترها و تورها در فشردگی، فیلترهای کوشی و فضاهای تمام، تمام سازی ساختمانهای متریک، قضیه کاتگوری بشر، تمام سازی و فشرد سازی، اصول جداسازی، اصول شمارائی، قضایای اوریسون و تیتسز، فضاهای تمام* منظم، فشرد سازی استون-چخ، قضایای متریکسازی و پیرافشردگی ناگاتا-اسمیرنوف، فضاهای متریک تمام، قضیه نقطه ثابت، فشردگی در فضای متریک، همگرائی فشرد و نقطه به نقطه، توپولوژی فشرد-باز، قضیه آسکولسکی، توابع هیچ جانشین پذیر، هوموتوپس، دسته های هوموتوپس و هوموتوپس راهها، گروه بنیادی، فضاهای پوششی، نگاشتهای اساسی و غیراساسی، قضیه اساسی جبر، قضیه جداسازی ژوردان، قضیه منحنی ژوردان.

تذکره دانشجویان: در این درس توپولوژی دوره کارشناسی را گذرانیده اند نمیتوانند

در این درس ثبت نام نمایند.



نام درس : مبانی ریاضی در رمزنگاری

۴۰۶

پیشنیاز: جبر ۲

تعداد واحد: ۳

شرح موارد درس :

آشنائی مقدماتی با سیستمهای رمز ، تئوری اعداد و رمز نگاری، جبر و رمز نگاری ، تئوری پیچیدگی و رمز نگاری، نمونه هایی از سیستمهای کلید عمومی ، نمونه هایی از سیستمهای رمز قراردادی، روشهای ریاضی در سیستمهای رمز صوتی، مباحثی در تئوری کدگذاری .

منابع :

- [1] . E. Kranakis, Primality and Cryptography, John Wiley, 1986.
- [2] . R.A. Ruppel, Anabysis and Design of Stream Cipher, Springer Verlay, 1986.



مبانی سیستمهای دینامیکی

۴۰۷

تعداد واحد: ۴

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: توابع مختلط

سرفصل درس:

دینامیک تک بعدی - دینامیک نمادین - قضیه شارکوفسکی - مشتق شوارتس-زی -
نگاشتهای رایس - نظریهٔ انشعاب - دینامیک ابعاد بالاتر - نگاشت نعل اسب - نگاشت
هنون - دینامیک توابع مختلط - مجموعه‌های ژولیا و مندلیبرات و خواص مقدماتی آنها .

مرجع:

R.L. Devaney, An Introduction to chaotic Dynamical Systems,
Addison-Wesley 1989.



نظریه لاتیس (شبکه) و جبر بول

تعداد واحدها : ۴

۴۰۸

نوع واحد : نظری (کارشناسی ارشد) .

پیشنیاز : جبر ۳

سرفصل درس :

مروری بر جبر جامع و نظریه کاتگوری - مفاهیم بنیادی لاتیسها (شامل خواص جبری اعمال متناهی - ایده آل و فیلتر ...) همریختها - لاتیس کامل - لاتیس مدولار ، لاتیس توزیعپذیر ، جبر بول و خواص بنیادی آنها - روابط همبستگی - لاتیس همبستگی - ایده آل های اول و ماکسیمال - قضیه ایده آل های اول - نمایشهای لاتیسها و جبرهای بول (نمایشهای مجموعه ای و توپولوژیکی : قضیه استون) - رابطه بین کاتگوری جبرهای بول و کاتگوری فضا های توپولوژی بولی - رابطه بین همریختها و توابع پیوسته توسیع همریختها (قضیه سیکورسکی) ضرب ، زیر ضرب ، همضرب و همحد - جبرهای کامل و کمال جبرها - جبرهای آزاد - برخی از خواص اعمال نامتناهی روی لاتیسها .
(مدرس با توجه به گرایشی که مورد نظرش است می تواند این مطالب را صرفاً در نظریه جبر بول ارائه دهد) .

1. Lattice Theory : Birkhoff
2. Lattice Theory : Gratzner
3. Distributive Lattices : Balbes & Dwinger
4. Boolean Algebra : Sikorski
5. Handbook of Boolean Algebra Vol. I :
Edited by Monk & Bonnet
6. Introduction to Boolean Algebra : Dwinger



بسم الله الرحمن الرحيم

**عنوان برنامه: دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها گرایش ریاضیات تصادفی
تدوین شده توسط گروه برنامه ریزی علوم ریاضی**

۱- برنامه درسی تدوین شده دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها گرایش ریاضیات تصادفی پیشنهادی گروه برنامه ریزی علوم ریاضی در جلسه شماره ۸۸۷ مورخ ۱۳۹۶/۰۹/۰۴ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی به تصویب رسیده است.

۲- برنامه درسی مذکور در سه فصل: مشخصات کلی، جدول واحد های درسی و سرفصل دروس تنظیم شده و 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.

۳- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ به مدت ۵ سال قابل اجراست و پس از آن نیازمند بازنگری می باشد.

مجتبی شریعتی نیاسر

نایب رئیس شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



عبدالرحیم نوده ابراهیم

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

رئیس

برنامه آموزشی دوره
کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش ریاضیات تصادفی





جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی
گروه علوم پایه
کمیته تخصصی علوم ریاضی

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها
گرایش ریاضیات تصادفی



بهمن ماه ۱۳۹۵

برنامه و سرفصل درس‌های کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها

- ریاضیات و کاربردها - گرایش آنالیز
- ریاضیات و کاربردها - گرایش جبر
- ریاضیات و کاربردها - هندسه و توپولوژی
- ریاضیات و کاربردها - گراف و ترکیبیات
- ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی
- ریاضیات و کاربردها - گرایش ریاضیات تصادفی



مقررات عمومی برنامه کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها

کلیه دانشگاه هایی که قبلاً مجوز اجرای رشته به صورت کلی و یا در برخی از گرایش های خاص این رشته را اخذ کرده اند می توانند در همان گرایش هایی که دانشجو گرفته اند کماکان اقدام به پذیرش دانشجو نمایند ولی در سایر گرایش های جدید و یا گرایش هایی که قبلاً مجوز اجرای آن را نداشته اند لازم است نسبت به اخذ مجوز با کد رشته محل مجزا اقدام نموده و فقط در صورت احراز شرایط و پس از اخذ مجوز از وزارت عتف نسبت به پذیرش دانشجو با کد رشته محل مختص گرایش مربوطه اقدام کنند.

طول دوره و شکل نظام

دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها مطابق با آیین نامه جاری دوره ی کارشناسی ارشد وزارت عتف است.

تعداد واحدهای دوره

تعداد واحدهای درسی دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها ۳۲ و به قرار زیر است:

درس های الزامی: ۱۲ واحد، شامل درس اصلی گرایش یا زیر گرایش و دو درس از دروس اصلی گرایش ها یا زیر گرایش های دیگر علوم ریاضی با نظر استاد راهنما و دانشکده.
درس های تخصصی - انتخابی: ۱۲ واحد، شامل سه درس از جدول درس های تخصصی - انتخابی و یک درس با نظر استاد راهنما و تأیید گروه از درس های انتخابی یکی از دوره های کارشناسی ارشد مرتبط.

سمینار: ۲ واحد

پایان نامه: ۶ واحد

اخذ درس سمینار و پایان نامه در نیمسال اول تحصیل مجاز نیست. برای اخذ درس سمینار نیاز به گذراندن دست کم ۹ واحد درسی و برای اخذ پایان نامه گذراندن دست کم ۱۲ واحد (که شامل درس های الزامی می باشد) و اجازه گروه ضروری است.

با توجه به پایه ای بودن دروس الزامی و تنوع ورودی های کارشناسی ارشد در این رشته، دروس الزامی به صورت ۴ واحدی ارائه خواهند شد. بدیهی است گروه های آموزشی اختیار دارند پس از تصویب دانشگاه به میزان ۱ واحد به محتوی سرفصل این دروس که به صورت ۳ واحدی تنظیم شده است اضافه نمایند.

گروه های مجری می توانند درس های جدیدی را به عنوان درس اختیاری مطابق با روال جاری دانشگاه مصوب و آرایه دهند.

دانشجو در طول تحصیل خود نمی تواند بیش از یک درس با عنوان مباحث ویژه اختیار کند.



کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش ریاضیات تصادفی



فصل اول

مشخصات دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش ریاضیات تصادفی



مقدمه

با نگاه به تحقیقات افرادی که مدال فیلدز را در زمینه ریاضیات تصادفی از سال ۲۰۰۶ تاکنون به دست آورده‌اند، مشاهده می‌شود که این جایزه عموماً به تحقیقاتی تعلق گرفته است که تجلی ریاضیات مفهومی و به شدت تلفیقی و بین رشته‌ای هستند. این جایزه به دلیل تلفیق نظریه احتمال، قرایندهای تصادفی و آنالیز تصادفی با نظریه نمایش، هندسه جبری و توابع خاص، هندسه دو بعدی حرکت بروانی، آنالیز مختلط، آنالیز هارمونیک، معادلات دیفرانسیل پاره‌ای، ترکیبیات جبری و هندسی، نظریه تحلیلی اعداد، سیستم‌های دینامیکی و معادلات دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی، به این محققان تعلق گرفته است. این فقط قسمتی از مهمترین تحقیقات یک دهه اخیر در زمینه نظریه ریاضیات تصادفی است که حوزه معرفتی مهمی در ریاضی امروز است (به قول دیوید مامفورد در آغاز قرن بیست و یکم: «ما در آستانه عصر تصادفی قرار داریم»). این حوزه نقش مهم و تأثیرگذاری در دیگر حوزه‌های ریاضی مانند معادلات دیفرانسیل پاره‌ای، آنالیز ریاضی، ترکیبیات، هندسه جبری و نظریه اعداد دارد. این زمینه، پایه علم آمار نیز می‌باشد. ریاضی تصادفی همچنین یک علم کاربردی است با کاربردهای بسیار مهم در مکانیک آماری، زیست‌ریاضی، ریاضی مالی و مهندسی مالی، علوم کامپیوتر، آنالیز عددی و محاسبات علمی، مخابرات و دیگر رشته‌های علوم و مهندسی. ریاضیات تصادفی به مطالعه مدل ریاضی پدیده‌های تصادفی می‌پردازد و یا گاهی تعبیری تصادفی از مدل‌های ریاضی تعینی ارائه می‌دهد.

تعریف

دوره کارشناسی ارشد ریاضیات تصادفی، یکی از دوره‌های آموزشی و پژوهشی در سطح تحصیلات تکمیلی در نظام آموزش عالی کشور است که پس از دوره کارشناسی آغاز و به اعطای مدرک رسمی دانشگاهی در مقطع کارشناسی ارشد در رشته ریاضیات و کاربردها یا ریاضی کاربردی (گرایش ریاضیات تصادفی) یا کارشناسی ارشد آمار (گرایش احتمال) می‌انجامد و از نظر اجرایی تابع ضوابط، مقررات و آیین‌نامه‌های مصوب شورای برنامه ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است. این دوره می‌تواند بر حسب ضرورت در رشته ریاضیات و کاربردها یا رشته ریاضی کاربردی (گرایش ریاضیات تصادفی) یا کارشناسی ارشد آمار (گرایش احتمال) ارایه شود.

اهداف

در اجرای دوره کارشناسی ارشد ریاضیات تصادفی اهداف زیر برای تربیت نیروی کارآمد دنبال می‌شود:

- یافتن مدل‌های ریاضی برای پدیده‌های تصادفی؛
- ایجاد پل ارتباطی بین ریاضیات تصادفی با دیگر رشته‌های و زمینه‌های ریاضی؛
- ایجاد پل ارتباطی بین ریاضیات تصادفی با دیگر علوم مانند زیست‌شناسی و ژنتیک، مالی و اقتصاد، مدیریت، فیزیک و مهندسی علوم داده‌ها.

نقش و توانایی

دانش‌آموختگان دوره کارشناسی ارشد ریاضیات تصادفی می‌توانند:

- به انجام پژوهش‌های بنیادی و کاربردی در خود ریاضی تصادفی و ارتباط آن با دیگر رشته‌های علوم ریاضی بپردازد.
- به انجام پژوهش‌های بنیادی و کاربردی در مدل‌سازی ریاضی برای پدیده‌های تصادفی در علوم زیست‌شناسی، اقتصاد، مالی، فیزیک، علوم کامپیوتر بپردازد.
- از ابزار آنالیز عددی و محاسبات علمی برای شناخت و توصیف پدیده‌های تصادفی استفاده کند.



ضرورت و اهمیت

چندین دهه است که با پیشرفت علوم گوناگون، مشخص شده است که مدل‌های واقعی پدیده‌های طبیعی، آن‌هایی هستند که نقش عوامل تصادفی را نیز در نظر می‌گیرند. به همین دلیل، بخش‌ها و شاخه‌های مختلف ریاضیات که دانش مدل‌سازی پدیده‌های طبیعی و مطالعه آن‌ها است، به شدت با مطالعه مدل‌های نظری و عددی تصادفی درآمیخته شده‌اند. از این‌رو شناخت ریاضیات تصادفی می‌تواند دانشجو را با دنیای پژوهشی وسیعی روبه‌رو سازد که هم به لحاظ نظری از زیبایی و کارایی برخوردار است و هم از جنبه کاربردی، گستره وسیعی از مباحث را هم در خود ریاضیات و هم بیرون از آن، در بر می‌گیرد.

پیش‌نیاز

لازم است دانشجویانی که قصد دارند در دوره کارشناسی ارشد گرایش ریاضیات تصادفی ادامه تحصیل دهند، درس آنالیز ریاضی (نظام جدید کارشناسی) یا آنالیز ریاضی ۲ (نظام قدیم کارشناسی) را گذرانده باشند. در غیر این صورت باید حتماً این درس را به عنوان جبرانی اخذ نمایند.



فصل دوم

جدول دروس دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش ریاضیات تصادفی



درس اصلی گرایش ریاضیات تصادفی: نظریه اندازه و کاربردها

- به دانشجویان توصیه می شود دو درس الزامی دیگر خود را از بین درس های آشنایی با آنالیز تصادفی و ... انتخاب نمایند

جدول دروس تخصصی-انتخابی گرایش ریاضیات تصادفی

شماره	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیش نیاز
			جمع	نظری	عملی	
۱	نظریه پیشرفته احتمال	۳	۴۸	۴۸		نظریه اندازه و کاربردها
۲	فراایندهای تصادفی پیشرفته	۳	۴۸	۴۸		نظریه پیشرفته احتمال
۳	فراایندهای تصادفی کاربردی	۳	۴۸	۴۸		نظریه پیشرفته احتمال
۴	آنالیز تصادفی کسری	۳	۴۸	۴۸		آشنایی با آنالیز تصادفی
۵	فرایندلوی	۳	۴۸	۴۸		آشنایی با آنالیز تصادفی
۶	نظریه معادلات دیفرانسیل تصادفی	۳	۴۸	۴۸		آشنایی با آنالیز تصادفی
۷	نظریه معادلات دیفرانسیل پاره ای تصادفی	۳	۴۸	۴۸		نظریه معادلات دیفرانسیل تصادفی
۸	روش های عددی در معادلات دیفرانسیل تصادفی	۳	۴۸	۴۸		آشنایی با آنالیز تصادفی
۹	روش های عددی در معادلات دیفرانسیل پاره ای تصادفی	۳	۴۸	۴۸		نظریه معادلات دیفرانسیل پاره ای تصادفی
۱۰	معادلات تحولی تصادفی	۳	۴۸	۴۸		نظریه معادلات دیفرانسیل پاره ای تصادفی
۱۱	کنترل بهینه تصادفی	۳	۴۸	۴۸		آشنایی با آنالیز تصادفی
۱۲	انتگرال تصادفی	۳	۴۸	۴۸		فراایندهای تصادفی پیشرفته
۱۳	فراایندهای تصادفی مانای ضعیف	۳	۴۸	۴۸		آشنایی با آنالیز تصادفی
۱۴	فراایندهای تصادفی مجموعه مقدار	۳	۴۸	۴۸		آشنایی با آنالیز تصادفی
۱۵	فراایندهای تصادفی پایدار	۳	۴۸	۴۸		آشنایی با آنالیز تصادفی
۱۶	نظریه ریاضی بازی ها	۳	۴۸	۴۸		نظریه اندازه و کاربردها



۱۷	فرآیند پخش	۳	۴۸	۴۸	نظریه معادلات دیفرانسیل تصادفی
۱۸	اصل انحراف‌های بزرگ و کاربردهای آن	۳	۴۸	۴۸	نظریه پیشرفته احتمال
۱۹	گراف‌های تصادفی	۳	۴۸	۴۸	نظریه اندازه و کاربردها
۲۰	نظریه تشت	۳	۴۸	۴۸	نظریه اندازه و کاربردها
۲۱	آنالیز تصادفی روی خمینه‌ها	۳	۴۸	۴۸	انتگرال تصادفی و هندسه خمینه‌ها
۲۲	روش‌های احتمالاتی در آنالیز ریاضی	۳	۴۸	۴۸	فرآیندهای تصادفی پیشرفته
۲۳	شبیه‌سازی تصادفی	۳	۴۸	۴۸	نظریه اندازه و کاربردها
۲۴	ماتریس‌های تصادفی	۳	۴۸	۴۸	نظریه اندازه و کاربردها
۲۵	میدان‌های تصادفی	۳	۴۸	۴۸	آشنایی با آنالیز تصادفی
۲۶	فرآیندهای نقطه‌ای	۳	۴۸	۴۸	آشنایی با آنالیز تصادفی
۲۷	معادلات دیفرانسیل تصادفی پسر	۳	۴۸	۴۸	نظریه معادلات دیفرانسیل تصادفی
۲۸	احتمال روی فضاهای باناخ	۳	۴۸	۴۸	آشنایی با آنالیز تصادفی و آنالیز تابعی
۲۹	عملگرهای تصادفی	۳	۴۸	۴۸	آشنایی با آنالیز تصادفی و آنالیز تابعی
۳۰	روش‌های احتمالاتی در مدل‌های ژنتیکی	۳	۴۸	۴۸	آشنایی با آنالیز تصادفی
۳۱	هندسه تصادفی	۳	۴۸	۴۸	آشنایی با آنالیز تصادفی
۳۲	مباحث ویژه در فرآیندهای تصادفی	۳	۴۸	۴۸	اجازه گروه (دانشکده)
۳۳	مباحث ویژه در نظریه احتمال	۳	۴۸	۴۸	اجازه گروه (دانشکده)



فصل سوم

سرفصل دروس کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش ریاضیات تصادفی



عنوان درس		فارسی		نظریه اندازه و کاربردها			
		انگلیسی		Measure Theory and Probability			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز			
پایه	اصلی	۳	۴۸	اختیاری		تخصصی	
	نظری			عملی	نظری	عملی	
نظری	عملی	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				حل تمرین: دارد	

هدف:

هدف این درس آشنایی دانشجو با زبان نظریه اندازه، مبانی نظریه احتمال و شیوه به کارگیری ابزارهای نظریه اندازه در احتمال است.
سرفصل درس:

تعریف مقدماتی از احتمال و بیان نمونه‌هایی از فضاهای احتمال، بیان ضرورت توسعه مفهوم پیشامد و احتمال، سیگما میدان، اندازه مجرد و ویژگی‌های آن، اندازه‌لیگ، خواص اندازه‌لیگ و وجود مجموعه اندازه‌ناپذیر، تعریف احتمال شرطی و پیشامدهای مستقل، لم‌های اول و دوم برل-کانتلی، توابع اندازه‌پذیر و متغیرهای تصادفی، اندازه احتمال وابسته به متغیر تصادفی، تقریب با توابع ساده (متغیرهای تصادفی گسسته)، همگرایی تقریباً همه‌جا (قربان به یقین)، همگرایی در اندازه (در احتمال)، انتگرال (امید) توابع اندازه‌پذیر (متغیرهای تصادفی) نامنفی، قضیه همگرایی بیکنوا و نتایج آن، توابع انتگرال‌پذیر، لم فاتو، قضیه همگرایی تسلطی و نتایج آن، فضاهای L^p (اثبات ساختار برداری و کامل بودن آنها)، انتگرال‌پذیری یکنواخت، فضای L^2 به عنوان یک فضای هیلبرت و قضیه تصویر روی زیرفضاهای بسته، گشتاورهای متغیرهای تصادفی و واریانس، تابع مولد گشتاور، سیگما میدان حاصل ضربی، اندازه حاصل ضربی، انتگرال دوگانه و قضیه فوبینی، بردارهای تصادفی و تابع توزیع چندمتغیره، کوواریانس، متغیرهای تصادفی مستقل، معرفی امید و احتمال شرطی (با استفاده از قضیه تصویر در فضاهای هیلبرت)، ویژگیهای امید شرطی، احتمال شرطی منظم، آشنایی با مارتینگل‌های زمان-گسسته، آشنایی با زمان توقف، قضیه نمونه‌گیری اختیاری در حالت ساده، بیان قضیه همگرایی مارتینگل‌های زمان-گسسته در حالت ساده.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Adams, M. and Guillemin, V., *Measure Theory and Probability*, Birkhauser, 1996.
- 2- Resnick, S., *A Probability Path*, 2nd Ed., Springer, 2014.
- 3- Billingsley, P., *Probability and Measure*, John Wiley & Sons, 2012.
- 4- Jacod, J. and Protter, P., *Probability Essentials*, Springer-Verlag, 2004.



عنوان درس		فارسی		آشنایی با آنالیز تصادفی	
انگلیسی		Introduction to Stochastic Analysis			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری		
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
حل تمرین: دارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	۳	۴۸	نظریه اندازه و کاربردها	

هدف:

هدف این درس آشنایی مقدماتی دانشجویان با حرکت براونی و ویژگی‌های آن و شیوه تعریف انتگرال تصادفی ایتو نسبت به حرکت براونی و ویژگی‌های آن است.

سرفصل درس:

تعریف حرکت براونی، ساختن حرکت براونی به روش فضای L^2 ، اشاره به دیگر روشهای ساختن حرکت براونی، پیوستگی مسیرهای براونی، مشتق ناپذیری مسیرهای براونی، تغییرات مرتبه دوم حرکت براونی، خاصیت مارکوفی حرکت براونی، خاصیت مارتننگلی حرکت براونی، اصل بازتاب و کاربردهای آن، انتگرال تصادفی ایتو برای فرایندهای تصادفی ساده، ایزومتري ایتو، انتگرال تصادفی ایتو برای L^2 -فرایندهای تصادفی، پیوستگی انتگرال تصادفی، خاصیت مارتننگلی انتگرال تصادفی، انتگرال استرانونوویچ و رابطه آن با انتگرال تصادفی ایتو، فرمول ایتو و کاربردهای آن همراه با مثال، قضیه نمایش مارتننگلی، پل براونی، فرمول تاناکا و زمان موضعی، آشنایی با معادلات دیفرانسیل تصادفی، قضیه وجود و یکتایی جواب برای معادلات دیفرانسیل تصادفی.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Kuo, Hui-Hsiung, *Introduction to Stochastic Integration*, Springer, Berlin, 2006.
- 2- Le Gall, Jean-François, *Brownian Motion, Martingales, and Stochastic Calculus*, Springer 2016.
- 3- Oksendal, B., *Stochastic Differential Equations, An Introduction with Applications*, 6th. ed., Springer-Verlag, 2003.
- 4- Schilling, Rene and Partzsch, L., *Brownian Motion, An Introduction to Stochastic Processes*, 2nd ed. Walter de Gruyter, 2014.



عنوان درس		فارسی	حسابان تصادفی کسری
		انگلیسی	Fractional Stochastic Calculus
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت
پایه		اختیاری	دروس پیش نیاز
اصلی		تخصصی	آشنایی با آنالیز تصادفی
نظری		نظری	۴۸
عملی		عملی	۳
نظری		نظری	۴۸
عملی		عملی	۳
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف:

هدف این درس آشنا کردن دانشجو با مفهوم مشتق کسری و سپس حرکت براونی کسری، انتگرال ایتو نسبت به حرکت براونی کسری و برخی از کاربردهای آن است.

سرفصل درس:

حرکت براونی کسری، خود-متشابهی، پیوستگی هلدِر، مشتق پذیری مسیرها، انتگرال وینر برای حرکت براونی کسری، نوقه سفید کسری، قضیه گیرساف کسری، گرادیان تصادفی کسری، انتگرال ایتوی کسری، فرمول ایتوی کسری، انتگرال های مکرر و بسط آشوبی، معادلات دیفرانسیل تصادفی شامل حرکت براونی کسری، کاربرد حسابان تصادفی کسری در ریاضی مالی، کاربرد حسابان تصادفی کسری در کنترل بهینه تصادفی، زمان موضعی و فرمول تاناکا در حسابان تصادفی کسری.

مراجع پیشنهادی:

1. Biagini, F., Hu, Y., Oksendal, B., Zhang, T., *Stochastic calculus for fractional Brownian Motion and Applications*, Springer-Verlag, London, 2008.
2. Nualart, D., *The Malliavin Calculus and Related Topics*, 2nd, Springer, 2006.



عنوان درس		فارسی		نظریه پیشرفته احتمال						
		انگلیسی		Advanced Probability Theory						
نوع واحد				تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز				
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۳	۴۸	نظریه اندازه و کاربردها
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		
حل تمرین: دارد										

هدف:

در این درس دانشجویان با مطالب پیشرفته تر نظریه احتمال شامل قانون های اعداد بزرگ، انواع همگرایی دنباله متغیرهای تصادفی و قضیه های حدی آشنا می شوند.

سرفصل درس:

دوره فضای احتمال، متغیرهای تصادفی، دوره انتگرال و امید ریاضی، تابعهای جرم احتمال و چگالی احتمال، تابع توزیع، اندازه و انتگرال لبگ-استیلتیس، همگرایی متغیرهای تصادفی و مقایسه انواع همگرایی ها، پیشامدهای مستقل، قانون صفر و یک کلموگورف، متغیرهای تصادفی مستقل، ساختن دنباله متغیرهای تصادفی مستقل هم توزیع، قانون ضعیف اعداد بزرگ، قانون های قوی اعداد بزرگ، تابع مشخصه و ویژگی های آن، یکنایی و قضیه وارون برای تابع مشخصه، قضیه پیوستگی لوی، همگرایی ضعیف، قضیه های حد مرکزی، قضیه لیاپانف، آرایه های مثلثی و قضیه لیندبرگ، توزیع های بینهایت بار تقسیم پذیر و پایداری، قانون لگاریتم مکرر، دروه امید شرطی و احتمال شرطی، احتمال شرطی منظم، مارتینگل های زمان-گسته، زمان توقف، قضیه توقف اختیاری، قضیه نمونه گیری اختیاری، نامساوی های مارتینگلی، قضیه همگرایی مارتینگل ها، کاربرد در قضیه رادن-نیکودیم، کاربرد در قضیه حد مرکزی، مارتینگل های زمان-معکوس، همگرایی مارتینگل های زمان-معکوس.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Billingsley, P., *Probability and measure*, Anniversary Ed. Wiley & Sons, 2012.
- 2- Breiman, L., *Probability*, SIAM, 1992.
- 3- Chung, K. L., *A course in probability theory*, 3rd ed., Academic Press, 2000.
- 4- Durrett, Rick. *Probability: theory and examples*, 4th ed. Cambridge University Press, 2010.
- 5- Dudley, Richard, *Real analysis and probability*, 2nd ed. Cambridge University Press, 2002.
- 6- Khoshnevisan, D., *Probability*, American Mathematical Society, 2007
- 7- Kallenberg, O., *Foundations of modern probability*, 2nd. ed., Springer, 2002.
- 8- Walsh, John, *Knowing the odds*, American Mathematical Society, 2012.



عنوان درس		فارسی		نظریه معادلات دیفرانسیل تصادفی							
		انگلیسی		Theory of Stochastic Differential Equations							
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش نیاز					
پایه		۳		۴۸		آشنایی با آنالیز تصادفی					
اصلی		اختیاری		تخصصی		نظری					
نظری		عملی		نظری		عملی		نظری		عملی	
نظری		عملی		نظری		عملی		نظری		عملی	
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد									

هدف:

آشنایی دانشجو با مفهوم معادله دیفرانسیل تصادفی شامل نقطه سفید، تبدیل آن به معادله انتگرال تصادفی ایتو، روش حل برخی از موارد خاص و قضیه وجود و یکتایی جواب و استفاده از نظریه معادلات دیفرانسیل تصادفی در مدل سازی پدیده های تصادفی است.

سرفصل درس:

تعریف معادله دیفرانسیل تصادفی، مثال های معادلات دیفرانسیل تصادفی و روش های حل، قضیه وجود و یکتایی جواب، مفهوم جواب قوی و ضعیف، ویژگی های مارکوفی و مارکوفی قوی برای جواب معادلات دیفرانسیل تصادفی، مولد فرآیند پخش ایتو، فرمول دینکین، عملگر مشخصه، فرآیند پسر و کلموگروف، فرمول فاینمن-کتنس، مسأله مارتینگل، تعویض زمان تصادفی، قضیه گیرساف، کاربرد معادلات دیفرانسیل تصادفی در نظریه مسائل مقدار مرزی، مسأله دیریشله، مسأله پواسن، کاربرد در توقف بهینه: حالت زمانی-همگن و حالت زمانی-ناهمگن، مسائل توقف بهینه شامل انتگرال، ارتباط با نامساوی های تغییراتی، کاربرد در کنترل تصادفی، معادله هامیلتن-ژاکوبی-بلمن.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Le Gall, Jean-François, *Brownian Motion, Martingales, and Stochastic Calculus*, Springer, 2016.
- 2- Oksendal, B., *Stochastic differential equations: an introduction with applications*, 6th Ed., Springer, Berlin, 2003.



فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	
فارسی		انگلیسی		انتگرال تصادفی		عنوان درس	

هدف:

آشنایی دانشجویان با نظریه انتگرال تصادفی در سطحی پیشرفته تر از آن که در درس آشنایی با آنالیز تصادفی دیده است. در اینجا انتگرال تصادفی فرایندهای پیش‌بینی‌پذیر نسبت به مارتینگل‌های موضعی با شرایط مناسب آموزش داده می‌شود. به علاوه، صورت تعمیم‌یافته فرمول ایتو و کاربردهای آن نیز بیان می‌شود.

سرفصل درس:

مجموعه‌ها و فرایندهای پیش‌بینی‌پذیر، بازه‌های تصادفی، اندازه روی مجموعه‌های پیش‌بینی‌پذیر، تعریف انتگرال تصادفی، توسعه تعریف انتگرال به انتگرالدها و انتگرال‌گیرهای موضعی، فرمول جانشین‌سازی، فرآیند تغییرات مرتبه دوم و ویژگی‌های آن، L^2 - مارتینگل‌ها و انتگرال نسبت به آنها، فرمول ایتو یک بعدی، فرمول ایتو چندبعدی، کاربردهای فرمول ایتو، زمان موضعی و فرمول تاناکا، حرکت براونی بازتاب‌یافته، تعویض زمان، تعویض اندازه، معادلات دیفرانسیل تصادفی، قضیه وجود و یکتایی در حالت لیب‌شیتز، جواب‌های ضعیف و قوی، ویژگی مارکوف قوی برای جواب‌ها، اندازه‌های تصادفی، قضیه نمایش مارتینگلی.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Chung, K.L., and Williams, R.J., *Introduction to Stochastic Integration*, 2nd Ed., Birkhauser, Boston, 1990.
- 2- Protter, P., *Stochastic Integration and Differential Equations*, 3rd Ed., Springer-Verlag, 2004.



عنوان درس		فارسی		انگلیسی		نظریه معادلات دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی	
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش نیاز	
پایه		اختیاری		تخصصی		اصلی	
نظری		عملی		نظری		عملی	
۴۸		۳		آشنایی با آنالیز تصادفی		حل تمرین: دارد. نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف:

آشنایی دانشجویان با انواع معادلات دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی، مفهوم جواب قوی، معادلات تحولی تصادفی در فضاهای هیلبرت و مطالبی درباره نظریه کیفی معادلات دیفرانسیل پاره‌ای و برخی کاربردها.

سرفصل درس:

یادآوری تعریف انتگرال تصادفی ای‌تو و ویژگی‌های اصلی آن، فرمول ای‌تو و کاربردهای آن، تعریف معادله دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی، معادلات دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی مرتبه اول، معادلات سهموی تصادفی از قبیل معادله انتقال حرارت تصادفی، معادله واکنش-پخش، معادلات سهموی با نوقه لوی. معادلات هذلولوی تصادفی از قبیل معادله موج تصادفی، معادله موج نیمه‌خطی و معادله موج روی دامنه‌های بی‌کران، آشنایی با معادلات تحولی تصادفی روی فضاهای هیلبرت، مارتینگل‌های هیلبرت-مقدار، انتگرال تصادفی در فضاهای هیلبرت، فرمول ای‌تو، معادلات تحولی تصادفی، جواب ملایم و جواب قوی و رابطه آن‌ها، رفتار مجانبی جواب‌ها و بررسی مطالبی مانند کراننداری و پایداری جواب‌ها، روش تابع لیاپانوف، اندازه‌های ناورد، اختلال‌های تصادفی کوچک، انحراف‌های بزرگ، بیان برخی از کاربردها مانند معادله برگز تصادفی، معادله شروودینگر تصادفی، معادله کان-هیلیارد و پایداری آن، معادله ناویه-استوکس تصادفی.

مراجع پیشنهادی:

1. Chow, P. L., *Stochastic partial differential equations*, 2nd Edition, CRC Press, 2015.
2. Liu, W. and Röckner, M., *Stochastic Partial Differential Equations: An Introduction*, Springer-Verlag, 2015.



عنوان درس		فارسی	معادلات تحولی تصادفی
انگلیسی		Stochastic Evolution Equations	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت
پایه		۳	۴۸
نظری	عملی		
اصلی	نظری	عملی	نظری
تخصصی	نظری	عملی	نظری
اختیاری	نظری	عملی	نظری
حل تمرین: دارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			
نظریه معادلات دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی			

هدف:

آشنایی دانشجویان با چگونگی مدل‌سازی معادلات دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی در قالب معادلات تحولی تصادفی در فضای باناخ یا هیلبرت مناسب، تحلیل انواع جواب و بررسی پایداری جوابها.

سرفصل درس:

حسابان تصادفی شامل: فرایندهای هیلبرت – مقداری، متغیر تصادفی گاوسی هیلبرت – مقداری، مارتنگال‌ها در فضاهای هیلبرت، -فرایند وینر استوانه‌ای، انتگرال تصادفی شامل: فرایندهای تصادفی مقدماتی، انتگرال تصادفی ایتو برای فرایندهای مقدماتی، انتگرال تصادفی ایتو نسبت به فرایند تصادفی ایتو نسبت به فرایند وینر استوانه‌ای، مسأله نمایش مارتنگلی، قضیه فوبینی تصادفی، فرمول ایتو و کاربردهای آن، معادلات دیفرانسیل تصادفی شامل: تعریف معادله دیفرانسیل تصادفی در فضاهای نامتناهی-بعد، جواب قوی و ضعیف و ملایم، مقایسه روش تغییراتی و روش نیمگروهی، وجود و یکتایی جواب با شرایط مناسب، خاصیت مارکوفی جواب، وابستگی جواب نسبت به شرایط اولیه، معادله پسر و کلموگراف، وجود جواب ضعیف با شرط پیوستگی، رفتار مجانبی جوابهای معادلات تحولی شامل: پایداری و پایداری مجانبی، پایداری مجانبی نمایی گشتاورها و مسیرهای نمونه‌ای، کراننداری گشتاورها و مسیرهای نمونه‌ای جوابها.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Gawarecki, L., and Mandrekar, L., *Stochastic differential equations in infinite dimensions*, Springer-Verlag, Berlin, 2011.
- 2- Prevot, C., and Rockner, M., *A concise course on stochastic partial differential equations*, SpringerLNM (1905), Berlin, 2007.
- 3- Da Prato, G., Zabczyk, J., *Stochastic equations in infinite dimensions*, Cambridge University Press, London, 1992



عنوان درس		فارسی		فرآیندهای تصادفی پیشرفته							
		انگلیسی		Advanced Stochastic Processes							
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش نیاز					
پایه	اصلی	تخصصی		اختیاری		۴۸	۳	نظریه پیشرفته احتمال و آشنایی با آنالیز تصادفی			
		عملی	نظری	عملی	نظری			عملی	نظری	عملی	نظری
حل تمرین: دارد				نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد							

هدف:

آشنایی دانشجویان با انواع فرآیندهای تصادفی و مارتینگل‌های زمان-پیوسته و انتگرال تصادفی نسبت به نیمه مارتینگل‌ها.

سرفصل درس:

تعریف فرایند تصادفی، فرآیندهای تصادفی اندازه‌پذیر، فرآیندهای تصادفی پیوسته، فرآیندهای تصادفی پیش‌بینی‌پذیر، قضیه توسعه کلموگروف، مارتینگل زمان-پیوسته، نامساوی‌های مارتینگلی برای مارتینگل‌های زمان-پیوسته، زمان توقف، رده‌بندی زمان‌های توقف، قضیه نمونه‌گیری اختیاری، قضیه توقف اختیاری، قضیه همگرایی مارتینگل‌ها، فرآیندهای صعودی و قضیه تجزیه دوب-میر، ساختار L^2 -مارتینگل‌ها، فرایند تغییرات مرتبه دوم، آشنایی با نیمه‌مارتینگل‌ها و مارتینگل‌های موضعی، انتگرال تصادفی نسبت به L^2 -مارتینگل‌ها.

مرجع پیشنهادی:

- 1- Cohen, S.N., Elliot, R. J., *Stochastic Calculus and Applications*, 2nd Ed., Birkhauser, 2015.
- 2- Yeh, J., *Martingales and Stochastic Processes*, World Scientific, 1995.
- 3-Métivier, M., *Semi Martingales: A Course on Stochastic Processes*, Walter de Gruyter, 1982.
- 4-Protter, P., *Stochastic Integration and Differential Equations*, 3rd Ed., Springer-Verlag, 2004.



عنوان درس		فارسی		کنترل بهینه تصادفی						
		انگلیسی		Stochastic Optimal Control						
نوع واحد				تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز				
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۳	۴۸	آشنایی با آنالیز تصادفی
حل تمرین: دارد				نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد						

هدف:

در این درس دانشجویان با کنترل بهینه تصادفی زمان-پیوسته برای سیستمهایی با مشاهدات کامل و جزئی، روش‌های حل آنها و مباحثی در نظریه پالایه تصادفی آشنا می‌شوند.

سرفصل درس:

آشنایی با مسائل تغییراتی و انگیزه پیدایش نظریه کنترل، مروری بر کنترل بهینه تعینی، اصل ماکسیمم پائریاگین، قضیه‌های وجود و پیوستگی کنترل بهینه، روش برنامه‌ریزی پویا، معادلات دیفرانسیل پاره‌ای وابسته به برنامه‌ریزی پویا، یادآوری انتگرال ایتو و معادلات دیفرانسیل تصادفی، فرآیندهای پخش مارکوفی، کنترل بهینه برای فرآیندهای پخش، معادله برنامه‌ریزی پویا برای فرآیندهای پخش کنترلی، جواب‌های ویسکاسیتی برای معادلات همیلتن-ژاکوبی-هلمن، معادلات تصادفی سهموی و کنترل‌های بهینه برای معادلات ژاکوبی شامل فرآیندهای پخش کنترلی با مشاهدات جزئی.

مراجع پیشنهادی:

1. Makiko Nisio. *Stochastic control theory*. Springer, 2nd Edition, 2015.
2. Alain Bensoussan. *Stochastic control of partially observable systems*. Cambridge University Press, 1992.



عنوان درس		فارسی		فرایندهای لوی								
		انگلیسی		Levy Processes								
نوع واحد				تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز						
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۳	۴۸	آشنایی با آنالیز تصادفی		
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	حل تمرین: دارد						
					نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد							

هدف:

در این درس، دانشجویان با فرایندهای لوی و ساختار آن‌ها آشنا می‌شوند و به آنالیز تصادفی لوی می‌پردازند.

سرفصل درس:

توزیع‌های بی‌نهایت‌بار تقسیم‌پذیر و خواص آنها، نمایش لوی-خینجین توزیع‌های بی‌نهایت‌بار تقسیم‌پذیر، فرایندهای با نموهای مستقل و مانا، تعریف فرایندهای لوی، حرکت بروانی، فرایند پواسون ترکیبی، فرایندهای گاما، اندازه تصادفی پواسون و خواص آن. نمایش لوی-خینجین برای فرایندهای لوی، فرایندهای تبعی و خواص آنها، اولین زمان گذر در فرایندهای لوی، آنالیز تصادفی فرایند لوی، فرمول ایتو، معادلات دیفرانسیل تصادفی نسبت به نوفه لوی، قضیه وجود و یکتایی، حل ضعیف و رابطه آن با معادله دیفرانسیل پاره‌ای، شار تصادفی لوی، ویژگی مارکوفی جوابها، فرمول قاینمن-کس و مسائل مارتینگلی.

مراجع پیشنهادی:

1. Applebaum D., *Levy Processes and Stochastic Calculus*, 2nd Ed., Cambridge Uni. Press, 2009
2. Bertoin, J., *Levy Processes*. Cambridge University Press, 1996.
3. Kyprianou, A. *Fluctuations of Levy Processes*. 2nd Ed., Springer, 2014.
4. Sato, K., *Levy Processes and Infinitely Divisible Distributions*, 2nd Ed, Cambridge Univ. Press, 2014.



عنوان درس		فارسی		حسابان ملبوان و کاربردهای آن									
		انگلیسی		Malliavin Calculus with Applications									
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش نیاز							
پایه	اصلی	تخصصی		اختیاری		۴۸	۳	قرایندهای تصادفی پیشرفته					
		عملی	نظری	عملی	نظری			عملی	نظری	عملی	نظری		
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد											

هدف:

آشنایی دانشجویان با انتگرال وینر-چندگانه و حساب دیفرانسیل و انتگرال مالی و کاربردهای آن به ویژه در ریاضی مالی.

سرفصل درس:

حسابان مالی و متناهی، بسط آشوبی وینر-ایتو، انتگرال اسکرخود، عملگر اورتشتاین-اولنیک، عملگر مشتق، مشتق برحسب بسط آشوبی، عملگر انتگرال یا دیورژانس، حسابان با انتگرال وینر-چندگانه، انتگرال ایتو، فرمول کلارک-اوکان، محکهای پیوستگی مطلق و همواری قانونهای احتمال، انتگرال تصادفی نسبت به نوفه رنگی، معادلات دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی شامل نوفه رنگی، منظم بودن جوابهای SPDE به تعبیر مالی، فرمول بلک-شولز و کاربرد در ریاضی مالی.

مراجع پیشنهادی

- 1- Sanz-Sole, M., *Malliavin Calculus with Applications to Stochastic Partial Differential Equations*, CRC Press, EPFL Press, 2005.
- 2- Oksendal, B., *An Introduction to Malliavin Calculus with Applications to Economics*, University of Oslo, 1997.



عنوان درس		فارسی		فرآیندهای تصادفی کاربردی	
		انگلیسی		Applied Stochastic Processes	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	نظری	عملی
	عملی				
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف:

در درس فرآیند تصادفی دوره کارشناسی با ابزار آنالیز مقدماتی به مطالعه فرآیند های مارکف می پردازیم. در این درس با توجه به اینکه درس دانشجویان درس نظریه اندازه احتمال را قبلا دیده اند با استفاده از ابزار قوی مانند مارتینگل و همگرایی آن به مطالعه فرآیند های مارکف، فرآیند شاخه ای، فرآیند تجدید، و کاربرد های متنوع مارتینگل و فرآیند های مطرح شده در بالا می پردازیم

سرفصل درس:

توابع مولد و کاربردهای آن، آشنایی با فرآیندهای تصادفی و انواع آن، زنجیر های مارکف با پارامتر گسسته، معادلات چپمن کلموگروف، قدم زدن تصادفی، فرآیندهای شاخه ای، فرآیندهای شاخه ای وابسته به سن، زنجیر های مارکف با تعداد متناهی حالت و قضیه فروبیتوس، فرآیند زاد و مرگ، زنجیر مارکف مونت کارلو، مارتینگل دمواور و زنجیر مارکف، تفاضل مارتینگلی و نامساوی های Hoeffding، کاربردهای این نامساوی در bin packing کاربردهای مارتینگل ها و قضیه های همگرایی در زنجیر های مارکف و فرآیند شاخه ای، مدل های ژنتیک، نامساوی والد، مساله قمار باز، کاربرد زنجیر های مارکف در نظریه صف، تعریف زنجیر های مارکف زمان-پیوسته، توابع یا ماتریس های انتقال، معادله چپمن-کلموگروف، زمان های پرش، ماتریس مولد، معادلات پیرو و پیشرو کلموگروف، خواص ارگودیک زنجیر های مارکف، مروری بر پیش توابع توزیع و خواص آن مروری بر تبدیل لاپلاس و خواص آن، تعریف فرآیند تجدید و خواص مقدماتی آن، معادلات تجدید، فرآیند سن و باقیمانده عمر، قضیه کلیدی تجدید و قضیه بلکول، فرآیندهای تجدید مانا و خواص آن، تعریف فرآیندهای نوپیدایشی و خواص آن، معادلات تجدید و قضیه اسمیت.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Grimmett, G. and Stirzaker, D., *Probability and Random Processes*, Oxford Univ. Press, 2001.
- 2- Hoel P. G., Port, P. G. and C. J. Stone, *Introduction to stochastic Processes*, Waveland Pr Inc. 1986.
- 3- Karlin, S. and Taylor, H. M., *A First Course in Stochastic Processes*, 2nd Ed., Academic Press, 1975.
- 4- Pinsky, M. A. and Karlin, S., *An Introduction to Stochastic Modeling*, 4th Ed., Academic Press, 2010.
- 5- Resnick, S., *Adventures in stochastic Processes*, Birkhauser, 1999.
- 6- Serfozo, R., *Basics of Applied Stochastic Processes*, Springer, 2009.



عنوان درس		فارسی		فرآیندهای تصادفی مانای ضعیف						
		انگلیسی		Weakly Stationary Stochastic Processes						
نوع واحد				تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش نیاز		
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۳	۴۸	آشنایی با آنالیز تصادفی
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی			
حل تمرین: دارد				نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد						

هدف:

هدف این درس آشنایی دانشجویان با فرایند تصادفی ضعیف مانا، نگاه گوسی به فرایندهای مانا، پیشبینی، نظریه طیفی فرایندهای مانا است.

سرفصل درس:

مروری بر تعریف فرایندهای تصادفی و انواع آن، فرایندهای مانای ضعیف و خواص آنها، تابع خودکوریانس و خود همبستگی، قضیه بوختر، اندازه‌های تصادفی با نمونه‌های متعامد (یا مستقل) و خواص آن، انتگرال تصادفی نسبت به اندازه‌های تصادفی یا نمونه‌های متعامد و قضیه‌های همگرایی مربوط به آن، نمایش طیفی برای فرایندهای مانا، تجزیه وُلند، مروری بر فضاهای هیلبرت و عملگرهای ایزومتري، ایزومتري کلموگروف، پیش‌بینی سرهای زمانی مانا، فرایندهای گوسی مانا و نمایش طیفی آنها، خواص فرایندهای گوسی مانا، آشنایی با فرایندهای میانگین متحرک خود بازگشتی و خواص آن و پیش‌بینی این فرایندها.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Ash, R. B. and Gardner, M. F., *Topics in Stochastic Processes*, Academic Press, 1975.
- 2- Brockwell, P. J. and Davis, A., *Time Series: Theory and Methods*, 2nd ed., Springer, 1991.
- 3- Lamperti, J., *Stochastic Processes: A Survey of the Mathematical Theory*, Springer, 1977.
- 4- Lindgren, G., *Stationary Stochastic Processes: Theory and Applications*, CRC Press, 2012.



عنوان درس		فارسی		فرآیندهای پخش						
		انگلیسی		Diffusion Processes						
نوع واحد				تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز				
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۳	۴۸	نظریه‌معادلات دیفرانسیل تصادفی
				نظری	عملی	نظری	عملی			
حل تمرین: دارد				نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد						

هدف:

هدف این درس عبور دانشجویان از حسابان تصادفی مقدماتی به مطالب پیشرفته فرآیند پخش (انتشار) است. در این درس به مطالبی مانند مولد فرآیند پخش، مسئله مارتینگل ها و رابطه فرآیند پخش فرآیند با معادلات دیفرانسیل پاره‌ای که بوسیله مولد این فرآیند بدست می‌آید، پرداخته می‌شود. در نهایت به فرآیند پخش مجرد اشاره خواهد شد.

سرفصل درس:

حل قوی و ضعیف معادلات دیفرانسیل تصادفی با ضرایب لیبشیتز، فرآیند پخش، خاصیت مارکف قوی و ضعیف، مولد فرآیند پخش ایتو، فرمول دینکین، معادله پروکلموگراف، حلال مولد، فرمول فاینمن-کاتس، مسئله مارتینگل استروک-وارادان، قضیه‌های گیرساتف-مارتین، مسئله شرایط مرزی، مسئله دیریکله، مسئله پواسون، مسئله مخروط برای معادلات دیفرانسیل پاره‌ای بیضوی، همگرایی ضعیف، توزیع شرطی و قضیه‌های توسیع، فضای توابع پیوسته، مارتینگل و فشرده‌گی، مسیرهای فرآیندهای مارکف منظم، اندازه وینر منظم، اصل ماکزیمم برای معادلات دیفرانسیل سهموی، آشنایی با فرآیندهای پخش مجرد، فرآیندهای فلر و هانت، نظریه پتانسیل و فرآیند ری.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Chung, Kai Lai, Walsh, John B., *Markov Processes, Brownian Motion, and Time Symmetry*, Springer-Verlag, 2005.
- 2- Holden, E., Oksendal, B., Ubøe, J., and Zhang, T., *Stochastic Partial Differential Equations*, 2nd Ed., Springer, 2010.
- 3- Revuz, Daniel, Yor, Marc, *Continuous Martingales and Brownian Motion*, Springer-Verlag, 1999.
- 4- Stroock, D. W. and Varadhan, S.R.S., *Multidimensional Diffusion Processes*, Springer-Verlag, 2006.



عنوان درس		فارسی		گراف‌های تصادفی						
		انگلیسی		Random Graphs						
نوع واحد				تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز				
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۳	۴۸	نظریه اندازه و کاربردها
		عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری			
حل تمرین: دارد				نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد						

هدف:

آشنایی با گراف‌های تصادفی و کاربردهای آن به‌خصوص در شبکه‌ها.

سرفصل درس:

- مدل گراف تصادفی اردوش-رنتی (حالت زیر بحرانی، حالت ابر بحرانی، مولفه بزرگ، قضیه حد مرکزی برای مولفه بزرگ، رفتار بحرانی، آستانه همبندی، دنباله درجات)
- مدل‌های اتصال وابسته به درجات (دنباله درجات، تجمع اندازه برای دنباله درجات، امید ریاضی درجه‌ها، ماکسیمم درجه‌ها)
- مدل‌های دنیای کوچک (مدل واتس-استروگاتس، طول مسیرها، مدل‌های اپیدمی، مدل آیزینگ و پاتس، مدل تماسی)

مراجع پیشنهادی:

- 1- Bollobas, B., *Random graphs*. 2nd Ed., Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- 2- Frieze, J. and Michał Karoński, *Introduction to Random Graphs*, Cambridge University Press, 2016.
- 3- Hofstad, R. van der., *Random graphs and complex networks. Vol. I*, Cambridge University Press, 2017.
- 4- Janson, S., Luczak, T. and Rucinski, A., *Random graphs*, John-Wiley, 2000.



						فارسی		عنوان درس	
						انگلیسی			
Percolation Theory									
نوع واحد								تعداد واحد	
دروس پیش نیاز		تعداد ساعات		اختیاری		تخصصی		اصلی	
نظریه اندازه و کاربردها		۴۸		۳		عملی		نظری	
						نظری		عملی	
								حل تمرین: دارد	
								نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف:

آشنایی با نظریه نشت و کاربردهای آن

سرفصل درس:

- **نشت راسی و یالی** (مقدمات، پدیده‌های بحرانی، قانون صفر-یک و احتمال نشت، نابدیهی بودن آستانه نشت، نابرابری‌های FKG و BK، فرمول روسو، مقدار دقیق آستانه در نشت یالی دو بُعدی، اندازه متوسط خوشه‌ها، طول همبستگی، کاهش نمایی در حالت زیر بحرانی، یکنایی خوشه نامتناهی در حالت ابر بحرانی، نشت بر شبکه متناهی)
- **نشت جهت‌دار** (قضیه ارگودیک زیر جمعی، نشت جهت‌دار در بُعد دو، فرایند یالی چپ و راست، مقایسه آستانه نشت جهت‌دار و بدون جهت،)
- **نشت پیوسته** (مقدمای بر نشت خالی و پُر، انواع پارامترهای بحرانی، نابدیهی بودن پارامترهای بحرانی، احتمال گذر و کاهش نمایی، معادل بودن پارامترهای بحرانی یا تعاریف مختلف، کسر پوشیده شده فضا، یکنایی ناحیه بی‌گران خالی و پُر، وابستگی به شکل)

عراجع پیشنهادی:

- 1- Bollobás B. and Riordan, O., *Percolation*, Cambridge University Press, 2006.
- 2- Grimmett, G., *Percolation*, 2nd Ed., Springer, 1999.
- 3- Hofstad, R. van der., *Random graphs and complex networks. Vol. I*, Cambridge University Press, 2017.



عنوان درس		فارسی		فرآیندهای تصادفی مجموعه مقدار					
		انگلیسی		Set-Valued Stochastic Processes					
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز					
				پایه		اصلی		تخصصی	
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
آشنایی با آنالیز تصادفی		۳	۴۸						

هدف:

آشنایی دانشجویان با انگیزه‌های پیدایش توابع مجموعه مقدار در نظریه کنترل، نظریه بازیها، آنالیز ناهموار و اقتصاد ریاضی و مدل سازی نوع تصادفی مسائل مربوط به این حوزه‌ها به زبان شمول‌های دیفرانسیلی تصادفی.

سرفصل درس:

تعریف تابع مجموعه مقدار، دامنه و برد و نمودار تابع مجموعه مقدار، تعریف تصویر وارون و ویژگی‌های آن، تابع‌های مجموعه مقدار نیم پیوسته بالایی و نیم پیوسته پایینی، تابع‌های مجموعه مقدار اندازه پذیر، انتخاب پیوسته، انتخاب اندازه پذیر، مجموعه‌های تجزیه پذیر، انتگرال توابع مجموعه مقدار، فرآیندهای تصادفی مجموعه مقدار، امید شرطی متغیرهای تصادفی مجموعه مقدار، انتگرال تصادفی مجموعه مقدار، شمول‌های دیفرانسیلی تصادفی، شمول‌های تابعی تصادفی، قضیه‌های وجود جواب برای شمول‌های دیفرانسیلی تصادفی، شمول‌های دیفرانسیلی پاره‌ای، کاربرد آنالیز تصادفی مجموعه مقدار در مسائل کنترل بهینه تصادفی.

مرجع پیشنهادی:

1- Kisielewicz, M., *Stochastic Differential Inclusions and Applications*, Springer-Verlag, New York, 2013.



عنوان درس		فارسی		روشهای عددی در معادلات دیفرانسیل تصادفی	
انگلیسی		Numerical Methods in SDE's			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	۴۸	۳
نظری	عملی	نظری	عملی	آشنایی با آنالیز تصادفی	
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف:

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با روش‌های حل عددی معادلات دیفرانسیل تصادفی و کاربردهای آنها در مواجهه با مسایل کاربردی در شاخه‌های مختلفی چون فیزیک، مکانیک، مالی و غیره خواهد بود.

سرفصل درس:

مروری اجمالی بر حسابان تصادفی و تعاریف انتگرال ایتو و استراتونویچ، خواص حرکت براونی و بررسی روش‌های مختلف برای شبیه‌سازی مسیرهای آن، بررسی خواص جواب یک معادله دیفرانسیل تصادفی با نویز گاوسی و نویز پواسونی، معرفی بسط تیلور-ایتو تصادفی و بدست آوردن روش اویلر-مارویاما و روش میلشتاین، معرفی مفهوم سازگاری برای طرح‌های عددی تصادفی، بررسی مفاهیم مرتبه همگرایی قوی و ضعیف، معرفی خانواده روش‌های رونگه-کوتای تصادفی، معرفی خانواده روش‌های چند-گامی تصادفی، معرفی مفهوم پایداری تصادفی و انواع آن (پایداری میانگین مربعات، پایداری مجانبی، پایداری تصادفی، معرفی روش‌های با طول گام متغیر برای گسسته‌سازی معادلات دیفرانسیل تصادفی، کاربردهای معادلات دیفرانسیل تصادفی در فیزیک، مکانیک، مالی و سایر شاخه‌ها.

مراجع پیشنهادی:

1. Kloeden, P. E. & Platen, E. (1999). *Numerical Solution of Stochastic Differential Equations*, Vol. 23 of *Appl. Math.*, Springer. Third printing.
2. Kloeden, P. E., Platen, E. & Schurz, H. (2003). *Numerical Solution of SDEs through Computer Experiments*, Springer. Third corrected printing.
3. Milstein G. (1995). *Numerical Integration of Stochastic Differential Equations*, Dordrecht, Kluwer.
4. Platen, E. & Bruti-Liberati, N. (2010). *Numerical Solution of Stochastic Differential Equations with Jumps in Finance*, Springer.



عنوان درس		فارسی		روشهای عددی در معادلات دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی					
		انگلیسی		Numerical Methods in SPDE's					
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز					
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	۴۸		۳		نظریه معادلات دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی	
				عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد							

هدف:

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با روش‌های حل عددی معادلات دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی و کاربردهای آن‌ها در بررسی مدل‌های ریاضی پدیده‌های طبیعی مانند انتقال حرارت و موج و روش‌های عددی در تحلیل مسائل ریاضی مالی است.

سرفصل درس:

مروری بر آنالیز عددی شامل دوره روش تفاضلات متناهی، روش عناصر متناهی و نتایج اساسی در نظریه تقریب، آشنایی با معادله دیفرانسیل تصادفی انتقال حرارت (سه‌موی) و معادله دیفرانسیل تصادفی موج (هذلولوی)، مثالهای پایه‌ای از این معادلات، خوش-طرح بودن، وجود و یکتایی جواب، بررسی همواری جواب تصادفی و گشتاورهای آن، تقریب عددی مسیرهای جواب با روش تفاضلات متناهی (در زمان)، تقریب عددی مسیرهای جواب با روش عناصر متناهی (در مکان)، شبیه سازی به کمک روش مونت-کارلو، نرخ همگرایی قوی و ضعیف، محاسبه خطای گشتاور مرتبه دوم و مرتبه p ام، حل عددی معادلات تصادفی با نوقه لوی، مراجع پیشنهادی:

- 1- Walsh, J.B., *Finite Element Methods for Parabolic Stochastic PDE's*, in Potential Analysis, 23(2005), 1-43.
- 2-Lord, G.J., and Powell Catherine, E., and Shardlow, T., *An Introduction to Computational Stochastic PDE's*. Cambridge University Press, 2014.



عنوان درس		فارسی		آنالیز تصادفی روی خمینه‌ها						
		انگلیسی		Numerical Solutions for SDE						
نوع واحد				تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز				
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۳	۴۸	انتگرال تصادفی و هندسهٔ خمینه‌ها
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی			
حل تمرین: دارد				نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد						

هدف:

هدف از این درس، آشنایی دانشجویان با هندسه دیفرانسیل تصادفی، چگونگی تعریف حرکت براونی روی خمینه‌ها و آنالیز تصادفی روی خمینه‌ها است.

سرفصل درس:

آشنایی با هندسه دیفرانسیل تصادفی، میدان‌های تانسوری، انتگرال‌های مسیری تصادفی، مارتینگل روی خمینه‌ها، مارتینگل روی زیرخمینه‌ها، عملگر بلترامی-لاپلاس، حرکت براونی روی خمینه‌ها، مثال‌هایی از حرکت براونی، تابع فاصله، فرایندهای شعاعی، نیمگروه انتقال حرارت و حرکت براونی، رفتارهای مجانبی، پل براونی، مسأله دیریشله، خمینه‌های شعاعی متقارن، جفت‌شدگی حرکت براونی، معادله انتقال حرارت روی فرم‌های دیفرانسیلی، فرمول‌های گاوس-بوننه-چرن، جبرهای کلیفورد و گروه‌های اسپین، قضیه شاخص عطیه-سینگر، هولونومی براونی، آنالیز روی فضاهای مسیری، قضیه نمایش مارتینگلی، نامساوی‌های سوپولف لگاریتمی.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Elworthy, K.D., *Stochastic Differential Equations on Manifolds*, London Math. Soc. Lecture Note Series, Cambridge University Press, 1982.
- 2- Hsu, Elton P., *Stochastic Analysis on Manifolds*, AMS, 2001.



عنوان درس		فارسی		نظریهٔ ریاضی بازی‌ها			
		انگلیسی		Mathematical Game Theory			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز			
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	نظریهٔ ریاضی بازی‌ها		کاربردها	
				عملی	نظری	عملی	نظری
۴۸	۳	۴۸	۳	۴۸	۳	۴۸	۳
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد					

هدف:

در این درس دانشجو با نظریه بازی‌ها و کاربردهای آن با رویکرد ریاضی آشنا می‌شود.

سرفصل درس:

مقدمه‌ای بر نظریه تصمیم، تابع مطلوبیت و انواع آن، بازی‌های استراتژیک (بازی‌های دو نفره با مجموع صفر، تعادل نش در بازی‌های استراتژیک، استراتژی ترکیبی از بازی‌های متناهی، ...)، بازی‌های هماهنگ (استراتژی، تعادل نش، تعادل دنباله‌ای، ...)، بازی‌ها با اطلاعات ناقص (بازی‌های بیزی، تعادل نش در بازی‌های بیزی، کاربردهای بازی‌های بیزی)، بازی‌های مشارکتی (تعادل نش، بازی‌های محدب، بازی‌های رقابتی، تعادل نش در بازی‌های رقابتی)، مقدمه‌ای بر بازی‌های دیفرانسیلی (مشتق‌پذیر) و بازی‌های تصادفی.

مراجع پیشنهادی:

- 1- González-Díaz, J., García-Jurado, I. and Fiestras-Janeiro, M. G., *An Introductory Course on Mathematical Game Theory*, AMS, 2010.
- 2- Mazalov, V., *Mathematical Game Theory and Applications*, John Wiley, 2014.
- 3- Yeung D.W.K., and Petrosjan L.A., *Cooperative Stochastic Differential Games*. Springer-Verlag, 2006.



عنوان درس		فارسی		فرآیندهای تصادفی پایدار									
		انگلیسی		Stable Stochastic Processes									
نوع واحد				تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش نیاز					
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۳		۴۸		آشنایی با آنالیز تصادفی	
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی								
حل تمرین: دارد				نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد									

هدف:

در این درس دانشجویان فرایندهای یاددار و برخی کاربردهای آن آشنا می‌شوند.

سرفصل درس:

متغیرهای تصادفی پایدار (چهار تعریف متفاوت آن)، تابع مشخصه متغیر تصادفی پایدار، خواص توزیعی متغیرهای تصادفی پایدار، امید ریاضی متغیرهای تصادفی پایدار، بردارهای تصادفی پایدار و خواص توزیعی آن‌ها، متغیرهای تصادفی پایدار مختلط مقدار و خواص آن‌ها، اندازه‌های تصادفی پایدار و خواص آن‌ها، انتگرال تصادفی نسبت به اندازه‌های تصادفی پایدار و خواص آن‌ها (در حالت حقیقی و مختلط مقدار)، حرکت پایدار، فرایند پایدار کسری و خواص آن، نمایش طیفی فرایندهای پایدار و خواص آن، برخی کاربردهای فرایند پایدار در مطالعه فضاهای پتانس، مروری بر فرایندهای ماکس-پایدار.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Janicki, A. and Weron, A., *Simulation and Chaotic Behavior of α -Stable Stochastic Processes*, Marcel - Dekker, 1994.
- 2- Nikias, C. L. and Shao, M., *Signal Processing with Alpha-Stable Distributions and Applications*, Wiley, 1995.
- 3- Nolan, J. P., *Stable Distributions - Models for Heavy Tailed Data*, Birkhauser, 2017.
- 4- Samorodnitsky, G. and Taqqu, M., *Stable Non-Gaussian Random Processes*, Chapman and Hall, 1995.
- 5- Sato, K., *Levy Processes and Infinitely Divisible Distributions*. 2nd Ed., Cambridge University Press, 2016.
- 6- Uchaikin, V. V. and Zolotarev, V. M., *Chance and Stability*. Utrecht, VSP Press, 1999.



عنوان درس		فارسی		روشهای احتمالاتی در آنالیز ریاضی							
		انگلیسی		Probabilistic Methods in Analysis							
نوع واحد				تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش نیاز			
				۳		۴۸					
پایه		اصلي		تخصصي		اختياري		آشنایی با آنالیز تصادفی			
				نظري	عملي	نظري	عملي				
حل تمرین: دارد								نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف:

در این درس دانشجویان با برخی از کاربردهای مهم روش‌های تصادفی و استفاده از ابزارهای نظریه احتمال در آنالیز ریاضی مانند کاربرد در نظریه پتانسیل، انتگرال‌های تکین و نظریه توابع تحلیلی آشنا می‌شوند.

سرفصل درس:

دوره مفاهیمی از نظریه احتمال مانند مارتینگل‌ها و انتگرال تصادفی، مسأله دیریشله، ظرفیت شوکه، پتانسیل نیوتنی و توابع گرین، اصل مرزی هارنک، مرز مارتین و دامنه‌های لیپشیتز، مسأله طول عمر شرطی، قضیه فاتو، تکیه‌گاه اندازه همساز، توابع ماکسیمال، تبدیل‌های هیلبرت، تبدیل‌های ریس، توابع لیتل‌وود-پالی، عملگرهای انتگرالی تکین، فضای ناوردایی همدیس، برد توابع تحلیلی، رفتار مرزی توابع تحلیلی، اندازه همساز.

مرجع پیشنهادی:

1- Bass, Richard, F., *Probabilistic Techniques in Analysis*, Springer-Verlag, 1995.



عنوان درس		فارسی		شبهه سازی	
		انگلیسی		Simulation	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	اصلی	۳	۴۸	اختیاری	
	نظری			عملی	نظری
حل تمرین: دارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				

هدف:

توانایی برای شبهه سازی کامپیوتری پدیده ها و مسأله های تصادفی، آشنایی با مسائل نظری شبهه سازی و روش های کارآمدتر کردن شبهه سازی.

سرفصل درس:

تولید اعداد تصادفی، شبهه سازی متغیرهای تصادفی گسسته، شبهه سازی متغیرهای تصادفی پیوسته، شبهه سازی بردارهای تصادفی گاوسی، تحلیل آماری نتایج شبهه سازی، روش های کاهش واریانس (متغیرهای متضاد، متغیر کنترل، شرطی سازی، نمونه گیری طبقه ای، نمونه گیری متناسب با اهمیت)، شبهه سازی به کمک زنجیرهای مارکوف، MCMC (الگوریتم متروپولیس- هستینگز، الگوریتم نمونه گیری گیبس).

مراجع پیشنهادی:

- 1- Casella, G. and George, E., *Monte Carlo Statistical Methods*, 2nd ed., Springer, 2004.
- 2- Liu, J., S., *Monte Carlo Strategies in Scientific Computing*, 2nd ed., 2004.
- 3- Ross, S., *Simulation*, Academic Press, 53d, 2013.



عنوان درس		فارسی		ماتریس های تصادفی	
انگلیسی		Random Matrices			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری		
نظری	عملی	نظری	عملی		
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		آشنایی با آنالیز تصادفی	

هدف:

آشنایی با مدل های اولیه ماتریس های تصادفی، تحلیل طیفی، روش های تحلیل و نقاط ضعف و قوت آنها.

سرفصل درس:

مقدمات احتمال (قانون اعداد بزرگ، قضیه حد مرکزی، قضایای تجمع اندازه)، مقدمات جبر خطی (مقادیر ویژه، عملگرها و ماتریس های هرمیتی، قضیه نمایش طیفی، قضیه minmax کورانت-فیشر، نابرابری های طیفی، مقادیر تکین)، مدل های ماتریس تصادفی (مدل i.i.d، مدل متقارن ویگنر، مدل هرمیتی ویگنر، مدل گاوسی متعامد GOE، مدل گاوسی یکگانه GUE، ...)، رفتار حدی نرم ماتریس تصادفی (روش گشتاورها)، قانون نیم دایره (روش گشتاورها، تبدیل اشتیلز)، توزیع توأم مقادیر ویژه در ماتریس های گاوسی، توزیع توأم مقادیر ویژه در ماتریس های یکگانه، توزیع مارچنکو-پاستور برای مقادیر تکین، فرآیندهای دترمینانتی، احتمال آزاد.

مراجع پیشنهادی:

- 1- G. Anderson, A. Guionnet, O. Zeitouni, *An introduction to Random Matrices*, Cambridge Studies in Advanced Mathematics (118), Cambridge University Press, Cambridge, 2010.
- 2- Terence Tao, *Topics in Random Matrix Theory*, Graduate Studies in Mathematics, American Mathematical Society, 2012.



عنوان درس		فارسی		انگلیسی		اصل انحرافات بزرگ و کاربردهای آن	
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش نیاز	
پایه		اختیاری		تخصصی		اصلی	
نظری		عملی		نظری		عملی	
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		۴۸		۳	
آشنایی با آنالیز تصادفی							

هدف:

در این درس به مطالعه اصل انحرافات بزرگ برای فرایندهای تصادفی گسسته زمان و فرایندهای تصادفی با پارامتر پیوسته پرداخته می‌شود. اصل انحرافات بزرگ به مطالعه قضایای حدی در فرایندهای تصادفی می‌پردازد که دارای کاربردهای فراوانی از جمله در بیمه، دستگاه‌های دینامیکی، فیزیک آماری و شبیه‌سازی‌های آماری است.

سرفصل درس:

اصل انحرافات بزرگ برای دنباله متغیرهای مستقل و هم‌توزیع، قضیه کرامر، قضیه سانوو برای اندازه‌های تجربی، نظریه عمومی اصل انحرافات بزرگ در فضاها، مجرد، اصل لاپلاس، لم وارادان، اصل انقباض، اصل انحرافات بزرگ برای دنباله متغیرهای وابسته، قضیه گارتنر-لیس، کاربردهای این نظریه در آزمون‌های آماری و قدم‌زدن تصادفی در محیط تصادفی، اصل انحرافات بزرگ برای حرکت براونی و قضیه شیلدر، اصل انحرافات بزرگ برای فرایندهای پخش.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Hollander, F., *Large deviations*, Fields Institute Monographs, American Mathematical Society, 2000.
- 2- Dembo, A. and Zeitouni, O., *Large Deviations, Techniques and Applications*, 2nd Ed., Springer-Verlag, 2009.
- 3- Freidlin, M. and Wentzell M., *Random Perturbation of Dynamical Systems*, Springer-Verlag, 1998.
- 4- Deuschel, and Stroock, D., *Large Deviations*, Academic Press, New York, 1989.



عنوان درس		فارسی		میدان های تصادفی				
		انگلیسی		Random fields				
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش نیاز		
پایه	اصلی	تخصصی		اختیاری		۳	۴۸	آشنایی با آنالیز تصادفی
		نظری	عملی	نظری	عملی			
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد						

هدف:

آشنایی با مبحث میدان های تصادفی، نمایش ها و ویژگی های هندسی تحقق های آن.

سرفصل درس:

میدان های تصادفی روی فضای اقلیدسی، توزیع های منتهای بُعد و میدان های گاوسی، میدان های تصادفی مانا و همسانگرد، تابع های کوواریانس مهم، تبدیل های خطی میدان های تصادفی گاوسی، مشتق پذیری و پیوستگی میدان های تصادفی و به ویژه گاوسی و مشتق میدان های تصادفی گاوسی، بسط های متعامد و بسط کارهون-لونهو، انتگرال تصادفی چند پارامتری، نمایش طیفی و گشتاورهای طیفی، میدان های تصادفی گاوسی-مارکوفی (GMRF)، ویژگی شرطی GMRF، میدان های تصادفی گاوسی-مارکوفی ناسره، همواری میدان های تصادفی، شرط هلدر و میدان های تصادفی نمایه- β ، صفحه براونی و میدان های کسری، مسأله گذر از سطح (level crossing) در میدان های تصادفی گاوسی و کسینوسی، مسأله ماکسیمای موضعی، احتمال های برون گشت و روش جمع دوگانه، هندسه صحیح و مشخصه اویلر (و توابع مرس)، گشتاورهای مشخصه اویلر مجموعه های برون گشت، انتگرال اویلر و مسأله شمارش.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Adler, R. J. and Jonathan E. T., *Random fields and geometry*. Springer-Verlag, 2009.
- 3- Yaglom, A. M., *Correlation theory of stationary and related random functions: Supplementary notes and references*. Springer-Verlag, 2012.
- 3- Rue, H. and Leonhard H., *Gaussian Markov random fields: theory and applications*. CRC Press, 2005.



عنوان درس		فارسی		فرآیندهای نقطه‌ای			
		انگلیسی		Point Processes			
نوع واحد				تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری	
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	آشنایی با آنالیز تصادفی	
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد					

هدف: آشنایی با مباحث نظری پیشرفته در فرآیندهای نقطه‌ای فضایی و کاربردهای آن‌ها

سرفصل درس:

مشخص‌سازی فرآیندهای نقطه‌ای (اندازه‌های شمارشی، مجموعه‌های تصادفی)، توزیع فرآیندهای نقطه‌ای، توزیع‌های شرطی پالم، الگوهای نقطه‌ای و انواع آن (خوشه‌ای، منظم، تصادفی کامل)، همگنی و ناهمگنی، همسانگردی و ناهمسانگردی، پایایی (Stationarity) گاه تحت عنوان ایستایی نیز خوانده می‌شود) و ناپایایی، گشتاورها و خلاصه‌آمارها (شامل تابع شدت، تابع شدت شرطی، پایانچلو، تابع K ی ریلی (و تابع L ، توابع نزدیک‌ترین همسایگی، تابع فضای خالی) و برآوردهای آن‌ها، اندازه‌های گشتاوری کاهش‌یافته، روش‌های تصحیح اثرات لبه (همچون روش‌های تصحیح انتقالی، همسانگرد و آمیخته)، تبدیل‌های فرآیندهای نقطه‌ای (نگاشتن، برهم‌نهی، تنک‌سازی)، فرآیندهای نقطه‌ای منتهای و نامتناهی، استنباط‌های مبتنی بر شبیه‌سازی برای فرآیندهای نقطه‌ای (ناپارامتری، درست‌نمایی، بیزی)، انواع فرآیندهای نقطه‌ای فضایی شامل فرآیندهای نقطه‌ای یواسون، فرآیندهای نقطه‌ای دو جمله‌ای، فرآیندهای نقطه‌ای نیم-اسکات، فرآیندهای نقطه‌ای گیبس، فرآیندهای نقطه‌ای کاکس، فرآیندهای نقطه‌ای مارکوفی (فرآیندهای نقطه‌ای زوجی (pairwise) شامل فرآیندهای نقطه‌ای نرم‌مغز، سخت‌مغز، ...)، فرآیندهای نقطه‌ای ناحیه-برهم‌کنشی (Area Interaction)، فرآیندهای نقطه‌ای دترمینانی، فرآیندهای نقطه‌ای چندمتغیره، فرآیندهای نقطه‌ای نشاندار (یا نشان‌های پیوسته و گسسته)، جابجایی داده‌های گم‌شده در الگوهای نقطه‌ای، روش‌های برازش مدل‌های فرآیندهای نقطه‌ای (شامل روش Minimum Contrast، روش Composite likelihood و روش رویدادهای MCMC در چارچوبی بیزی، روش‌های ارزیابی نیکویی برازش مدل‌های فرآیندهای نقطه‌ای (آزمون‌های پوشش و انحراف، آنالیز متد‌ها)، تکنیک‌های MCMC مورد نیاز در استنباط آماری فرآیندهای نقطه‌ای از جمله شبیه‌سازی کامل (Perfect Simulation)، الگوریتم تولد و مرگ، الگوریتم متروپولیس-هستینگس، الگوریتم‌های هیبرید، فرآیندهای نقطه‌ای فضایی-زمانی، آشنایی با بسته‌ی نرم‌افزاری spatstat در نرم‌افزار R

• از آنجا که ممکن است فرصتی برای تدریس این روش‌ها نباشد، آشنایی با این تکنیک‌ها را می‌توان به عنوان پیش‌نیاز این درس مطرح کرد.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Møller, J., Waagepetersen, R., *Statistical Inference and Simulation for Spatial Point Processes*, CRC, 2004.
- 2- Chiu, S. N., Stoyan, D., Kendall, W. S., Mecke, J., *Stochastic Geometry and Its Applications*, 3rd Edition, Wiley, 2013.
- 3- Stoyan, D., and Stoyan, H., *Fractals, Random Shapes and Point Fields: Methods of Geometrical Statistics*, Wiley, 2004.
- 4- Baddeley, A., Rubak, E., Turner, R., *Spatial Point Patterns: Methodology and Applications with R*, CRC, 2015.
- 5- Daley, D.J., Vere-Jones, D., *An Introduction to the Theory of Point Processes*, Springer, 1988 (2008).
- 6- Diggle, P.J., *Statistical Analysis of Spatial Point Patterns*, 2nd Edition, Arnold, 2003.



عنوان درس		فارسی	معادلات دیفرانسیل تصادفی پسرو			
		انگلیسی	Backward Stochastic Differential Equations			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز		
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	عملی	نظری	آشنایی با آنالیز تصادفی
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	۴۸
حل تمرین: دارد						نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد

هدف:

مطالعه معادلات دیفرانسیل پسرو، انواع توسعه یافته آن و آشنایی با کاربردهای این دسته از معادلات دیفرانسیل.

سرفصل درس:

فرآیند آیتوی پسرو، معادلات دیفرانسیل تصادفی پسرو با زمان نهایی قطعی، مسأله وجود و یکتایی جواب، قضیه مقایسه، معادلات دیفرانسیل پسرو یا ضرایب لیب-شیتز، معادلات دیفرانسیل پسرو با ضرایب یکنوا، معادلات دیفرانسیل پسرو خطی. معادلات دیفرانسیل پسرو با زمان نهایی تصادفی، کاربرد در نظریه کنترل بهینه تصادفی، کاربرد در ریاضیات مالی مانند (ارزشگذاری، مطالبات مشروط و نظریه مطلوبیت بازگشتی)، کاربرد در معادلات دیفرانسیل پارامتری، کاربرد در هندسه دیفرانسیل.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Pardoux, Etienne, Rascanu, A., *Stochastic Differential Equations, Backward SDE's, Partial Differential Equations*, Springer-Verlag, Switzerland, 2014.
- 2- Young, J., and Ma, J., *Forward-Backward Stochastic Differential Equations and their Applications*, Springer LNM, 2007.



عنوان درس		فارسی	عملگرهای تصادفی							
		انگلیسی	Stochastic operators							
نوع واحد				تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز				
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۳	۴۸	آشنایی با آنالیز تصادفی و آنالیز تابعی
		عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری			
حل تمرین: دارد				نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد						

هدف:

آشنایی با روش های احتمالاتی در نظریه عملگرها

سرفصل درس:

اندازه روی فضاهای لهستانی، بردارهای (عناصر تصادفی) روی فضای لهستانی، مثال های مهم فضای لهستانی، قضیه اسکروخود برای عناصر تصادفی روی فضای لهستانی، اندازه های منظم، خانواده اندازه های تنگ، تکیه گاه یک اندازه، همگرایی ضعیف روی فضای لهستانی، قضیه نگاشت پیوسته، قضیه اسکروخود، متریک پروهورف، قضیه پروهورف، فشردگی نسبی، تابع مشخصه (یگانگی، پیوستگی لوی)، متغیرهای تصادفی باناخ-مقدار، متغیرهای تصادفی عملگر-مقدار، انتگرال بوخنر و ویژگی های آن، عملگر میانگین و عملگر کوواریانس، عملگرهای خطی تصادفی، عملگرهای تصادفی گاوسی، عملگرهای تصادفی متقارن، عملگرهای تصادفی خودالحاقی، نمایش طیفی عملگرهای تصادفی متقارن، مارتینگل ها در فضاهای باناخ، همگرایی مارتینگل ها در فضاهای باناخ، مارتینگل های عملگر-مقدار، فرایند وینر روی فضاهای باناخ، انتگرال تصادفی نسبت به مارتینگل های عملگر-مقدار، معادلات عملگری تصادفی خطی، آشنایی با نیمگروه های عملگرهای تصادفی، آشنایی با نظریه نقطه ثابت تصادفی، معادلات انتگرال خطی تصادفی، معادلات انتگرال غیرخطی تصادفی.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Skorohod, A.V., *Random Linear Operators*, Reiderl Pub. Co., Dordrecht, 1984.
- 2-Bharucha-Reid, A.T., *Random Integral Equations*, Academic Press, 1972.
- 3- Da Prato G., *An Introduction to Infinite Dimensional Analysis*, Springer-Verlag, 2006.



عنوان درس		فارسی		روش‌های احتمالاتی در ترکیبیات	
		انگلیسی		Probabilistic Methods in Combinatorics	
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت	
پایه		اختیاری		دروس پیش‌نیاز	
اصلی		تخصصی		نظریه اندازه و کاربردها	
عملی		نظری		۴۸	
عملی		عملی		۳	
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف:

آشنایی با کاربرد احتمال در نظریه ترکیبیات

سرفصل درس:

مقدمات و احتمال و امکان! خطی بودن امید ریاضی، دگرگونی، گشتاور دوم، لم موضعی، نابرابری‌های همبستگی، تجمع اندازه و مارتینگل‌ها، پارادایم پواسون، انتروپی و شمارش، گراف‌های تصادفی، مساله دیسکریپشنی

مرجع پیشنهادی:

- 1- Alon, N. and Spencer, J., *Probabilistic Methods in Combinatorics*, Wiley Series in Discrete Mathematics and Optimization, 4th Edition 2015



عنوان درس		روش های احتمالاتی در مدل های ژنتیکی		فارسی		انگلیسی	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز		Probabilistic Methods in Genetics	
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	عملی	نظری	عملی	نظری
حل تمرین: دارد	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				آشنایی با آنالیز تصادفی			

هدف:

بهره گیری از روش های احتمالاتی در مطالعه مدل های ژنتیک جمعیت

سرفصل درس:

فرایندهای شاخه ای، فرایندهای بیانیمه-گالتن-واتسون، فرایندهای بیانیمه-گالتن-واتسون زمان پیوسته، همگرایی به فرایند شاخه ای پیوسته، فرایندهای شاخه ای پیوسته، جمعیت های اندازه-ثابت، ساده ترین مدل رایت-فیشر، مدل رایت-فیشر با جهش، مدل رایت-فیشر با گزینش، ادغام (coalescent)، ۳.۱، مدل Cannings، ۳.۲، ادغام کینگمن (Kingman's coalescent)، مدل های ریاضی برای الل ها (alleles)، مدل infinitely-many alleles (imsm) infinitely-many sites، مدل (imsm) infinitely-many sites

مراجع پیشنهادی:

- 1- Etheridge, A., Some Mathematical Models from Population Genetics, Springer, 2011.
- 2- Etienne, P., Probabilistic Models of Population Evolution, Springer, 2016.
- 3- Haccou, P., Jagers, P. and Vatutin, V. A., Branching Processes: Variation, Growth and Extinction of Populations. Cambridge University Press, 2005.



عنوان درس		فارسی	هندسه تصادفی
		انگلیسی	
Stochastic Geometry			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعات
		دروس پیش نیاز	
پایه		اختیاری	تخصصی
اصلی		عملی	نظری
نظری		عملی	نظری
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	
آشنایی با آنالیز تصادفی		۴۸	۳

هدف:

آشنایی با مباحث پایه‌ای هندسه تصادفی
سرفصل درس:

- فرایندهای نقطه‌ای (فرایند نقطه‌ای به عنوان مجموعه گسترده، فرایند نقطه‌ای به عنوان اندازه تصادفی، برجسب گذاری، اندازه‌های گشتاوری، تابع‌های مولد، فرایند پواسون)
- فرایندهای نقطه‌ای ایستا (تعریف ایستایی، اندازه پالم)
- مجموعه‌های بسته تصادفی (مدلی بولی، فرایندهای ذره‌ای)
- فرایندهای تخت (فرایندهای خطی، فرایندهای ابرصفحه‌ای)
- کاشی کاری تصادفی (کاشی کاری ورونوی، کاشی کاری دلونی)
- گراف‌های تصادفی هندسی، نشت گسترده و پیوسته
- مدل‌های بیشتری از فرایندهای نقطه‌ای (کاکس، دترمینانی، ...)
- فرایندهای نقطه‌ای و کاشی کاری در ابعاد بالا
- استربولوژی

مراجع پیشنهادی:

- 4- D. Stoyan, W. Kendall & J. Mecke, *Stochastic Geometry and its Applications*, Wiley, 3rd ed, 2013.
- 5- R. Schneider and W. Weil, *Stochastic and Integral Geometry*, Springer, 2008.
- 6- D. Daley & D. Vere-Jones, *Introduction to the Theory of Point Processes*, 2nd ed, Springer, 2008.



عنوان درس		فارسی	احتمال روی فضاهای باناخ
انگلیسی		Probability in Banach Spaces	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعات
پایه		۳	۴۸
اصلی	اختیاری		
عملی	نظری	عملی	نظری
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	
آشنایی با آنالیز تصادفی و آنالیز تابعی			

هدف:

آشنایی با احتمال روی فضاهای باناخ و روشهای احتمالاتی در مطالعه فضاهای باناخ

سرفصل درس:

متغیرهای تصادفی باناخ مقدار، متغیرهای تصادفی باناخ مقدار رادون، متغیرهای تصادفی با مقادیری در فضاهای باناخ جدایی پذیر و خواص آنها، انتگرال باختر و خواص آن، امید ریاضی و عملگر کواریانس و خواص آن، نامساوی های احتمالی، پدیده تجمع اندازه، متغیرهای تصادفی باناخ مقدار گوسی و خواص آن، متغیرهای تصادفی باناخ مقدار متقارن پایدار و خواص آن، مجموعه متغیرهای تصادفی باناخ مقدار و قضایای مربوط (قوانین ضعیف و قوی اعداد بزرگ و قضیه سه سریو...)، فضاهای Type و Cotype، L_p^1 زیرفضاهای باناخ، گزاره های احتمالاتی در حضور Type و Cotype، اندازه های برداری و خواص آن، انتگرال نسبت به اندازه های برداری، مارتینگل ها با مقادیری در فضای باناخ و خواص آن، کاربرد نظریه مارتینگل در برقراری خاصیت رادون نیکودیم در فضاهای باناخ.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Hytönen, T., van Neerven, J., Veraar, M., Weis, L., *Analysis in Banach Spaces, Volume I: Martingales and Littlewood-Paley Theory*, Springer, 2016.
- 2- Ledoux, M. and Talagrad, M., *Probability in Banach Spaces*, Springer, 1991.
- 3- Pisier, G., *Martingales in Banach Spaces*, Cambridge University press, 2016.



عنوان درس		فارسی		مباحث ویژه در فرایندهای تصادفی										
		انگلیسی		Special Topics in Stochastic Processes										
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		درس پیش نیاز								
پایه	اصلی	تخصصی		اختیاری		اجازه گروه	۴۸	۳	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد					
		عملی	نظری	عملی	نظری				عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
حل تمرین: ندارد														

درسی است در سطح کارشناسی ارشد یا بالاتر در زمینه تخصصی فرایندهای تصادفی که بر حسب امکانات و نیاز برای اولین بار ارائه می شود. ریز مواد درسی مربوطه قبل از ارائه، باید به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه و دانشکده برسد.



عنوان درس		فارسی		مباحث ویژه در نظریه احتمال					
		انگلیسی		Special Topics in Probability Theory					
نوع واحد				تعداد واحد		تعداد ساعت		درس پیش نیاز	
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		اجازه گروه	
نظری		عملی		نظری		عملی			
حل تمرین: ندارد				نظری		عملی		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

درسی است در سطح کارشناسی ارشد یا بالاتر در زمینه تخصصی نظریه احتمال که بر حسب امکانات و نیاز برای اولین بار ارائه می‌شود. ریز مواد درسی مربوطه قبل از ارائه، باید به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه و دانشکده برسد.



بسم الله الرحمن الرحيم

عنوان برنامه: دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها گرایش منطق ریاضی
تدوین شده توسط گروه برنامه ریزی علوم ریاضی

۱- برنامه درسی تدوین شده دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها گرایش منطق ریاضی پیشنهادی گروه برنامه ریزی علوم ریاضی در جلسه شماره ۸۸۷ مورخ ۱۳۹۶/۰۹/۰۴ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی به تصویب رسیده است.

۲- برنامه درسی مذکور در سه فصل: مشخصات کلی، جدول واحد های درسی و سرفصل دروس تنظیم شده و 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.

۳- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ به مدت ۵ سال قابل اجراست و پس از آن نیازمند بازنگری می باشد.

مجتبی شریعتی نیاسر

نایب رئیس شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

عبدالرحیم نوده ابراهیم

مدیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



برنامه

کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی





جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی
گروه علوم پایه
کمیته تخصصی علوم ریاضی

برنامه
کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها – گرایش منطق ریاضی

بهمن ماه ۱۳۹۵



برنامه و سرفصل درس‌های کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها

- ریاضیات و کاربردها - گرایش آنالیز
- ریاضیات و کاربردها - گرایش جبر
- ریاضیات و کاربردها - گرایش هندسه و توپولوژی
- ریاضیات و کاربردها - گرایش گراف و ترکیبیات
- ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی
- ریاضیات و کاربردها - گرایش ریاضیات تصادفی



مقررات عمومی برنامه کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها

کلیه دانشگاه هایی که قبلاً مجوز اجرای رشته به صورت کلی و یا در برخی از گرایش های خاص این رشته را اخذ کرده اند می توانند در همان گرایش هایی که دانشجو گرفته اند کماکان اقدام به پذیرش دانشجو نمایند ولی در سایر گرایش های جدید و یا گرایش هایی که قبلاً مجوز اجرای آن را نداشته اند لازم است نسبت به اخذ مجوز با کد رشته محل مجزا اقدام نموده و فقط در صورت احراز شرایط و پس از اخذ مجوز از وزارت عتف نسبت به پذیرش دانشجو با کد رشته محل مختص گرایش مربوطه اقدام کنند.

طول دوره و شکل نظام

دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها مطابق با آیین نامه جاری دوره ی کارشناسی ارشد وزارت عتف است.

تعداد واحدهای دوره

تعداد واحدهای درسی دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها ۳۲ و به قرار زیر است:

درس های الزامی: ۱۲ واحد، شامل درس اصلی گرایش یا زیر گرایش و دو درس از دروس اصلی گرایش ها یا زیر گرایش های دیگر علوم ریاضی با نظر استاد راهنما و دانشکده.
درس های تخصصی - انتخابی: ۱۲ واحد، شامل سه درس از جدول درس های تخصصی - انتخابی و یک درس با نظر استاد راهنما و تأیید گروه از درس های انتخابی یکی از دوره های کارشناسی ارشد مرتبط.

سمینار: ۲ واحد

پایان نامه: ۶ واحد

اخذ درس سمینار و پایان نامه در نیمسال اول تحصیل مجاز نیست. برای اخذ درس سمینار نیاز به گذراندن دست کم ۹ واحد درسی و برای اخذ پایان نامه گذراندن دست کم ۱۲ واحد (که شامل درس های الزامی می باشد) و اجازه گروه ضروری است.

با توجه به پایه ای بودن دروس الزامی و تنوع ورودی های کارشناسی ارشد در این رشته، دروس الزامی به صورت ۴ واحدی ارائه خواهند شد. بدیهی است گروه های آموزشی اختیار دارند پس از تصویب دانشگاه به میزان ۱ واحد به محتوی سرفصل این دروس که به صورت ۳ واحدی تنظیم شده است اضافه نمایند.

گروه های مجری می توانند درس های جدیدی را به عنوان درس اختیاری مطابق با روال جاری دانشگاه مصوب و آرایه دهند.

دانشجو در طول تحصیل خود نمی تواند بیش از یک درس با عنوان مباحث ویژه اختیار کند.



کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی



فصل اول

مشخصات دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی



مقدمه

منطق ریاضی در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم میلادی ضمن کوشش فیلسوف-ریاضیدانانی چون فرگه و راسل برای حل مسائل موجود در مبانی ریاضیات به وجود آمد و با تلاش ریاضیدانان بزرگی چون هیلبرت، گودل و تارسکی شکوفا شد. دهه ۱۹۴۰ میلادی شاهد رشد شاخه‌های اصلی منطق ریاضی مانند نظریه برهان، نظریه محاسبه‌پذیری، نظریه مدل و نظریه مجموعه بود. یک محصول جانبی ولی بسیار با ارزش این تلاش‌ها که در راستای بررسی تصمیم‌پذیری دستگاه‌های مختلف منطقی و ریاضی به دست آمد، معرفی نخستین ماشین‌های محاسب صوری از قبیل ماشین تورینگ بود. این موضوع نه تنها منجر به شکل‌گیری بخش مهم نظریه محاسبه‌پذیری (نظریه بازگشت) از منطق ریاضی شد، بلکه موجب ساخت کامپیوترهای امروزی و پیدایش علوم کامپیوتر نظری نیز شد. در سال‌های اخیر کاربردهای منطق ریاضی در علوم کامپیوتر آنچنان فراگیر شده که اهمیت آن را با اهمیت حساب دیفرانسیل و انتگرال در علم فیزیک مقایسه می‌کنند.

تعریف

دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها-گرایش منطق ریاضی یکی از دوره‌های آموزشی-پژوهشی در سطح تحصیلات تکمیلی از نظام آموزش عالی است که بعد از دوره کارشناسی آغاز و به اعطای مدرک رسمی دانشگاهی می‌انجامد. این دوره از نظر اجرایی تابع ضوابط، مقررات و آیین‌نامه‌های مصوب شورای برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است.

اهداف

هدف از این دوره به شرح زیر است:

- آشنایی با منطق ریاضی که یکی از شاخه‌های مهم ریاضیات است؛
- آشنایی با کاربردهای متنوع منطق در علوم کامپیوتر شامل روش‌های صوری (رسمی) و نظریه محاسبه؛
- آشنایی با کاربردهای مهم منطق در فلسفه به ویژه فلسفه ریاضی.

نقش و توانایی

در این دوره دانشجویان با بخش‌های مختلف منطق ریاضی و کاربردهای آن در دیگر شاخه‌های ریاضیات آشنا می‌شوند. به‌علاوه دانشجویان علاقمند به کاربردهای منطق در علوم کامپیوتر می‌توانند با اتخاذ دروس مناسب این دوره، پایه‌ای محکم برای مطالعات آتی بنیان گذارند.

فارغ‌التحصیلان این دوره با توجه به علاقه شخصی و دروس اختیاری که اخذ کرده‌اند می‌توانند در هر یک از گرایش‌های اصلی منطق، جبر (شامل جبر جامع و نظریه رسته) و یا علوم کامپیوتر نظری (شامل روش‌های صوری و نظریه محاسبه) ادامه تحصیل دهند. برای کسانی که به فلسفه و روش‌شناسی ریاضی علاقه‌مند می‌باشند، این دوره می‌تواند پایه‌ای برای مطالعات عالی در این زمینه‌ها باشد.

ضرورت و اهمیت

منطق ریاضی یکی از شاخه‌های ریاضیات است که علاوه بر داشتن کاربردهای مختلف در قسمت‌های دیگر ریاضیات، در بررسی بنیادهای ریاضیات و سوال‌های مربوط به مبانی آن نقش اساسی دارد. به علاوه استفاده از منطق در علوم کامپیوتر امروزه به ابزاری غیر قابل‌تغییر تبدیل شده است.

کلیات برنامه

این دوره شامل ۷ درس شامل سه درس الزامی و چهار درس تخصصی-انتخابی است. درس اصلی این گرایش با عنوان منطق ریاضی، مقدمه‌ای بر آشنایی عمیق‌تر با شاخه‌های مختلف منطق ریاضی می‌باشد. ۲ واحد سمینار که مطالعاتی انفرادی زیر نظر استاد راهنما در موضوعی پیشرفته در حوزه منطق یا کاربردهای مختلف آن است و ۶ واحد پایان‌نامه که به بررسی برخی مقالات پژوهشی در حوزه منطق اختصاص دارد، کامل‌کننده این دوره است.



عنوان دوره: کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها-گرایش منطق ریاضی
پیش‌نیاز ورود: دارا بودن مدرک کارشناسی در یکی از رشته‌های مجموعه علوم ریاضی (از جمله علوم کامپیوتر)، فیزیک و یا رشته‌های فنی و مهندسی.



فصل دوم

جدول دروس کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی



درس اصلی گرایش منطق ریاضی: منطق ریاضی

- به دانشجویان توصیه می شود دو درس الزامی دیگر خود را از بین درس های آنالیز حقیقی ۱، جبر پیشرفته و ... انتخاب نمایند

جدول شماره ۱: درس های تخصصی - انتخابی گرایش منطق ریاضی

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	پیش نیاز و هم نیازها
۰	منطق ریاضی	۳	ندارد
۱	نظریه برهان	۳	منطق ریاضی
۲	نظریه محاسبه پذیری	۳	منطق ریاضی
۳	نظریه مدل	۳	اجازه گروه
۴	نظریه مجموعه	۳	اجازه گروه
۵	آنالیز ناستاندارد	۳	اجازه گروه
۶	منطق محاسباتی	۳	منطق ریاضی
۷	نظریه مجموعه های فازی و منطق فازی	۳	ندارد
۸	آنالیز محاسبه پذیر	۳	نظریه محاسبه پذیری
۹	جبر جامع	۳	ندارد
۱۰	نظریه رسته و توپوس	۳	ندارد
۱۱	نظریه شبکه	۳	ندارد
۱۲	ساختارهای جبری مرتب	۳	ندارد
۱۳	منطق شهودی	۳	منطق ریاضی
۱۴	منطق وجهی	۳	منطق ریاضی
۱۵	فلسفه ریاضی	۳	منطق ریاضی
۱۶	مباحث ویژه در منطق ریاضی	۳	اجازه گروه

درس اصلی گرایش منطق ریاضی



فصل سوم

سر فصل دروس دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی



عنوان درس		فارسی	منطق ریاضی
		انگلیسی	Mathematical Logic
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
	۳	۴۸	ندارد
الزامی	اختیاری	جبرانی	
نظری	نظری	عملی	عملی
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با اصول منطق ریاضی و کاربردهای ابتدایی آن در سایر شاخه‌های ریاضی است.

سرفصل‌های درس:

مروری بر منطق گزاره‌ای و مرتبه اول، قضیه تمامیت گودل، مقدمه‌ای بر نظریه مدل و محاسبه‌پذیری، قضیه‌های ناتمامیت گودل.

مراجع پیشنهادی:

1. H. B. Enderton, **A Mathematical Introduction to Logic**, Second Edition, Harcourt/Academic Press, 2001
2. D. van Dalen, **Logic and Structure**, Fifth Edition, Springer, 2013.



عنوان درس		فارسی	نظریه برهان			
		انگلیسی	Proof Theory			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز		
الزامی		اختیاری	جبرانی	۳	۴۸	منطق ریاضی
نظری	عملی	نظری	عملی			
حل تمرین: ندارد				نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با مقدمات نظریه برهان که یکی از قسمت‌های اصلی منطق ریاضی است، می‌باشد.

سرفصل‌های درس:

مروری بردستگاه‌های مختلف اثباتی نظیر هیلبرتی، استنتاج طبیعی و حساب رشته‌ای، حساب رشته‌ای برای منطق کلاسیک، قضیه حذف برش، خاصیت زیرفرمولی، حساب رشته‌ای برای منطق شهودی، قضیه هربراند، قضیه درونی‌یابی، قضیه سازگاری گنتزن، مقدمه‌ای بر نظریه برهان حساب مرتبه اول.

مراجع پیشنهادی:

1. Jean-Yves Girard, **Proof Theory and Logical Complexity**, Volume 1, Bibliopolis, 1987.
2. Sara Negri and Jan van Plato, **Structural Proof Theory**, Cambridge University Press, 2001.
3. G. Takeuti, **Proof Theory**, 2nd ed., Dover Publications, 2013 (ISBN: 9780486490731)



عنوان درس		فارسی	نظریه محاسبه پذیری	
		انگلیسی	Computability Theory	
توع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
الزامی	اختیاری	جبرانی	۳	۴۸
نظری	عملی	نظری	عملی	منطق ریاضی
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی مقدماتی با نظریه محاسبه پذیری (نظریه بازگشت) است. نظریه محاسبه پذیری یکی از شاخه های اصلی منطق ریاضی است و علاوه کاربردهای فراوانی در علوم کامپیوتر دارد.

سرفصل های درس:

مفهوم شهودی محاسبه پذیری و الگوریتم، مدل های ریاضی الگوریتم مانند ماشین تورینگ و ماشین رجیستری، توابع بازگشتی ابتدایی، توابع بازگشتی (جزئی)، فرضیه چرچ، مجموعه های شماره پذیر کارآمد، تصمیم ناپذیری مسأله توقف، تحویل های چند به یک و تورینگ، درجات حل ناپذیری، قضیه نقطه ثابت، قضیه رایس، مجموعه های خلاق، مجموعه های ساده و m -ناکامل بودن آنها، سلسله مراتب حسابی و برخی مثال ها، عملگر جهش.

مراجع پیشنهادی:

1. S. B. Cooper, **Computability Theory**, Chapman & Hall/CRC Mathematics Series, 2004.
2. H.B. Enderton, **Computability Theory: an introduction to recursion theory**, Academic Press, 2010 (ISBN: 9780123849588)
- 3- A. Shen and N.K. Vereshchagin, **Computable Functions**, American Mathematical Society, 2002. (ISBN: 9780821827321)



عنوان درس		فارسی	انگلیسی	نظریه مدل
Model Theory				
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	پیش نیاز	درس
	۳	۴۸	اجازه گروه	
الزامی	اختیاری	جبرانی	عملی	نظری
عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با نظریه مدل که یکی از شاخه‌های اصلی منطق ریاضی است، می‌باشد. نظریه مدل کاربردهای زیادی در سایر شاخه‌های ریاضیات دارد.

سرفصل‌های درس:

زبان، فرمول، مدل، صدق (satisfaction)، قضیه فشردگی با روش ساختن هنکین، فراضرب، قضیه‌های لوونهایم-اسکولم فروسو و فراسو، آزمون تارسکی، کامل بودن، جازم بودن، آزمون وات، تعریف‌پذیری، چنداگر (quantifier)، نظریه‌های مجموعه‌های مرتب چگال، گراف‌های تصادفی، میدان‌های بسته جبری و میدان‌های بسته حقیقی، کمینگی قوی، ترتیب-کمینگی.

مراجع پیشنهادی:

1. K. Tent, M. Ziegler, **A Course in Model Theory**, Cambridge University Press, 2012
2. C.C. Chang, H. Jerome Keisler, **Model Theory**, North-Holland, 1990
3. D. Marker, **Model Theory: An Introduction**, Springer-Verlag, 2002
4. A. Marcja, C. Toffalori, **A Guide to Classical and Modern Model Theory**, Kluwer Academic Publishers, 2003
5. M. Manzano, **Model Theory**, Oxford University Press, 1999
6. P. Rothmaler, **Introduction to Model Theory**, Taylor and Francis, 2000.



عنوان درس		فارسی	نظریه مجموعه
		انگلیسی	Set Theory
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعات
		۳	۴۸
اجازه گروه	الزامی	اختیاری	جبرانی
	نظری	عملی	نظری
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با نظریه مجموعه می باشد که علاوه بر این که یکی از شاخه های اصلی منطق ریاضی است و کاربردهای متفاوتی در ریاضیات دارد، نقش مهمی نیز در مطالعه بنیادهای ریاضیات ایفا می کند.

سرفصل های درس:

بنیادها، ZFC، حساب اوردینال ها، حساب کاردینال ها، کاردینال های دست نیافتنی و برهان ناپذیری وجود و سازگاری آن ها، فروپاشی (collapsing) موسٹاوسکی، اصل بازتاب، عمل های گودل، مدل های تراییبی، اوستی (absoluteness)، جهان ساخت پذیر، سازگاری ZFC با $V=L$ و GCH.

مراجع پیشنهادی:

1. K. Ciesielski, **Set Theory for Working Mathematicians**, Cambridge, 1997
2. T. Jech, **Set theory**, Springer, 2013
3. K. Kunen, **Set Theory, an Introduction to Independence Proofs**, North-Holland, 1992
4. R.M. Smullyan, M. Fitting, **Set Theory and the Continuum Problem**, Oxford, 1996.



عنوان درس		فارسی	آنالیز ناستاندارد
		انگلیسی	Nonstandard Analysis
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت
		۳	۴۸
الزامی	نظری	عملی	جبرانی
	نظری	عملی	نظری
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	
اجازه گروه			

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با آنالیز ناستاندارد و کاربردهای آن در آنالیز ریاضی استاندارد می باشد.

سرفصل های درس:

همساختن فراتوانی عددهای ابر حقیقی، عددهای بی نهایت بزرگ و بی نهایت کوچک، اصل تراوژ (transfer)، همگرایی دنباله ها و سری های عددی و تابعی، پیوستگی، مشتق و انتگرال از دیدگاه ناستاندارد، مجموعه ها و تابع های درونی در R ، جهان ناستاندارد، مجموعه های درونی، برونی و ابر متناهی، ماندگاری (permanence)، اندازه لوب.

مراجع پیشنهادی:

- 1- J. L. Bell, **A Primer of Infinitesimal Analysis**, Cambridge University Press, 2008.
(ISBN: 9780521887182)
- 2- M. Davis, **Applied Nonstandard Analysis**, Dover Publications, 2005.
(ISBN: 9780486442297)
- 3- V. Kanovei and M. Reeken, **Nonstandard Analysis - Axiomatically**, Springer, 2010.
(ISBN:9783642060779)



عنوان درس		فارسی	منطق محاسباتی
		انگلیسی	Computational Logic
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعات
		۳	۴۸
نظری	الزامی	اختیاری	جبرانی
	عملی	نظری	عملی
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	
منطق ریاضی			

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با جنبه‌های محاسباتی منطق و روش‌های اثبات خودکار است.

سرفصل‌های درس:

منطق گزاره‌ها، شکل‌های نرمال، مسأله ارض‌پذیری، قواعد دیویس و پاتنام، رزولوشن، شکل‌های پیشوندی، اسکولمی کردن فرمول‌ها، قضیه هربراند، یکسان‌سازی، قضایای ناتمامیت گودل.

مراجع پیشنهادی:

1. M. Fitting, **First- order Logic and Automated Theorem Proving**, Springer-Verlag, 1996.
2. M. Ben-Ari, **Mathematical Logic for Computer Science**, 3rd ed., Springer, 2012. (ISBN: 9781447141280)
- 4- M. Tarver, **Logic, Proof and Computation**, Upfront Publishing, 2014. (ISBN: 9781784561277)



عنوان درس		فارسی		انگلیسی		نظریه مجموعه‌های فازی و منطق فازی	
Fuzzy Set Theory and Fuzzy Logic							
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس	پیش نیاز		
الزامی		اختیاری		جبرانی			
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی		
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		ندارد			

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با نظریه مجموعه‌ها و منطق فازی به معنای عام است که دارای کاربردهای متنوعی در شاخه‌های مختلف مهندسی است.

سرفصل‌های درس:

مجموعه‌های فازی، برش‌های مجموعه‌های فازی، نمایش‌های مختلف مجموعه‌های فازی، اعداد فازی، متغیرهای زبانی، رابطه‌های فازی، تابع‌های فازی، منطق فازی مقدماتی، استدلال تقریبی، شرطی‌های فازی، مقدمه‌ای بر کنترل فازی و برخی کاربردهای دیگر منطق فازی.

مراجع پیشنهادی:

1. H. T-Nguyen, E. A. Walker, **A First Course in Fuzzy Logic**, Third Edition, Chapman & Hall/CRC Taylor Francis Groups, 2006.
2. G. J. Klir, Bo Yuan, **Fuzzy Sets and Fuzzy Logic (Theory and Applications)**, Prentice Hall, 1995.
3. Kwang H. Lee, **First Course on Fuzzy Theory and Applications**, Springer, 2005.



عنوان درس		فارسی		آنالیز محاسبه پذیر			
		انگلیسی		Computable Analysis			
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش نیاز	
الزامی		اختیاری		جبرانی		نظریه محاسبه پذیری	
نظری		عملی		نظری		عملی	
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد					

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با آنالیز محاسبه پذیر یا بازگشتی است. این شاخه نظریه محاسبه پذیری استاندارد را که به اعداد طبیعی مرتبط می شود به اعداد حقیقی گسترش می دهد.

سرفصل های درس:

محاسبه پذیری در آنالیز کلاسیک، دنباله های بازگشتی از تابع های حقیقی، محاسبه پذیری روی فضا های باناخ، تابع های حقیقی بازگشتی پاره ای، نظریه بازگشتی اندازه، پیچیدگی محاسبه ای تابع های حقیقی.

مراجع پیشنهادی:

1. M. B. Pour-el and J. I. Richards, **Computability in Analysis**, Springer, 1989.
2. K. Weihrauch, **A Simple Introduction to Computable Analysis**, 1995.



عنوان درس		فارسی	انگلیسی	جبر جامع	
Universal Algebra					
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	پیش نیاز	درس
الزامی		۳	۴۸	ندارد	
نظری	عملی	اختیاری		جبرانی	
	نظری	عملی	نظری	عملی	عملی
حل تمرین: ندارد		دنیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با کلاس‌های معادله‌ای و ساختارهای کلی جبری است. جبر جامع با نظریه مدل در منطق ریاضی مرتبط است.

سرفصل‌های درس:

جبر جامع، زیرجبر و شبکه زیرجبرها، هم‌ریختی بین جبرهای جامع، رابطه هم‌نهشتی، ضرب مستقیم جبرها، زیرضرب مستقیم، وارسته، جبر آزاد، معادله و جبرهای معادله‌ای، قضیه بیرخوف برای ارتباط بین وارسته و کلاس‌های جبرهای معادله‌ای.

مراجع پیشنهادی:

1. Burris and Sankapanavar, **A Course in Universal Algebra**, Springer-Verlag, 1981.
2. G. Grätzer, **Universal Algebra**, Second edition, Springer, 2008.
3. P. M. Cohn, **Universal Algebra**, D. Reidel Publication Company, 1981.



عنوان درس		فارسی	نظریه رسته و توپوس
		انگلیسی	Category Theory and Topos
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعات
		۳	۴۸
نظری	الزامی	اختیاری	جبرانی
	عملی	نظری	عملی
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	
ندارد		ندارد	

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با نظریه رسته و نظریه توپوس است. یکی از کاربردهای مهم این مبحث فراهم نمودن مدلی برای منطق شهودی است.

سرفصل‌های درس:

معرفی رسته، تابع گون، تبدیل طبیعی، پیکان‌ها و اشیای خاص، زیررسته، دوگان رسته، رسته تابع گون‌ها، پیکان جهانی، لم یوندا، حد و هم حد، الحاقی، رسته بسته دکارتی، شبه توپوس، توپوس، تجزیه در توپوس، شبکه و جبر هیتینگ در توپوس، توپوس‌های خاص (بولی، دومقداری، موضعی)، اصل انتخاب، شیء اعداد طبیعی.

مراجع پیشنهادی:

1. Goldblatt, Topoi: **The Categorical Analysis of Logic**, North-Holland, 1984.
2. Lambek and Scott, **Introduction to higher Order Logic**, Cambridge University Press, 1986
3. P. T. Johnston, **Topos Theory**, Dover Publications, 2014.



عنوان درس		فارسی	نظریه شبکه				انگلیسی		Lattice Theory
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز					
الزامی	اختیاری		جبرانی		۳	۴۸	ندارد		
	نظری	عملی	نظری	عملی					
	حل تمرین: ندارد							نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با نظریه شبکه است که در مطالعه مدل‌های جبری دستگاه‌های مختلف منطقی نقش اساسی ایفا می‌کند.

سرفصل‌های درس:

مشبک، هم‌ریختی مشبک، مشبک کامل، مشبک مدولار، مشبک توزیع‌پذیر مشبک هایتینگ، رابطه هم‌نهشتی، جبر بول، نمایش‌های مجموعه‌ای و توپولوژیکی جبر بول (قضیه استون)، مشبک جبری، مشبک پیوسته، توپولوژی اسکات، توابع اسکات پیوسته، فضاها سوپر و دوگانی جبر هیتینگ پیوسته.

مراجع پیشنهادی:

1. Gratzner, Birkhauser, **General Lattice Theory**, 1998.
2. Davey, Priestloy, **Introduction to Lattice and Order**, Cambridge University Press, 2002.
3. Blyth, **Lattices and Ordered Algebraic Structures**, Springer-Verlag, 2005.



عنوان		فارسی		ساختارهای جبری مرتب			
درس		انگلیسی		Ordered Algebraic Structures			
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		درس پیش نیاز	
الزامی	نظری	عملی	نظری	عملی	اختیاری	جبرانی	ندارد
	نظری	عملی	نظری	عملی	عملی	۴۸	
	حل تمرین: ندارد					نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با ساختارهای جبری مرتب است که در مطالعه مدل‌های جبری دستگاه‌های مختلف منطقی نقش ایفا می‌کند.

سرفصل‌های درس:

مفهوم ترتیب، نگاشت‌های حافظ ترتیب، نگاشت‌های باقیمانده‌ای، بستارها، یکریختی‌های مجموعه‌های مرتب، نیم‌گروه‌های نگاشت‌های باقیمانده‌ای، شبکه‌ها و زیرشبکه‌ها، زیرگروه‌های بئر، مجموعه‌های خارج‌قسمتی مرتب، هم‌ارزی‌های قویاً منظم بالایی، هم‌نهشتی‌های شبکه، زوج‌های مدولار، شرط‌های زنجیر، تحویل‌ناپذیری‌های الحاقی، شبکه‌های پخشی، زیرگروه‌های بئر و مدولاریتی، عضوهای متمم‌دار، شبکه‌های متمم‌دار منحصر بفرد، جبرها و حلقه‌های بولی، عضوهای مرکزی و خنثی، قضیه نمایشی Stone، متمم جبرهای بولی، شبه متمم‌ها، جبرهای Stone، جبرهای هیتینگ، زیرگروه‌های بئر و باقیمانده‌ای، هم‌نهشتی‌ها و جبرهای تحویل‌ناپذیر زیر مستقیم، گروه‌های مرتب، زیرگروه‌های محدب، L -زیرگروه‌های مرتب، گروه‌های نمایش‌پذیر، حلقه‌ها و میدان‌های کلاً مرتب، زیرگروه‌های باقیمانده‌ای و زیرگروه مرتب، زیرگروه‌های منظم.

مراجع پیشنهادی:

1. T. S. Blyth, **Lattices and Ordered Algebraic Structures**, Springer-verlag, 2005.
2. G. Birkhoff, **Lattice Theory**, American Mathematical Society, 1973.



عنوان		فارسی		منطق شهودی	
درس		انگلیسی		Intuitionistic Logic	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	درس پیش نیاز	درس
الزامی	اختیاری	جبرانی	۳	۴۸	منطق ریاضی
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با منطق شهودی (شهودگرایی) است که یکی از مهم‌ترین رهیافت‌های ساختنی به منطق و ریاضیات است.

سرفصل‌های درس:

تاریخچه مختصری از ساخت‌گرایی در ریاضیات با تأکید بر شهودگرایی برآوری، تعبیر BHK (برآور-هیتینگ-کولموگوروف) از ثوابت منطقی، تعبیرهای توبولوژیک و جبری، دستگاه‌های صوری اثباتی برای منطق شهودگرایی گزاره‌ای و محمولات، معناشناسی جهان‌های ممکن (مدل‌های کریپکی)، قضایای درستی و تمامیت نسبت به مدل‌های کریپکی، خواص DP و EP.

مراجع پیشنهادی:

1. A. S. Troelstra and D. Van Dalen, **Constructivism in Mathematics**, Vol. I, North-Holland, 1988.
2. A. G. Dragalin, **Mathematical Intuitionism, Introduction to Proof Theory**, AMS, Providence, RI, 1988.
- 3- G. Mints, **A Short Introduction to Intuitionistic Logic**, Springer, 2013. (ISBN: 9781475773194)



عنوان درس		فارسی	منطق وجهی
		انگلیسی	Modal Logic
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعات
		۳	۴۸
نظری	الزامی	اختیاری	جبرانی
	عملی	نظری	عملی
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	
نظری		ریاضی	

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با منطق وجهی است که یکی از مهم‌ترین منطق‌های غیر کلاسیک می‌باشد و کاربردهای مهمی در بخش روش‌های صوری (رسمی) از علوم کامپیوتر دارد.

سرفصل‌های درس:

زبان منطق وجهی، قاب‌ها و مدل‌های کرپکی، منطق وجهی نرمال، تناظر دوسویه، قضیه هنسی-میلنر، ترجمه استاندارد، قضیه مشخص‌سازی فن پنتم، تعریف‌پذیری قاب‌ها، مدل‌های کانونی، دستگاه‌های اثباتی و تمامیت، جبری کردن منطق وجهی، جبرهای بولی با عملگر، قضیه ینسن-تارسکی.

مراجع پیشنهادی:

1. P. Blackburn, M. de Rijke and Y. Venema, **Modal Logic**, Cambridge University Press, 2002.
2. A. Chagrov and M. Zakharyashev, **Modal Logic**, Clarendon Press, Oxford, 1997.
3. J. van Benthem, **Modal Logic for Open Minds**, CSLI Publications, 2010.
4. B.F. Chellas, **Modal Logic: An Introduction**, Cambridge University Press, 2012. (ISBN: 9780511621192)



عنوان درس		فارسی	فلسفه ریاضی
		انگلیسی	Philosophy of Mathematics
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعات
		۳	۴۸
نظری	الزامی	اختیاری	جبرانی
	عملی	نظری	عملی
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	
متنطق ریاضی			

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با برخی فلسفه‌های مشهور ریاضی است.

سرفصل‌های درس:

افلاطون‌گرایی، واقع‌گرایی، نام‌گرایی، کانت، منطق‌گرایی، صورت‌گرایی، برنامه‌هیلبرت، قضیه‌های ناتمامیت گودل، شهودگرایی (برآورد، دامت)، طبیعی‌گرایی، ساختارگرایی، حوزه‌های جدید در فلسفه ریاضی.

مراجع پیشنهادی:

1. James Robert Brown, **Philosophy of Mathematics: A Contemporary Introduction to the World of Proofs and Pictures**, 2nd Edition, Routledge, 2008.
2. **The Oxford Handbook of Philosophy of Mathematics and Logic**, Stewart Shapiro (Editor), 2007.
3. Stewart Shapiro, **Philosophy of mathematics: Structure and ontology**, Oxford, Oxford University Press, 1997.
4. P. Benaceraf & H. Putnam, **Philosophy of Mathematics**, Cambridge University Press, 1984. (ISBN: 9780521296489)



عنوان درس		فارسی		مباحث ویژه در منطق ریاضی	
انگلیسی		Special Topics in Mathematical Logic			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	دروس
الزامی		اختیاری		جبرانی	
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			
		۳	۴۸	اجازه گروه	

درسی است در سطح کارشناسی ارشد یا بالاتر در زمینه منطق ریاضی که بر حسب امکانات و نیاز برای اولین بار ارائه می گردد. ریز مواد درسی مربوطه قبل از ارائه بایستی به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه ودانشکده برسد.



بسم الله الرحمن الرحيم

عنوان برنامه: ریاضیات و کاربردها گرایش آنالیز

- ۱- برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها گرایش آنالیز در جلسه شماره ۹۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی تصویب شد.
- ۲- عنوان برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها گرایش آنالیز از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ جایگزین برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضی- آنالیز مصوب جلسه شماره ۵۷ مورخ ۱۳۶۵/۰۷/۱۲ شورای عالی برنامه ریزی آموزش عالی می شود.
- ۳- برنامه درسی مذکور از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ برای تمامی دانشگاه ها و مؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند برای اجرا ابلاغ می شود.
- ۴- این برنامه درسی از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن قابل بازنگری است.

عبدالرحیم نوه ابراهیم

رئیس

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی





جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی

گروه علوم پایه

کمیته تخصصی علوم ریاضی

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها



برنامه و سرفصل درس‌های کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها

- ریاضیات و کاربردها - گرایش آنالیز
- ریاضیات و کاربردها - گرایش جبر
- ریاضیات و کاربردها - هندسه و توپولوژی
- ریاضیات و کاربردها - گراف و ترکیبیات
- ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی
- ریاضیات و کاربردها - ریاضیات تصادفی



مقررات عمومی برنامه کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها

کلیه دانشگاه هایی که قبلاً مجوز اجرای رشته به صورت کلی و یا در برخی از گرایش های خاص این رشته را اخذ کرده اند می توانند در همان گرایش هایی که دانشجو گرفته اند کماکان اقدام به پذیرش دانشجو نمایند ولی در سایر گرایش های جدید و یا گرایش هایی که قبلاً مجوز اجرای آن را نداشته اند لازم است نسبت به اخذ مجوز با کد رشته محل مجزا اقدام نموده و فقط در صورت احراز شرایط و پس از اخذ مجوز از وزارت عتف نسبت به پذیرش دانشجو با کد رشته محل مختص گرایش مربوطه اقدام کنند.

طول دوره و شکل نظام

دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها مطابق با آیین نامه جاری دوره ی کارشناسی ارشد وزارت عتف است.

تعداد واحدهای دوره

تعداد واحدهای درسی دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها ۳۲ و به قرار زیر است:

درس های الزامی: ۱۲ واحد، شامل درس اصلی گرایش یا زیر گرایش و دو درس از دروس اصلی گرایش ها یا زیر گرایش های دیگر علوم ریاضی با نظر استاد راهنما و دانشکده.
درس های تخصصی - انتخابی: ۱۲ واحد، شامل سه درس از جدول درس های تخصصی - انتخابی و یک درس با نظر استاد راهنما و تأیید گروه از درس های انتخابی یکی از دوره های کارشناسی ارشد مرتبط.

سمینار: ۲ واحد

پایان نامه: ۶ واحد

اخذ درس سمینار و پایان نامه در نیمسال اول تحصیل مجاز نیست. برای اخذ درس سمینار نیاز به گذراندن دست کم ۹ واحد درسی و برای اخذ پایان نامه گذراندن دست کم ۱۲ واحد (که شامل درس های الزامی می باشد) و اجازه گروه ضروری است.

با توجه به پایه ای بودن دروس الزامی و تنوع ورودی های کارشناسی ارشد در این رشته، دروس الزامی به صورت ۴ واحدی ارائه خواهند شد. بدیهی است گروه های آموزشی اختیار دارند پس از تصویب دانشگاه به میزان ۱ واحد به محتوی سرفصل این دروس که به صورت ۳ واحدی تنظیم شده است اضافه نمایند.

گروه های مجری می توانند درس های جدیدی را به عنوان درس اختیاری مطابق با روال جاری دانشگاه مصوب و آرایه دهند.

دانشجو در طول تحصیل خود نمی تواند بیش از یک درس با عنوان مباحث ویژه اختیار کند.



ریاضیات و کاربردها - گرایش آنالیز



فصل اول

مشخصات دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش آنالیز



آنالیز یکی از شاخه‌های ریاضیات می‌باشد و به تربیت متخصصینی پرداخته می‌شود که در پیشرفت ریاضی و دیگر علوم با تکیه بر تجزیه و تحلیل آنها بسیار مؤثر می‌باشد.

تعریف

دوره کارشناسی ارشد آنالیز یکی از دوره‌های آموزشی- پژوهشی در سطح تحصیلات تکمیلی از نظام آموزش عالی است که بعد از دوره کارشناسی آغاز و به اعطای مدرک رسمی دانشگاهی می‌انجامد. این دوره از نظر اجرایی تابع ضوابط، مقررات و آیین‌نامه‌های مصوب شورای برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است.

اهداف

- تأمین نیروهای کارآمد در زمینه آنالیز
- تربیت نیروهای مطلع در زمینه کاربردهای متنوع آنالیز
- تربیت نیروهای متخصص در زمینه‌های ریاضی محض با تأکید بر تجزیه و تحلیل

نقش و توانایی

فارغ‌التحصیلان دوره کارشناسی ارشد آنالیز قادرند:

- ✓ به عنوان متخصص در زمینه‌های نظری و عملی مسائل مربوط به آنالیز را حل و بحث نمایند.
- ✓ آمادگی لازم جهت ادامه تحصیل در زمینه دکتری در زیررشته‌های آنالیز را پیدا نمایند.
- ✓ در یافتن ساختار مدل‌های ریاضی سایر رشته‌ها همکاری نمایند.

ضرورت و اهمیت

جهت خودکفایی مملکت در تحقیقات جدید که با آنها مواجه می‌شویم لازم است متخصصینی که اشراف کامل به مسائل آنالیز ریاضی داشته باشند، تربیت شوند تا بدون نیاز به کمک دیگران مسائل در زمینه‌های فیزیکی، مهندسی و محاسباتی را تجزیه و تحلیل نمایند. پیدا کردن و تجزیه و تحلیل مدل‌های ریاضی در مسائل کاربردی از جمله مسائل مطرح در آنالیز ریاضی می‌باشد. تربیت نیروی متخصص در زمینه آنالیز می‌تواند پاسخگوی نیازهای کشور باشد.

کلیات برنامه

عنوان دوره: کارشناسی ارشد آنالیز

پیش‌نیاز ورود: دارا بودن مدرک کارشناسی در یکی از رشته‌های مجموعه علوم ریاضی یا یکی از رشته‌های مهندسی

مواد آزمون ورودی (کارشناسی ارشد)

آزمون سراسری کارشناسی ارشد آنالیز شامل آزمون مشترک از درس‌های ریاضیات عمومی، مبانی ماتریس‌ها و جبر خطی، مبانی آنالیز ریاضی و مبانی آنالیز عددی و آزمون تخصصی از درس‌های زبان تخصصی، توابع مختلط، جبر و آنالیز ریاضی هستند.



فصل دوم

جدول دروس دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش آنالیز



جدول شماره ۱: درس‌های الزامی (گرایش آنالیز)

شماره ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	آنالیز حقیقی ۱	۳
۲	*	۳
۳	*	۳

* دو درس از دروس اصلی گرایش‌ها یا زیر گرایش‌های دیگر علوم ریاضی با نظر گروه یا دانشکده.

جدول شماره ۲- درس‌های تخصصی - انتخابی (گرایش آنالیز)

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	پیش‌نیاز یا هم‌نیاز (ها)	
			شماره درس	نام درس
۱۰۱	آنالیز حقیقی ۱	۳	-	-
۱۰۲	آنالیز حقیقی ۲	۳	۱۰۱	آنالیز حقیقی ۱
۱۰۳	آنالیز تابعی ۱	۳	۱۰۱	آنالیز حقیقی ۱
۱۰۴	آنالیز تابعی ۲	۳	۱۰۳	آنالیز تابعی ۱
۱۰۵	آنالیز تابعی کاربردی	۳	۱۰۱	آنالیز حقیقی ۱
۱۰۶	نظریه عملگرها	۳	۱۰۳	آنالیز تابعی ۱
۱۰۷	آنالیز محدب	۳	۱۰۱	آنالیز حقیقی ۱
۱۰۸	فضاهای تابعی	۳	۱۰۳	آنالیز تابعی ۱
۱۰۹	آنالیز تابعی غیر خطی	۳	۱۰۳	آنالیز تابعی ۱
۱۱۰	آنالیز تغییراتی	۳	۱۰۷	آنالیز محدب
۱۱۱	آنالیز هارمونیک	۳	۱۰۳	آنالیز تابعی ۱
۱۱۲	نظریه فضاهای باناخ	۳	۱۰۳	آنالیز تابعی ۱
۱۱۳	آنالیز موجک‌ها	۳	۱۰۳	آنالیز تابعی ۱
۱۱۴	آنالیز ماتریسی	۳	۱۰۳	-
۱۱۵	آنالیز مختلط	۳	۱۰۱	-
۱۱۶	توابع مختلط چند متغیره ۱	۳	۱۱۷	آنالیز مختلط
۱۱۷	آنالیز غیر هموار	۳	۱۰۱	آنالیز حقیقی ۱
۱۱۸	مباحث ویژه در آنالیز	۳		اجازه گروه

دانشجو موظف است دست کم ۶ واحد از درس‌های جدول شماره ۲ را اختیار کند.

دانشجو با نظر گروه حداکثر یک درس از درس‌های دوره‌های کارشناسی ارشد دیگر ریاضی را لازم است اختیار کند.

دانشجو مجاز به انتخاب فقط یکی از دو درس ۱۰۳ و ۱۰۵ و با اجازه گروه است.



جدول شماره ۳- درس های تخصصی- انتخابی (پیشرفته* گرایش آنالیز)

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	پیش نیاز یا هم نیاز (ها)	
			نام درس	شماره درس
۱۱۹	نظریه عملگرها پیشرفته	۳	نظریه عملگرها	۱۰۶
۱۲۰	فضاهای موضعاً محدب	۳	آنالیز تابعی ۱	۱۰۳
۱۲۱	نظریه عملگرهای غیرخطی	۳	آنالیز تابعی ۱	۱۰۳
۱۲۲	جبرهای باناخ	۳	آنالیز تابعی ۲	۱۰۴
۱۲۳	آنالیز هارمونیک پیشرفته	۳	آنالیز هارمونیک	۱۱۲
۱۲۴	نمایش گروه های موضعاً فشرده	۳	آنالیز تابعی ۱	۱۰۳
۱۲۵	نظریه ضربگرها روی جبرهای باناخ	۳	جبرهای باناخ و آنالیز هارمونیک	۱۱۳
۱۲۶	نظریه جبرهای C^*	۳	جبرهای باناخ	۱۱۳
۱۲۷	نظریه نیم گروه ها توپولوژیک	۳	آنالیز تابعی ۱	۱۰۳
۱۲۸	میانگین پذیری گروه ها و نیم گروه ها توپولوژیک	۳	آنالیز هارمونیک	۱۲۹
۱۲۹	آنالیز روی نیم گروه های توپولوژیک	۳	آنالیز هارمونیک	۱۲۹
۱۳۰	آنالیز مختلط پیشرفته	۳	آنالیز مختلط	۱۱۷

*دانشجو می تواند حداکثر دو درس از درس های بالا را که در سطح دکترا هستند با اجازه استاد راهنما، موافقت گروه و دانشکده انتخاب نماید.



فصل سوم

سرفصل دروس دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش آنالیز



عنوان درس		فارسی		آنالیز حقیقی ۱			
		انگلیسی		Real Analysis 1			
پایه	نظری	عملی	نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
			اختیاری				
			نظری	عملی			
-	آموزش تکمیلی عملی:	دارد □	ندارد ■				
	سفر علمی:	دارد □	ندارد ■				
	کارگاه:	دارد □	ندارد ■				
	آزمایشگاه:	دارد □	ندارد ■				
	سمینار:	دارد □	ندارد ■				
	حل تمرین: ۲۴ ساعت						

هدف درس:

آشنایی دانشجویان با مفاهیم بنیادین نظریه اندازه، نظریه انتگرال لبگ، فضاهای باناخ-هیلبرت و فضاهای L_p .

رئوس مطالب:

- ۱- سیگما-جبر: جبر- سیگما جبر- خانواده یکنوا از مجموعه ها- سیگما جبر تولید شده- سیگما جبر بورل
- ۲- اندازه: اندازه مثبت- خواص اندازه و قضایای مربوطه- اندازه خارجی- مجموعه های اندازه پذیر- فضای اندازه کامل- اندازه لبگ روی مجموعه اعداد حقیقی و فضاهای اقلیدسی n بعدی- قضایای مربوطه- مجموعه اندازه ناپذیر
- ۳- انتگرال: توابع اندازه پذیر- تقریب توابع اندازه پذیر بوسیله توابع ساده- انتگرال و خواص آن- توابع انتگرال پذیر- قضایای حدی مانند همگرایی یکنوا، لم فاتو، همگرایی مغلوب- مقایسه انتگرال لبگ و ریمان
- ۴- انواع همگرایی: همگرایی نقطه وار- همگرایی در اندازه- قضیه اگوروف
- ۵- فضا های نرمدار: عملگرهای خطی پیوسته-تابع های خطی پیوسته- فضاهای باناخ و خواص آن ها
- ۶- فضاهای هیلبرت: ضرب داخلی و قضایای مربوطه مانند نامساوی کوشی شوارتز- فضای هیلبرت- پایه متعامد یکه- اتحاد پارسوال- کمترین فاصله تا مجموعه محدب- تصویر متعامد- قضیه نمایش ریس
- ۷- فضاهای L_p : معرفی فضاهای L_p - نامساوی های هولدر و مینکوفسکی- انواع همگرایی در (L_p) - معرفی دوگان فضای L_p .

منابع اصلی:

- 1- C.D.Aliprantis and O. Burkinshaw, Principles of Real Analysis, Academic Press, 1998.
- 2- G. B. Folland, Real Analysis, J. Wiley & Sons, 1999.
- 3- C. S. Kubrursky, Measure Theory, A First Course", Academic Press, 2006.
- 4- W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw-Hill, 1987.
- 5- E. M. Stein, R. Shakarchi, Real Analysis: Measure Theory, Integration, and Hilbert Spaces, Princeton University Press, 2005.
- 6- H. L. Royden, P. Fitzpatric, Real Analysis, Pearson, 2010.



عنوان درس		فارسی		آنالیز حقیقی ۲						
Real Analysis 2		انگلیسی								
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز							
	۳		اختیاری		تخصصی		اصلی		پایه	
آنالیز حقیقی ۱			عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد									
	سفر علمی: ☐ دارد ☒ ندارد									
	کارگاه: ☐ دارد ☒ ندارد									
	آزمایشگاه: ☐ دارد ☒ ندارد									
	سمینار: ☐ دارد ☒ ندارد									
	حل تمرین: ۲۴ ساعت									

هدف درس:

آشنایی دانشجویان با مفاهیم آنالیز حقیقی و آنالیز فوری، نظریه اندازه‌های مختلط و علامتدار، فضای هیلبرت، فضای $C_0(X)$ و دوگان آن.

رئوس مطالب:

- ۱- اندازه‌های علامتدار و مختلط: اندازه مختلط - تغییرات کل - انتگرال پذیری - قضیه تجزیه هان - توابع انتگرال پذیر نسبت به اندازه‌های علامتدار - پیوستگی مطلق - قضیه رادون نیکودیم لبگ - دوگان فضای L_p .
- ۲- اندازه حاصلضربی: سیگما جبر ضربی - اندازه حاصلضربی - فضاهای فوبینی و تونلی
- ۳- قضیه نمایش ریس: فضاهای توپولوژیک موضعا فشرده و فضاهای مربوطه مانند لم اوریسون - معرفی فضاهای $C_c(X)$ و $C_0(X)$ - قضیه نمایش ریس.
- ۴- آنالیز فوری: سری فوری - ضرب کانولوشن - تبدیل فوری - فضاهای مربوطه - قضیه معکوس - نامساوی بانگ هاسدورف - قضیه پلاتچرال

منابع اصلی:

- 1- E. M. Stein, R. Shakarchi, Measure Theory, Integration, and Hilbert Spaces, Princeton University Press, 2005.
- 2- C. S. Kubrursky, Measure Theory, A First Course, Academic Press, 2006.
- 3- W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw-Hill, 1987.
- 4- G. B. Folland, Real Analysis, J. Wiley & Sons, 1999.



عنوان درس		فارسی	آنالیز تابعی ۱	
		انگلیسی	Functional Analysis (1)	
پایه	نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت
	اختیاری		۳	
	نظری	عملی		
آموزش تکمیلی عملی:	دارد ☐	ندارد ☒		
سفر علمی:	دارد ☐	ندارد ☒		
کارگاه:	دارد ☐	ندارد ☒		
آزمایشگاه:	دارد ☐	ندارد ☒		
سمینار:	دارد ☐	ندارد ☒		
حل تمرین: ۲۴ ساعت				
آنالیز حقیقی ۱				

هدف درس:

معرفی مفاهیم و قضایای اصلی آنالیز تابعی.

رئوس مطالب:

فضاهای برداری، نیم نرم ها و فضاهای نرمدار، عملگرها کراندار و تابعهای خطی، همگرایی دنباله ها و سری ها، فضاهای خارج قسمت، فضای با بعد بی پایان، فضاهای هیلبرت، قضیه هان- باناخ، اصل کراندار یکنواخت، قضایای نگاشت باز و نمودار بسته و کاربردهای آنها، قضایای جداسازی، نقاط فرین و قضیه کران- میلن، قضیه باناخ الاو. غلو، عملگرهای ترانهاد، فضاهای بازتابی و خواص آنها، قضیه ابرلین اشمولین مقدمه ای بر فضاهای برداری توپولوژیک- توپولوژیهای ضعیف و ضعیف ستاره، فشردگی ضعیف و قضیه جیمز

منابع اصلی:

- 1- J. B. Conway, A Course in Functional Analysis, Springer, 1994.
- 2- R. E. Megginson, An Introduction to Banach Space Theory, Springer, 1998.
- 3- W. Rudin, Functional Analysis, McGrawHill, 1991.
- 4- C. Swartz, An Introduction to Functional Analysis, Marcel Dekker, 1992



عنوان درس		فارسی	آنالیز تابعی ۲	
Functional Analysis 2		انگلیسی		
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد				
سفر علمی: ☐ دارد ☒ ندارد				
کارگاه: ☐ دارد ☒ ندارد				
آزمایشگاه: ☐ دارد ☒ ندارد				
سمینار: ☐ دارد ☒ ندارد				
حل تمرین: ۲۴ ساعت				

هدف درس :

آشنایی با فضاهای سوبولف و کاربردهای آن در معادلات دیفرانسیل و همچنین آشنایی با عملگرهای فشرده.

رئوس مطالب :

فضاهای برداری توپولوژیک، فضاهای موضعا محدب، مقدمه ای بر انتگرال گیری برداری، توابع آزمون و توابع توزیع، تبدیلات فوریه و فضاهای سوبولف، کاربرد در معادلات دیفرانسیل، عملگرهای فشرده، عملگرهای فردهلم، فضای عملگرهای فشرده، عملگر رتبه متناهی، فشردگی عملگر انتگرال، طیف یک عملگر، طیف عملگرهای فشرده، نظریه فردهولم عملگرهای فشرده، عملگرهای خود الحاق، عملگرهای فشرده خود الحاق، قضایای هیلبرت - اشمیت، تجزیه طیفی عملگرهای خود الحاق، نظریه طیفی عملگرهای یکانی، عملگرهای بی کران بر فضاهای هیلبرت

منابع اصلی :

- 1- J. B. Conway, Course in Functional Analysis, Springer, 1994.
- 2- Y. Eidelman, V. Milman, and A. Tsoolomitis, Functional Analysis, AMS, 2004.
- 3- W. Rudin, Functional Analysis, Mc Graw-Hill, 1991.
- 4- Y. A. Abramovich, C. D. Aliprantis, An Invitation to Operator Theory, American Mathematical Society; 1st Edition, 2002.
- 5- H. Brezis, Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations, Springer, 2011.



- 5- L. F. Demkowicz and O. J. Tinsley, Applied Functional Analysis, 2nd Edition, CRC Press, Boca Raton, FL, 2010.
- 6- S. Kesavan, Topics in Functional Analysis, New Age International (P) Ltd., 1989.
- 7- M. Milan Applied Functional Analysis and Partial Differential Equations, World Scientific Publishing Co., Inc., River Edge, NJ, 1998.
- 8- E. Zeidler, Applied Functional Analysis. Main Principles and their Applications, Applied Mathematical Sciences, 109, Springer- Verlag, New York, 1995.



عنوان درس		فارسی	نظریه عملگرها
Operators Theory		انگلیسی	
دروس پیش نیاز	تعداد ساعت	تعداد واحد	نوع واحد
آنالیز تابعی ۱		۳	پایه
			اصلی
			تخصصی
			اختیاری
			نظری
			عملی
			دارد ☐ ندارد ☒
			آموزش تکمیلی عملی:
			سفر علمی:
			دارد ☐ ندارد ☒
			کارگاه:
			دارد ☐ ندارد ☒
			آزمایشگاه:
			دارد ☐ ندارد ☒
			سمینار:
			دارد ☐ ندارد ☒
			حل تمرین:

هدف درس:

بررسی و مطالعه عملگرهای روی فضاهای باناخ و قضایای نمایش عملگرها.

رئوس مطالب:

جبرهای باناخ، طیف یک عنصر، قضایای نمایش برای جبرهای باناخ جابجائی و غیر جابجائی، حساب تابعی-نمایش طیفی عملگرها بر فضاهای هیلبرت، خانواده طیفی از اندازه های رادن، قضیه نمایش برای L^∞ ، قضیه نگاشت طیفی برای عملگرهای هرمیتی و نرمال، برد عددی عملگرهای خطی کران دار بر فضاهای هیلبرت، برد عددی و طیف، برد عددی اساسی و برد عددی بیشین یک عملگر کراندار، عملگرهای نرمال و هرمیتی بر فضاهای باناخ، برد عددی برای عملگرهای کراندار در فضاهای باناخ، عملگرهای نرمال و هرمیتی در فضای باناخ، عملگرهای فشرده، دوگان فضای عملگرهای فشرده، عملگرهای نا نرمال، جبرهای فون-نویمان، مثال ها، ویژگی ها و قضایای مربوطه.

منابع اصلی:

- 1- J. B. Conway, A Course in Operator Theory, AMS, 1999.
- 2- C. S. Kubrusly, Elements of Operator Theory, Birkhauser, 2001.
- 3- J. B. Conway, A Course in Functional Analysis, Springer, 1994.
- 4- Y. Eidelman, V. Milman, and A. Tzolomitis, Functional Analysis, AMS, 2004.
- 5- W. Rudin, Functional Analysis, Mc Graw-Hill, 1991.



عنوان درس		فارسی		آنالیز محدب					
		انگلیسی		Convex Analysis					
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز					
پایه		۳		اختیاری		تخصصی		اصلی	
نظری	عملی			نظری	عملی	نظری	عملی		
آموزش تکمیلی عملی:				دارد	ندارد				
سفر علمی:				دارد	ندارد				
کارگاه:				دارد	ندارد				
آزمایشگاه:				دارد	ندارد				
سمینار:				دارد	ندارد				
حل تمرین: ۲۴ ساعت									

هدف درس:

مطالعه و بررسی مفاهیم اصلی آنالیز محدب که در نظریه بهینه سازی و آنالیز تابعی مورد نیاز است.

رئوس مطالب:

مقدماتی از مجموعه های آفین- محدب، توابع آفین، توابع محدب و خواص آنها، درون نسبی مجموعه های محدب، پستار توابع محدب، مخروط های دور شونده، پیوستگی توابع محدب، قضایای جداسازی توابع محمل، قطب های مجموعه های محدب و توابع محدب عملگرهای دوگان، توابع چندوجهی و مجموعه های محدب چند وجهی، قضیه هلی و دستگاه نابرابری ها، یکنوایی زیرگرادیان.

منابع اصلی:

- 1- J.M. Borwein and A.S. Lewis, Convex Analysis and Nonlinear Optimization Theory and Examples, Springer, 2000.
- 2- R.T. Rockafelar, Convex Analysis, Princeton, N. J., 1972.
- 3- C. Zalinescu, Convex Analysis in General Vector spaces, World Scientific, 2002.



عنوان درس		فارسی	فضاهای تابعی
Function Spaces		انگلیسی	
دروس پیش نیاز	تعداد ساعت	تعداد واحد	نوع واحد
آنالیز تابعی ۱		۳	پایه
			اصلی
			تخصصی
			اختیاری
			نظری
			عملی
			آموزش تکمیلی عملی:
			سفر علمی:
			کارگاه:
			آزمایشگاه:
			سمینار:
			حل تمرین: ۲۴ ساعت
			-

هدف درس :

آشنایی با مفاهیمی چون اندازه های برداری، انتگرال بوخنر و خاصیت رادون-نیکودیم و بررسی ویژگی های هندسی فضاهای تابعی.

رئوس مطالب :

اندازه های برداری، انتگرال بوخنر، انتگرال پتیس، قضایای تحلیلی رادون-نیکودیم و عملگرها بر $L_1(\mu)$ ، خاصیت رادون-نیکودیم، دوگان فضاهای $L_p(\mu, X)$ ، زیرمجموعه های فشرده ضعیف $L_p(\mu, X)$ ، فضاهای گلفاند، نمایش عملگرهای فشرده و ضعیف فشرده بین فضای توابع پیوسته، نمایش عملگرهای مطلقاً جمع پذیر بین فضای توابع، قضیه کرین-میلن، خاصیت کرین-میلن و خاصیت رادون-نیکودیم.

منابع اصلی :

- 1- J. Diestel and J. J. Uhl. Jr, Vector Measures, AMS, 1977.
- 2- J. Diestel, H. Jarchow and A. Tonge, Absolutely Summing Operator, Cambridge University Press, 1995.
- 3- R. K. Singh and J. S. Manhas, Composition Operators on Functions Spaces, North-Holland, 1993.
- 4- R.J. Fleming, J. E. Jamison, Isometries on Banach spaces: function spaces. Chapman & Hall, Vol.I & II, 2008.



عنوان درس		فارسی		آنالیز تابعی غیر خطی			
		انگلیسی		Nonlinear Functional Analysis			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز			
پایه	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	اختیاری	۳
آموزش تکمیلی عملی:		دارد ☐		ندارد ☒			
سفر علمی:		دارد ☐		ندارد ☒			
کارگاه:		دارد ☐		ندارد ☒			
آزمایشگاه:		دارد ☐		ندارد ☒			
سمینار:		دارد ☐		ندارد ☒			
حل تمرین: ۲۴ ساعت							

هدف درس:

معرفی مزدوج توابع و کاربردهای آن در زیر دیفرانسیل توابع و خواص زیر دیفرانسیل و کاربرد آن در بهینه سازی و مسائل مینیمکس.

رئوس مطالب:

نابرابری‌های تغییراتی اکلند و قضیه نقطه ثابت کارستی، مزدوج توابع و خواص آنها، حساب زیر دیفرانسیل مخروط‌های نرمال و مماس، خواص جوابها از مسائل مینیمم‌سازی محدب، گرادیان و زیرگرادیان تعمیم یافته از توابع موضعاً محدب، مخروط نرمال و مماس زیرمجموعه‌های دلخواه، قضیه کی فن- فون نیومن، بررسی جواب معادلات غیرخطی، نابرابری‌های تغییراتی و شبه نابرابری‌های تغییراتی، مدل فون نیومن، قضیه پرون، فروبینیوس و پوشائی، M- ماتریس، قضیه KKM و ارتباط آن با قضیه نقطه ثابت براثر.

منابع اصلی:

- 1- J. P. Aubin, Optima and Equilibria, An Introduction to Nonlinear Analysis, Springer, 1998.
- 2- K.C. Border, Fixed Point Theorems with Applications to Economics and Game Theory, Cambridge University, 1985.
- 3- D. Klaus, Nonlinear Functional Analysis, Springer, 1985.
- 4- W. Takahashi, Nonlinear Functional Analysis, Yokohama Pub., 2000.



عنوان درس		فارسی		آنالیز تغییراتی					
انگلیسی		Variational Analysis							
نوع واحد				تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز			
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری			
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	۳			
آموزش تکمیلی عملی:								دارد ☐	ندارد ☒
سفر علمی:								دارد ☐	ندارد ☒
کارگاه:								دارد ☐	ندارد ☒
آزمایشگاه:								دارد ☐	ندارد ☒
سمینار:								دارد ☐	ندارد ☒
حل تمرین: ۲۴ ساعت									
آنالیز محدب									

هدف درس :

بررسی نظریه اصول تغییراتی و کاربردهای آن.

رئوس مطالب :

اصول تغییراتی اکلند، فرمهای هندسی اصول تغییراتی کاربرد اصول تغییراتی در قضایای نقطه ثابت، اصول تغییراتی بوروین - پرایس، تکنیک های تغییراتی در نظریه زیردیفرانسیل، قضایای میانگین و کاربردهای آن، قوانین زنجیره ای و توابع لیپانوف، دیفرانسیل های تعمیم یافته در فضاهای باناخ، زیر دیفرانسیل توابع مجموعه مقدار، تکنیک های تغییراتی در آنالیز محدب، اصل قرین در آنالیز تغییراتی.

منابع اصلی :

- 1- J. Borwein, Q. J. Zhu, The Techniques of Variational Analysis, Springer, 2000.
- 2- B. S. Mordukhovich, Variational Analysis and Generalized Differentiation I, Springer, 2006.
- 3- F. Giannessia and A. Maugeri, Variational Analysis and Applications, Springer, 2005.



عنوان درس		فارسی		آنالیز روی گروه‌های توپولوژیک							
		انگلیسی		Analysis on Topological Groups							
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش‌نیاز					
پایه	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	اختیاری	۳				
											اصلی
آنالیز تابعی ۱ و آنالیز حقیقی ۲	آموزش تکمیلی عملی:		دارد □		ندارد ■						
	سفر علمی:		دارد □		ندارد ■						
	کارگاه:		دارد □		ندارد ■						
	آزمایشگاه:		دارد □		ندارد ■						
	سمینار:		دارد □		ندارد ■						
حل تمرین: ۲۴ ساعت											

هدف درس:

آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم اولیه آنالیز هارمونیک روی گروه‌های توپولوژیک، مفهوم میانگین پذیری، اندازه هار و فضای $M(G)$ در مقطع کارشناسی ارشد.

رئوس مطالب:

گروه‌های توپولوژیک، انتگرال‌ها، نمایش‌های یکانی روی گروه‌های موضعاً فشرده، میانگین پذیری نیم گروه‌ها، اندازه هار، نیم گروه‌های توپولوژیک، قضایای فیبونی، فضای L_p ، پیچش اندازه‌ها، پیچش توابع و اندازه، فضای $M(G)$ ، فضای $L_1(G)$ ، فضای توابع تقریباً دوره‌ای $WAP(G)$ ، فضای توابع دوره‌ای $AP(G)$ ، فضای $LUC(G)$ ، L_1

منابع اصلی:

- 1- E. Hewitt and V. A. Ross, Abstract Harmonic Analysis, Vol. 1, Springer-Verlag, 1963.
- 2- H. A. M. D. Zinotyweyi, The Analogue of the Group Algebra for Topological Semigroup, Research Notes. No 98, 1984.



فارسی						آنالیز هارمونیک				عنوان درس		
انگلیسی						Harmonic Analysis						
نوع واحد										تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۳		آنالیز تابعی ۱ و آنالیز حقیقی ۲		
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی					
آموزش تکمیلی عملی:								دارد □	ندارد ■			
سفر علمی:								دارد □	ندارد ■			
کارگاه:								دارد □	ندارد ■			
آزمایشگاه:								دارد □	ندارد ■			
سمینار:								دارد □	ندارد ■			
حل تمرین: ۲۴ ساعت												

هدف درس :

بررسی و مطالعه مفاهیم پیشرفته آنالیز هارمونیک به ویژه نظریه نمایش ها و فضای دوگان.

رئوس مطالب :

نظریه گروه های توپولوژیکی و نیم توپولوژیکی، نیم گروه های توپولوژیکی، توسیع تابع خطی و ساخت اندازه متناظر به آن، توسیع حاصلضرب تابع های خطی و ساخت اندازه حاصلضرب متناظر به آن، میانگین های پایا روی توابع کراندار و توابع تقریباً دوره ای، نظریه پیچش اندازه ها و توابع، نظریه نمایش و نمایش یکانی روی گروه های فشرده موضعی، گروه مشخصه، قضیه دوگان، قضیه ساخت، نظریه میانگین پذیری گروه ها و نیم گروه ها.

منابع اصلی :

- 1- C. Berg and J.P.R. Christensen and P. Ressel, Harmonic Analysis on Semigroups Graduate Texts in Mathematics No. 100, Springer-Verlag.
- 2- E. Hewitt and K. A. Ross, Abstract Harmonic Analysis, Voll, II, Springer-Verlag, 1963.
- 3- L.H. Loomis, An Introduction to Abstract Harmonic Analysis, Van Nostrand Co. 1953.
- 4- W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw-Hill, 1987.



عنوان درس		فارسی	جبرهای باناخ									
		انگلیسی	Banach Algebras									
نوع واحد										تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۳				
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی					
آموزش تکمیلی عملی:										دارد ☐	ندارد ☒	آنالیز تابعی ۱
سفر علمی:										دارد ☐	ندارد ☒	
کارگاه:										دارد ☐	ندارد ☒	
آزمایشگاه:										دارد ☐	ندارد ☒	
سمینار:										دارد ☐	ندارد ☒	
حل تمرین: ۲۴ ساعت												

هدف درس:

آشنایی با مفهوم طیف، جبرهای باناخ جابه‌جایی، تبدیل گلفاند و جبرهای C^* .

رئوس مطالب:

یادآوری از فضاهای نرم‌دار، فضاهای دوگان.

جبرهای باناخ و مثال‌هایی از آنها، ساختار آن‌ها، گروه یک‌ها، سرشت‌ها، فضای سرشت‌ها - ایده آل‌ها و طیف و شعاع طیفی - جبرهای باناخ جابه‌جایی و نجا به جایی، نظریه گلفاند، حساب تابعی پیوسته - حساب تابعی تحلیلی، جبرهای C^* ، نظریه نمایش، مدول و اشتقاق، رادیکال ها، قضیه جانسون و روش رنسفورد در مورد یکتایی نرم، کاربردها و مثال‌هایی از جبرهای یکنواخت و جبرهای تابعی باناخ

منابع اصلی:

- 1- G. Allan, Introduction to Banach Spaces and Algebras, Oxford Press, 2010.
- 2- H.G. Dales, P. Aiena, J. Eschmier, K. Laursen and G.A. Willis, Introduction to Banach Algebras, Operator, and Harmonic Analysis, Cambridge University Press, 2003
- 3- W. Zelazko, Banach Algebras, Elsevier, 1973.
- 4- F. F. Bonsall and J. Duncan, Complete Normed Algebras, Springer-Verlag, 1973.



عنوان درس		فارسی		آنالیز موجک ها	
Wavelets Analysis		انگلیسی			
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز		
				اختیاری	تخصصی
پایه	اصلی	نظری	عملی	نظری	عملی
آموزش تکمیلی عملی:	دارد □	ندارد ■			
سفر علمی:	دارد □	ندارد ■			
کارگاه:	دارد □	ندارد ■			
آزمایشگاه:	دارد □	ندارد ■			
سمینار:	دارد □	ندارد ■			
حل تمرین:	-				

هدف درس:

بررسی و مقایسه نظریه فوریه با نظریه موجک، انواع موجک، کاربردهای موجک.

رئوس مطالب:

فضای ضرب داخلی، فضاها L_1 و L_2 ، همگرایی در L_2 و همگرایی یکنواخت، متعامد سازی - کم ترین مربعات و بیش گویی خطی کد گذاری، سری فوریه، همگرایی سری فوریه، تبدیل فوریه. صافی های خطی، قضیه نمونه گیری، اصل عدم قطعیت، آنالیز فوریه گسسته، تبدیلات فوریه سریع (FFT)، تبدیل Z و تابع انتقال. موجک هار، ویژگی های اساسی تابع مقیاس هار، الگوریتم تجزیه و باز سازی. آنالیز چند ریزه ساز، پردازش سیگنال، موجک دوبشی، پیچیدگی محاسباتی، تبدیل موجکی، موجک در ابعاد بالاتر

منابع اصلی:

- 1-A. Boggess F. J. Narcowich, "A First Course in Wavelets with Fourier Analysis", 2009.
- 2- A. Choen, Numerical Analysis of Wavelet Methods, 2003.



نوان درس		فارسی		آنالیز ماتریسی											
		انگلیسی		Matrix Analysis											
دروس پیش نیاز	تعداد واحد		تعداد ساعت		نوع واحد										
	۳				اختیاری		تخصصی		اصلی		پایه				
					عملی		نظری		عملی		نظری				
	آموزش تکمیلی عملی:											دارد ☐		ندارد ☒	
	سفر علمی:											دارد ☐		ندارد ☒	
	کارگاه:											دارد ☐		ندارد ☒	
	آزمایشگاه:											دارد ☐		ندارد ☒	
	سمینار:											دارد ☐		ندارد ☒	
	حل تمرین: ۲۴ ساعت														

هدف درس:

آشنایی دانشجویان با انواع ماتریس ها و خواص آنالیزی برخی مجموعه های خاص از آنها و همچنین تجزیه های ماتریسی به منظور گسترش مرزهای دانش و استفاده در مسایل فنی- مهندسی و سایر شاخه های علوم

رنوس مطالب:

مقادیر ویژه، بردارهای ویژه و تشابه، مشتق مرتبه اول و مراتب بالاتر چندجمله ای مشخصه و کاربردهای آنها، معرفی و بیان خواص اساسی ماتریس های یکانی، نرمال، هرمیتی، متقارن و معین (تیمه) مثبت، تشابه یکانی ماتریس ها، بیان خواص فشردگی و همبندی گروه ماتریس های یکانی و همچنین جگال بودن ماتریس های معکوس پذیر در گردایه کل ماتریس ها و موارد مشابه، حاصلضرب کرونگر (تنسوری) و آدامار ماتریس ها و خواص اساسی، نرم های ماتریسی و بیان مثال ها و خواص اساسی و استفاده از آنها در بررسی همگرایی دنباله ها و سری های ماتریسی و معرفی توابع ماتریسی از طریق نرم های ماتریسی، بیان برخی تجزیه های ماتریسی از جمله: تجزیه متعارف ژوردن، تجزیه شور، تجزیه طیفی ماتریس های نرمال، تجزیه LU، تجزیه دکارتی، تجزیه مقدار تکین (SVD)، تجزیه قطبی، تجزیه رتبه کامل، تجزیه QR، تجزیه چولسکی و بیان برخی کاربردهای آنها در مسایل فنی- مهندسی و سایر شاخه های علوم.

منابع اصلی:

- 1- R. Bhatia, Matrix Analysis, Springer, New York, 2007.
- 2- R.A. Horn and C.R. Johnson, Matrix Analysis, Cambridge University Press , 2013.
- 3- F. Zhang, Matrix Theory: Techniques, Springer, New York, 2011.
- 4- X. Zhan, Matrix Theory, American Mathematical Society, 2013.



عنوان درس		فارسی		آنالیز مختلط						
		انگلیسی		Complex Analysis						
دروس پیش نیاز	تعداد ساعت	تعداد واحد	نوع واحد							
			اختیاری		تخصصی		اصلی		پایه	
	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری		
		۳	ندارد ■		دارد □		آموزش تکمیلی عملی:			
			ندارد ■		دارد □		سفر علمی:			
			ندارد ■		دارد □		کارگاه:			
			ندارد ■		دارد □		آزمایشگاه:			
			ندارد ■		دارد □		سمینار:			
					حل تمرین: ۲۴ ساعت					

هدف درس :

مطالعه و تحلیل عمیق تر در مورد مفاهیم و قضایائی که دانشجو در دوره کارشناسی در این زمینه آموخته و سپس مطرح نمودن قضایای بنیادی مربوط به نظریه توابع مختلط.

رئوس مطالب :

توابع تحلیلی و سری های توانی، قضیه کشی در حالت کلی، فرمول انتگرال کوشی، توابع تام و برخه ریخت، قضیه آدامار، آشنائی با رویه های ریمانی، نگاشت های همدیس، قضیه نگاشت باز، مانده و کاربردهای آن، اصل ماکزیمم قدر مطلق، قضیه نگاشت ریمن، توابع وایراشتراس، قضایای پیکار، قضیه بلاک، قضیه رُنگه، قضیه میتاگ لفلر، آشنائی با توابع همساز، اصل بازتابی شوارتس - قضیه روشه - لم شوارتس - کریستوفل - خانواده های نرمال و فشردگی - قضیه مانتل - قضیه حاصل ضرب وایرستراس - تابع زتای ریمان

منابع اصلی :

- 1- J. B. Conway, Functions of One Complex Variable, Second Edition, Springer-Verlag, 1978.
- 2- R. Narasimhan, Y. Nievergelt, Complex Analysis in One Variable, Second Edition, Birkhäuser, 2001.
- 3- W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw-Hill, 1974.
- 4- S. G. Krantz, A Guide to Complex Variables, MAA, 2008
- 5- T. W. Gamelin, Complex Analysis, Springer, 2000.



عنوان درس		فارسی	توابع مختلط چندمتغیره					
		انگلیسی	Several Complex Variables					
نوع واحد				تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز		
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		
		نظری	عملی	نظری	عملی			
نظری	عملی	۳	آنالیز مختلط ۱					
آموزش تکمیلی عملی:							دارد ☐	ندارد ☒
سفر علمی:							دارد ☐	ندارد ☒
کارگاه:							دارد ☐	ندارد ☒
آزمایشگاه:							دارد ☐	ندارد ☒
سمینار:							دارد ☐	ندارد ☒
حل تمرین: ۲۴ ساعت							دارد ☐	ندارد ☒

هدف درس :

مطالعه نظریه توابع مختلط چند متغیره، توابع هلمولر فیک، بررسی خواص و بیان قضایای بنیادی این نظریه و مقایسه آن با نظریه توابع مختلط یک متغیره.

رئوس مطالب :

آشنائی با هندسه مختلط، فرم های هرمیتی و حاصل ضرب های داخلی، دامنه های رینهارد، سری های توانی (چند متغیره)، نگاشته های دیفرانسیل پذیر مختلط، توابع هلمولر فیک، فرمول انتگرال کشی (چند متغیره) شکل هارتوژ، معادلات کشی - ریمان، ژاکوبین مختلط، قضایای نگاشت وارون و پیوستگی، توابع هارمونیک و چند زیر هارمونیک و خواص آنها، شبه تحدب، تحدب هلمولر فیک و قضیه کارتان - تولن، دامنه های هلمولر فیک، دامنه های ریمانی روی C^n ، پوش هلمولر فیک، قضیه آماده سازی و ایراشتراوس، مجموعه های تحلیلی و پوشش های شاخه شده.

منابع اصلی :

- 1- F. Fritzsche and H. Grauert, From Holomorphic Functions to Complex Manifolds, Springer-Verlag, 2002.
- 2- R. C. Gunning, Introduction to Holomorphic Functions of Several Variables, Vol I, II. Wadsworth & Brooks Cole, 1990.
- 3- L. Kaup, B. Kaup, Holomorphic Functions of Several Variables, Walter de Gruyter, 1983.



عنوان درس		فارسی	آنالیز غیرهموار					
		انگلیسی	Nonsmooth Analysis					
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز				
پایه		اصلی	تخصصی	اختیاری		۳		
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی			
آموزش تکمیلی عملی:		دارد ☐	ندارد ☒	آنالیز حقیقی ۱				
سفر علمی:		دارد ☐	ندارد ☒					
کارگاه:		دارد ☐	ندارد ☒					
آزمایشگاه:		دارد ☐	ندارد ☒					
سمینار:		دارد ☐	ندارد ☒					
حل تمرین: ۲۴ ساعت		دارد ☐	ندارد ☒					

هدف درس :

آشنایی با مفاهیم بنیادی آنالیز غیر هموار از قبیل زیر گرادیان و مخروط و کاربردهای این نظریه در مسائل بهینه سازی و کنترل.

رئوس مطالب :

مثال هایی از مسائل غیرهموار. مخروط های نرمال، تقریبی، زیرگرادیان تقریبی، زیرگرادیان کلارک و زیرگرادیان حدی، قوانین جمع، زنجیره ای و ترکیب مربوط به زیرگرادیان تقریبی و بقیه زیرگرادیان ها، مخروط های مماس و خواص آنها، توابع منظم و مجموعه های منظم، آشنایی با مسائل بهینه سازی مقید غیرهموار، قضیه حل پذیری، آشنایی با معادلات شمولی در نظریه کنترل و روش حل آنها، فیدبک، پایایی سیستم های کنترل، نقطه تعادل در مسائل کنترل.

منابع اصلی :

- 1- F. H. Clarke, Yu. S. Ledyaev, R. J. Stern, P. R. Wolenski, Nonsmooth Analysis and Control Theory, Graduate Texts in Mathematics 178, Springer, NY. 1998.
- 2- F. H. Clarke, Optimization and Nonsmooth Analysis, Wiley Interscience, New York, 1983.
- 3- W. Schirotzek, Nonsmooth Analysis, Springer, NY. 2007.



عنوان درس		فارسی	مباحث ویژه در آنالیز			
		انگلیسی	Special Topics in Analysis			
پایه	نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
	عملی	نظری				
پایه	عملی	نظری	اصلی	تخصصی	اختیاری	
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	
آموزش تکمیلی عملی:						
			دارد ☐	ندارد ☒		
سفر علمی:						
			دارد ☐	ندارد ☒		
کارگاه:						
			دارد ☐	ندارد ☒		
آزمایشگاه:						
			دارد ☐	ندارد ☒		
سمینار:						
			دارد ☐	ندارد ☒		
حل تمرین:						

هدف درس :

سوق دادن دانشجو به سمت مسائل تحقیقاتی در مسایل پیشرفته آنالیز .

رئوس مطالب :

درسی است در سطح کارشناسی ارشد یا بالاتر در گرایش آنالیز که سرفصل آن بر حسب امکانات و نیاز در نیم سال مورد نظر توسط استاد مربوطه پیشنهاد شده و پس از تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه و دانشکده ارایه می شود.



عنوان درس		فارسی	نظریه عملگرهای پیشرفته					
		انگلیسی	Advanced Operators Theory					
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز					
	پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری				
	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
نظریه عملگرها	آموزش تکمیلی عملی:		دارد □	ندارد ■				
	سفر علمی:		دارد □	ندارد ■				
	کارگاه:		دارد □	ندارد ■				
	آزمایشگاه:		دارد □	ندارد ■				
	سمینار:		دارد □	ندارد ■				
	حل تمرین:-							

هدف درس :

مطالعه و بررسی عمیق مسائل تحقیقاتی در نظریه عملگرها.

رئوس مطالب :

عملگرها در فضاهای با بعد باپایان، مقدماتی از نظریه طیف، مدار یک عملگر خطی، نظریه طیف عملگرهای فشرده توپولوژی روی فضاهای عملگری، جبرهای باناخ، عملگرهای نرمال، توابع تحلیلی، جبرهای باناخ از توابع تحلیلی، عملگرهای ضربی، انقباض و انبساط، فضاهای H^2 و H^∞ و محاسبات تابعی آنها، جبرهای وان-نویمن، ویژگی‌های مقدماتی و مثال‌ها، قضیه چگالی کاپلاتسکی، زیر فضاهای پایا، قضیه لمونوسف، قضیه برنشتین-رابینسون، ایده ال‌های پایا برای عملگرهای مثبت و دیگر قضایای مربوط، مثال‌های ناقص.

منابع اصلی :

- 1- B. Beauzamy, Introduction to Operator Theory and Invariant Subspaces, North-Holland, 1988.
- 2- J. B. Conway, A Course in Operator Theory, AMS, 1999.
- 3- I. Gohberg and S. Goldberg, Basic Operator Theory, Birkhauser, 2001.
- 4- Y. A. Abramovich, C. D. Aliprantis, An Invitation to Operator Theory, Amer Mathematical Society, 2002.



عنوان درس		فارسی	فضاهای موضعاً محدب			
		انگلیسی	Locally Convex Spaces			
پایه	نظری	عملی	نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت
			اختیاری	تخصصی		
			عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:						
			دارد ☐	ندارد ☒	۳	
سفر علمی:						
			دارد ☐	ندارد ☒		
کارگاه:						
			دارد ☐	ندارد ☒		
آزمایشگاه:						
			دارد ☐	ندارد ☒		
سمینار:						
			دارد ☐	ندارد ☒		
حل تمرین:						
			-	-		

هدف درس :

معرفی فضاهای موضعاً محدب و فضاهای تابعی و خواص این فضاها.

رئوس مطالب :

فضاهای توپولوژی برداری، مجموعه‌های کراندار، فرم‌های خطی پیوسته، توپولوژی‌های تصویری، حدهای تصویری، توپولوژی‌های خطی روی فضاهای توابع و فضاهای دنباله‌ها، کامل بودن، توپولوژی‌های خطی القایی، فضاهای توپولوژی برداری بتر و شبکه دار، فضاهای $\mathcal{L}$ - محدب، فضاهای باناخ، قضیه کراین میلمان و نتایج آن، فضاهای چلیک‌دار و برنولوژی، توپولوژی‌های قطبی، قضیه کامل‌سازی گروتندیک، فضاهای B - کامل، فضاهای مونتل، فضاهای دنباله چلیکی و فضاهای فرابرنولوژی.

منابع اصلی :

- 1- H. Jarchow, Locally Convex Spaces, Teubner, 1991.
- 2- G. Köthe, Topological Vector Spaces, Springer, 1983.
- 3- H. H. Schaefer, M. P. Wolff, Topological Vector Spaces, Springer, 1999.
- 4- M. S. Osborne, Locally Convex Spaces, Springer, 2014.



عنوان درس		فارسی	نظریه عملگرهای غیرخطی			
Nonlinear Operators Theory		انگلیسی				
پایه	نظری	عملی	نوع واحد			
			اختیاری		تخصصی	
آنالیز تابعی ۱	تعداد واحد	۳	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	عملی	نظری
					دارد □	ندارد ■
					آموزش تکمیلی عملی:	
					دارد □	ندارد ■
					سفر علمی:	
					دارد □	ندارد ■
					کارگاه:	
					دارد □	ندارد ■
					آزمایشگاه:	
					دارد □	ندارد ■
					سمینار:	
					دارد □	ندارد ■
					حل تمرین:-	

هدف درس: بررسی روش‌های متری در نظریه نقطه ثابت نگاشت‌های تک - مقدار و مجموعه مقدار.

رئوس مطالب :

قضیه نقطه ثابت باناخ، تعمیم‌ها و کاربردهایی از آن، قضیه کارستی، متر هاوسدورف و خواص آن، قضیه میزوگوچی - تاکاهاشی، فضاهای ابرمحدب، قضیه آرونشاین - پائیکیدی، قضیه سوردی، ساختار بهنجار در یک فضای باناخ، ساختار به طور یکنواخت بهنجار و قضیه مالوتا، نگاشت‌های غیرانبساطی، قضیه کرک، مدول همواری یک فضای باناخ و قضیه پروس، ضرائب هندسه فضای باناخ و ساختار بهنجار، شرط ایبال، نگاشت‌ها از نوع گاما، نگاشت‌های افزاینده، نگاشت‌های غیرانبساطی مجموع مقدار، قضیه لیم، نگاشت‌های به طور یکنواخت لیپشیتزی، قضیه گیل - کرک، قضیه لفتنر، روش‌های فرابالایه، قضیه لبن، قضیه نقطه ثابت شودر.

منابع اصلی :

- 1- A. G. Aksoy and M. A. Khamsi, Nonstandard Methods in Fixed Point Theory, Springer, 1990.
- 2- K. Goebel and W. A. Kirk, Topics in Metric Fixed Point Theory, Cambridge University Press, 1990.
- 3- M. A. Khamsi and W. A. Kirk, An Introduction to Metric Spaces and Fixed Point Theory, John Wiley, 2001.
- 4- W. A. Kirk and B. Sims, Handbook of Metric Fixed Point Theory, Kluwer Academic Publisher, 2001.



عنوان درس		فارسی	نظریه فضاهای باناخ
Geometrical Banach Spaces		انگلیسی	
دروس پیش نیاز	تعداد ساعت	تعداد واحد	نوع واحد
آنالیز تابعی ۲		۳	پایه
			اصلی
			تخصصی
			اختیاری
			نظری
			عملی
			آموزش تکمیلی عملی:
			دارد ☐ ندارد ☒
			سفر علمی:
			دارد ☐ ندارد ☒
			کارگاه:
			دارد ☐ ندارد ☒
			آزمایشگاه:
			دارد ☐ ندارد ☒
			سمینار:
			دارد ☐ ندارد ☒
			حل تمرین:-

هدف درس :

بررسی هندسی فضاهای باناخ با توپولوژی‌های ضعیف و ضعیف ستاره‌دار.

رئوس مطالب :

پایه‌های شودر، قضیه گزنیش بساگا- پلچینسکی، قضیه جانتسون- رزنتال، همگرایی سری‌ها در فضاهای نرم‌دار، پایه‌های نامشروط، قضیه بساگا- پلچینسکی، فضاهای دنباله‌ای کلاسیک و خواص آن، شامل بودن نسخی از فضاهای کلاسیک، زیر فضاهای L_p ، پایه‌های مارکوشویچ، قضیه باناخ-مازور، فضاهای تک‌گزین، قضیه کلی، قضیه سوبزیک، خاصیت شور، قضیه 1 -رزنتال، فضاهای به‌طور یکنواخت محدب و فضاهای به‌طور یکنواخت هموار، همگرایی نامشروط در فضاهای به‌طور یکنواخت محدب، فضاهای ابربازتابی.

منابع اصلی :

- 1- F. Albiac and N. J. Kalton, Topics in Banach Space Theory, Springer, 2006.
- 2- J. Diestel, Sequences and Series in Banach Spaces, Springer, 1984.
- 3- M. Fabian, P. Habala, P. Hajek, V. Montesinos and V. Zizler, Banach Space Theory, The Basis for Linear and Nonlinear Analysis, Springer, 2010.
- 4- J. Lindenstrass and L. Tzafriri, Classical Banach Spaces, Springer, 1996.
- 5- E. Megginson, An Introduction to Banach Space Theory, Springer, 1998.



عنوان درس		فارسی		آنالیز هارمونیک پیشرفته								
		انگلیسی		Advanced Harmonic Analysis								
آنالیز هارمونیک	تعداد		تعداد		نوع واحد							
	ساعت		واحد									
			۳		اختیاری		تخصصی		اصلی		پایه	
					عملی		نظری		عملی		نظری	
					ندارد		دارد		آموزش تکمیلی عملی:			
					ندارد		دارد		سفر علمی:			
					ندارد		دارد		کارگاه:			
					ندارد		دارد		آزمایشگاه:			
					ندارد		دارد		سمینار:			
								حل تمرین:-				

هدف درس :

بررسی و مطالعه مفاهیم پیشرفته در آنالیز هارمونیک به ویژه نظریه فوریه، ضربگرها و منظم پذیری جبرهای باناخ و خواص آن.

رئوس مطالب :

نمایش یکانی روی گروه‌های فشرده، قضیه دوگان تاناکا - کراین تبدیل‌ها، توابع مثبت، محدود و قضیه تجزیه، قضیه بوختر، همگرایی مطلق، سری‌های فوریه روی گروه‌های فشرده، ضربگر روی گروه‌های فشرده و بررسی خواص آن، نظریه ایده آل برای جبرهای پیچشی روی گروه‌های فشرده، نظریه فوریه غیر ارشمیدسی، منظم‌پذیری جبرهای اندازه، وجود تقریب‌های همانی در جبرهای اندازه، خواص ضربگر روی جبرهای اندازه، نظریه جبر اندازه‌های وزنی.

منابع اصلی :

- 1- E. Hewitt and K.A. Ross, Abstract Harmonic Analysis, Vol. 2, Springer-Verlage 1970.
- 2- H.A.M. Dzinotyiweyi, The Analogue of the Group Algebra for Topological Semigroups, Research Notes in Mathematics No. 98, 1984.



عنوان درس		فارسی		نمایش گروه‌های موضعاً فشرده							
		انگلیسی		Representation Theory on Locally Compact Groups							
دروس پیش‌نیاز	تعداد ساعت	تعداد واحد	نوع واحد								
		۳	اختیاری		تخصصی		اصلی		پایه		
			عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	
آنالیز تابعی ۱			ندارد ■		دارد □		آموزش تکمیلی عملی:				
			ندارد ■		دارد □		سفر علمی:				
			ندارد ■		دارد □		کارگاه:				
			ندارد ■		دارد □		آزمایشگاه:				
			ندارد ■		دارد □		سمینار:				
			ندارد ■		دارد □		حل تمرین:-				
			ندارد ■		دارد □						

هدف درس :

بررسی مفاهیم اولیه نظریه نمایش‌ها روی گروه‌های توپولوژیکی.

رئوس مطالب :

مفاهیم اولیه نظریه نمایش‌ها، نمایش‌های یکانی روی گروه‌های موضعاً فشرده، فضای مشخصه نمایش‌ها روی گروه‌های فشرده، نمایش روی گروه‌های آبله، نمایش‌های تحویل ناپذیر، پیوستگی نمایش‌ها، نمایش‌های دوری، قضیه گلفاند-ریکو.

منابع اصلی :

- 1- J.M.G. Fell, S. Doran, Representation of *-Algebras, Locally Compact Groups and Banach *-algebras, Locally Compact Groups, and Banach *-algebraic Bundles, Vol 1, 2, Academic Press, Inc, 1988.
- 2- E. Hewitt & K. A. Ross, Abstract Harmonic Analysis, Vol 1, Springer-Verlag, 1963.
- 3- A. Robert, Introduction to representation Theory of Compact and Locally Compact Groups, London Mathematical Society, Lect. Note Series 80, 1983.



عنوان درس		فارسی		نظریه ضربگرها روی جبرهای باناخ							
		انگلیسی		Multiplier Theory on Banach Algebras							
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز							
پایه	نظری	عملی	اصلی	نظری	عملی	تخصصی		اختیاری			
						نظری	عملی	نظری	عملی		
جبرهای باناخ							۳				
	آموزش تکمیلی عملی:									دارد □	ندارد ■
	سفر علمی:									دارد □	ندارد ■
	کارگاه:									دارد □	ندارد ■
	آزمایشگاه:									دارد □	ندارد ■
	سمینار:									دارد □	ندارد ■
	حل تمرین:-									دارد □	ندارد ■

هدف درس:

معرفی و مطالعه نظریه عملگرها روی جبرهای باناخ، بالخصوص جبرهای اندازه $L_1(G)$ ، $L_p(G)$ و $M(G)$ می باشد.

رئوس مطالب:

تئوری مقدماتی ضربگرها، مشخص سازی ضربگرها، کاربرد در ایده آل های ماکزیمال، نمایش انتگرالی ضربگرها، فضاهای ایده آل ماکزیمال، ضربگرهای طولی، ضربگرها و فضاهای دوگان، ضربگرهای H^* - جبرهای جابجایی، ضربگرهای فشرده جبرهای H^* - جابجایی، فضاهای $M(L_p(G), L_\infty(G))$ ، $M(M_\infty(G), M(M(G)))$ ، $M(L_1(G), L_p(G))$ ، $1 \leq p \leq \infty$ ، ضربگرهای $M(L_1(G) \cap C_0(G))$ ، $M(L_1(G) \cap L_p(G), L^1(G))$ ، $M(L_\infty(G))$ ، $M(L_\infty(G))$ و $M(C_0(G))$ ، $1 \leq p \leq \infty$ ، ضربگرهای $L_p(G)$ و $L^1(G)$ ، $1 < p < \infty$ ، به عنوان شبه اندازه ها.

منابع اصلی:

- 1- H. G. Dales, Banach Algebras and Automatic Continuity, Oxford University Press, 2000.
- 2- R. Larsen, The Multiplier Problem, Springer-Verlag, Lect. Note in Math. 105, 1969.
- 3- T. W. Palmer, Banach Algebras and the General Theory of *- Algebras, Vol (I, II), 2001, 1994.



عنوان درس		فارسی		نظریه جبرهای C*						
		انگلیسی		C*- Algebra Theory						
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز						
پایه	نظری	عملی	نظری	اصلی	نظری	عملی	تخصصی		اختیاری	
							نظری	عملی	نظری	عملی
جبرهای باناخ									۳	
	آموزش تکمیلی عملی:		دارد ☐		ندارد ☒					
	سفر علمی:		دارد ☐		ندارد ☒					
	کارگاه:		دارد ☐		ندارد ☒					
	آزمایشگاه:		دارد ☐		ندارد ☒					
	سمینار:		دارد ☐		ندارد ☒					
	جل تمرین:-									

هدف درس:

مطالعه و بررسی مفاهیم اولیه C^* - جبرها و مشخص نمودن C^* - جبرهای جابجایی و نا جابجایی.

رئوس مطالب:

جبرهای باناخ، طیف و شعاع طیفی، قضیه نمایش گلفاند، عملگرهای فشرده و فرد هلم، جبرهای C^* ، عناصر مثبت یک C^* - جبر، عملگرها و فرم های دو خطی، عملگرهای فشرده بر فضاهای هیلبرت، قضیه طیف، ایده آل ها در C^* - جبرها، تابع های خطی مثبت، قضیه گلفاند و نیمارک - جبر های فون نویمان

منابع اصلی:

- 1- G. J. Murphy, C^* - Algebras and Operator Theory, Academic Press, Boston, 1990.
- 2- H. G. Dales, Banach Algebras and Automatic Continuity, London Mathematical Society Monographs, 24, The Clarendon Press, Oxford, 2000.



عنوان درس		فارسی	نظریه نیم گروه‌ها			
Semigroup Theory		انگلیسی				
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	اختیاری		تخصصی	
			عملی	نظری	عملی	نظری
			پایه		اصلی	
آنالیز تابعی ۱	۳		آموزش تکمیلی عملی:		دارد ☐	
			سفر علمی:		دارد ☐	
			کارگاه:		دارد ☐	
			آزمایشگاه:		دارد ☐	
			سمینار:		دارد ☐	
			حل تمرین:-		ندارد ☐	
					ندارد ☐	

هدف درس :

مطالعه و بررسی مفاهیم اولیه نظریه نیم-گروه‌ها و مقایسه آن با نظریه گروه‌ها.

رئوس مطالب :

نیم گروه‌های آزاد و گروه‌های آزاد، همبستگی روی نیم گروه‌ها و نیم گروه‌های وارون، ایده‌آل‌ها و خواص آن، شبکه‌ها و خواص آن، رابطه هم‌ارزی گرین، انواع نیم گروه‌ها، نیم گروه‌های 0 - ساده، منظم، وارون، اجتماع گروه‌ها، قضایای یکریختی در نیم گروه‌ها، نیم گروه‌های وارون و خواص آن و نمایش روی آن، ضرب آزاد در نیم گروه‌ها، نیم گروه‌های ارتودکس و خواص آن، نیم گروه‌های مون و خواص آن.

منابع اصلی :

- 1- A.H. Clifford and G. B. Preston, The Algebraic Theory of Semigroups, Vol. (I, II), Amer. Math. Soc. (1961, 1967).
- 2- J.M. Howie, An Introduction to Semigroup Theory, Academic Press, 1976.



عنوان درس		فارسی	میانگین پذیری گروه‌ها و نیم‌گروه‌ها			
		انگلیسی	Amenability of Groups and Semigroups			
پایه	نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
	اصلی	تخصصی	اختیاری			
	نظری	عملی	نظری	عملی		
نظریه نیم‌گروه‌ها	آموزش تکمیلی عملی:		دارد ☐	ندارد ☒		
	سفر علمی:		دارد ☐	ندارد ☒		
	کارگاه:		دارد ☐	ندارد ☒		
	آزمایشگاه:		دارد ☐	ندارد ☒		
	سمینار:		دارد ☐	ندارد ☒		
	حل تمرین:					

هدف درس:

مطالعه و بررسی مفاهیم اولیه میانگین پذیری روی گروه‌ها و نیم‌گروه‌ها و به ویژه مشخص نمودن رابطه میانگین پذیری G و جبر باناخ $L_1(G)$.

رئوس مطالب:

میانگین‌های پایا بر فضاهای توابع گوناگون، میانگین پذیری و نمایش‌های یکانی بر گروه‌ها، میانگین پذیری و عملگرهای پیچشی، مثال‌هایی از گروه‌های میانگین پذیر، خواص پایداری میانگین پذیری، میانگین‌های پایا بر نیم‌گروه‌ها، میانگین‌های خودتوان بر نیم‌گروه‌های نیم‌توپولوژیک.

منابع اصلی:

- 1- J. F. Berglund, H. D. Junghen, P. Milnes, Analysis on Semigroups, John Wiley & Sons, 1998.
- 2- J. P. Pier, Amenable Locally Compact Groups, John Wiley & Sons 1984.



عنوان درس		فارسی	آنالیز روی نیم گروه‌ها								
		انگلیسی	Analysis on Semigroups								
نوع واحد				تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز					
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۳			
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی				
آموزش تکمیلی عملی:										دارد □	ندارد ■
سفر علمی:										دارد □	ندارد ■
کارگاه:										دارد □	ندارد ■
آزمایشگاه:										دارد □	ندارد ■
سمینار:										دارد □	ندارد ■
حل تمرین:										دارد □	ندارد ■

هدف درس:

مطالعه و بررسی مفاهیم آنالیز روی نیم گروه‌ها که مشابه با آنالیز روی گروه‌ها می‌باشد.

رئوس مطالب:

مفاهیم جبری نیم گروه‌ها، ایده‌آل‌های مینیمال، گروه‌های نیم توپولوژیک راست، نیم گروه‌های نیم توپولوژیک فشرده، فشرده‌سازی زیرضرب‌های فشرده‌سازی ها، p - فشرده‌سازی جهانی، فشرده‌سازی‌های آفین، توابع تقریباً تناوبی، توابع تقریباً تناوبی ضعیف، توابع تقریباً تناوبی قوی.

منابع اصلی:

1- J. F. Berglund, H. D. Junghen, P. Milnes, Analysis on Semigroups, John Wiley & Sons, 1998.



عنوان درس		فارسی		آنالیز مختلط پیشرفته									
		انگلیسی		Advanced Complex Analysis									
نوع واحد										تعداد واحد	تعداد ساعات	دروس پیش‌نیاز	
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۳		آنالیز مختلط			
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی						
آموزش تکمیلی عملی:											دارد ☐	ندارد ☒	آنالیز مختلط
سفر علمی:											دارد ☐	ندارد ☒	
کارگاه:											دارد ☐	ندارد ☒	
آزمایشگاه:											دارد ☐	ندارد ☒	
سمینار:											دارد ☐	ندارد ☒	
حل تمرین:											-		

هدف درس:

تحلیل و بررسی توابع همساز و زیر همساز و قضایای مربوط به آنها و سپس مطالعه دیدگاه‌های هندسی توابع مختلط.

رئوس مطالب:

توابع همساز و اصل هارنک، توابع زیرهمساز، مرتبه و نوع توابع زیرهمساز روی صفحه مختلط، انتگرال پواسون و قضیه ریز، قضیه کورونا، توابع گرین و اندازه همساز، توابع همساز و زیرهمساز روی رویه‌های ریمانی، مسئله دیریکله، قضیه راد - کارتان، دیدگاه هندسی توابع مختلط، خمیدگی و لم شوارتز از دیدگاه هندسی، خانواده نرمال و متریک کروی، قضیه مانتل و قضایای پیکار با استفاده از روش هندسی، آشنائی با متریک‌های کاراتئودوری و کوبایاشی روی زیر دامنه‌های صفحه مختلط.

منابع اصلی:

- 1- J. B. Conway, Functions of One complex Variable, Second Edition, Springer-Verlag, 1978.
- 2- S.G. Krantz, Complex Analysis; the Geometric Viewpoint, Carus Math. Monograph 23MAA, 1990.
- 3- R. Narasimhan, Y. Nievergelt, Complex Analysis in One Variable, Second Edition, Birkhäuser, 2001.
- 4- W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw-Hill, 1974.



نام رشته: ریاضیات و کاربردها

عنوان گرایش: جبر

گروه: علوم پایه

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

کارگروه تخصصی: علوم ریاضی

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی دانشگاه: -

تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۱۰/۰۵

به استناد آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی مصوب جلسه شماره ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی، برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته ریاضیات و کاربردها گرایش جبر مصوب جلسه کارگروه تخصصی برنامه ریزی علوم ریاضی تاریخ ۱۳۹۷/۱۰/۰۵ به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که از مهر ماه سال ۱۳۹۸ وارد دانشگاه ها و مراکز آموزش عالی می شوند، لازم الاجرا است.

ماده دو- برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته ریاضیات و کاربردها گرایش جبر از نیمسال اول سال تحصیلی ۱۳۹۸-۱۳۹۹، جایگزین برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته ریاضی- جبر مصوب جلسه شماره ۵۷ شورای عالی برنامه ریزی به تاریخ ۱۳۶۵/۰۷/۱۲ می شود.

ماده سه- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و به تمامی دانشگاه ها و مؤسسه های آموزش عالی کشور که مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری را دارند، برای اجرا ابلاغ می شود.

ماده چهار- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمدرضا آهنگیان
دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی





جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی
گروه علوم پایه
کمیته تخصصی علوم ریاضی

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها



دی ماه ۱۳۹۷

برنامه و سرفصل درس‌های کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها

- ریاضیات و کاربردها - گرایش آنالیز (مصوب شده)
- ریاضیات و کاربردها - گرایش جبر (مصوب شده)
- ریاضیات و کاربردها - هندسه و توپولوژی (آماده تصویب)
- ریاضیات و کاربردها - گراف و ترکیبیات (مصوب شده)
- ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی (مصوب شده)
- ریاضیات و کاربردها - ریاضیات تصادفی (مصوب شده)



مقررات عمومی برنامه کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها

کلیه دانشگاه هایی که قبلاً مجوز اجرای رشته به صورت کلی و یا در برخی از گرایش های خاص این رشته را اخذ کرده اند می توانند در همان گرایش هایی که دانشجو گرفته اند کماکان اقدام به پذیرش دانشجو نمایند ولی در سایر گرایش های جدید و یا گرایش هایی که قبلاً مجوز اجرای آن را نداشته اند لازم است نسبت به اخذ مجوز با کد رشته محل مجزا اقدام نموده و فقط در صورت احراز شرایط و پس از اخذ مجوز از وزارت عتف نسبت به پذیرش دانشجو با کد رشته محل مختص گرایش مربوطه اقدام کنند.

طول دوره و شکل نظام

دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها مطابق با آیین نامه جاری دوره ی کارشناسی ارشد وزارت عتف است.

تعداد واحدهای دوره

تعداد واحدهای درسی دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها ۳۲ و به قرار زیر است:

درس های الزامی: ۱۲ واحد، شامل درس اصلی گرایش یا زیر گرایش و دو درس از دروس اصلی گرایش ها یا زیر گرایش های دیگر علوم ریاضی با نظر استاد راهنما و دانشکده.
درس های تخصصی - انتخابی: ۱۲ واحد، شامل سه درس از جدول درس های تخصصی - انتخابی و یک درس با نظر استاد راهنما و تأیید گروه از درس های انتخابی یکی از دوره های کارشناسی ارشد مرتبط.

سمینار: ۲ واحد

پایان نامه: ۶ واحد

اخذ درس سمینار و پایان نامه در نیمسال اول تحصیل مجاز نیست. برای اخذ درس سمینار نیاز به گذراندن دست کم ۹ واحد درسی و برای اخذ پایان نامه گذراندن دست کم ۱۲ واحد (که شامل درس های الزامی می باشد) و اجازه گروه ضروری است.

با توجه به پایه ای بودن دروس الزامی و تنوع ورودی های کارشناسی ارشد در این رشته، دروس الزامی به صورت ۴ واحدی ارائه خواهند شد. بدیهی است گروه های آموزشی اختیار دارند پس از تصویب دانشگاه به میزان ۱ واحد به محتوی سرفصل این دروس که به صورت ۳ واحدی تنظیم شده است اضافه نمایند.

گروه های مجری می توانند درس های جدیدی را به عنوان درس اختیاری مطابق با روال جاری دانشگاه مصوب و آرایه دهند.

دانشجو در طول تحصیل خود نمی تواند بیش از یک درس با عنوان مباحث ویژه اختیار کند.



ریاضیات و کاربردها - گرایش جبر



فصل اول

مشخصات دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش جبر



مقدمه

جبر یکی از شاخه‌های ریاضیات می‌باشد و به تربیت متخصصینی پرداخته می‌شود که با آشنایی با ساختارهای ریاضی و مفاهیم مرتبط مانند گروه، حلقه، نیم گروه، مدول و غیره و با تکیه بر تجزیه و تحلیل آنها می‌توانند نقش بسیار مؤثری در پیشرفت ریاضی و دیگر علوم داشته باشند.

تعریف

دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها گرایش جبر یکی از دوره‌های آموزشی- پژوهشی در سطح تحصیلات تکمیلی از نظام آموزش عالی است که بعد از دوره کارشناسی آغاز و به اعطای مدرک رسمی دانشگاهی می‌انجامد. این دوره از نظر اجرایی تابع ضوابط، مقررات و آیین‌نامه‌های مصوب شورای برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است. محتوی اصلی گرایش جبر، مطالعه‌ی ساختارهای جبری است. ساختارهای جبری در شاخه‌های مختلف ریاضی و در تعبیر و تبدیل مسایل علوم مختلف محض و کاربردی به مسایل ریاضی، مطرح می‌شوند. در این گرایش، ساختارهای مختلف کلاسیک جبر همچون گروه، حلقه، فضای برداری، و مدول، همچنین ساختارهای جبری غیر کلاسیکی همچون نیمگروه، تکواره، شبه گروه، مشبکه، جبر هیتینگ، جبر بول، گروه و جبر لی، جبر هوف، گراف جبری، نیم حلقه، ماگما، اتوماتا، و ... مورد مطالعه قرار می‌گیرند. به علاوه، ساختارهای کلی جبری، ساختارهای جبری مرتب، ساختارهای جبری فازی، و نظریه رسته‌ها نیز در این گرایش قرار می‌گیرند.

اهداف

هدف این گرایش با اهمیت ریاضی، آشنایی دانشجویان با ساختارهای جبری کلاسیک و غیر کلاسیک، و مباحث پژوهشی مربوط به آنها است. کسب مهارت بررسی و مطالعه مسایل و چالش‌های مرتبط با ساختارهای جبری که با آنها آشنا خواهند شد، نیز هدف دیگر تربیت دانشجو در این گرایش است. دانشجویان این گرایش همچنین با توجه به تخصص استادان گروه مربوط، با کاربردهایی از ساختارهای جبری که می‌آموزند، در علوم ریاضی و علوم دیگر آشنا می‌شوند.

نقش و توانایی

فارغ التحصیلان دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش جبر قادرند:

- ✓ به عنوان متخصص در زمینه‌های نظری و عملی مسائل مربوط به جبر را حل و بحث نمایند.
- ✓ آمادگی لازم جهت ادامه تحصیل در زمینه دکتری در زیررشته‌های جبر را پیدا نمایند.
- ✓ قادر به شناخت و کار با ساختارهای جبری می‌باشند. همچنین با برخی شاخه‌های دیگر ریاضی و علوم که در آنها ساختارهای جبری مطرح می‌شوند، آشنایی دارند.

ضرورت و اهمیت

جبر ابزاری پر قدرت و توانا در ریاضیات است که نه تنها در تعامل با دیگر شاخه‌های ریاضی با اهمیت است، بلکه در مجردسازی مسایل بسیاری از علوم دیگر نیز نقش مهمی ایفا کرده و آشنایی با آن ضرورت پیدا کرده است. به عنوان نمونه، در مطالعه و پیشرفت بسیاری از شاخه‌های ریاضیات همچون هندسه، توپولوژی، ترکیبیات، منطق، نظریه اعداد، و رمزنگاری، ساختارهای جبری به کار می‌آیند؛ و در نتیجه این ارتباط‌ها، شاخه‌های مختلفی چون هندسه جبری، توپولوژی جبری، نظریه اعداد جبری و ... ایجاد شده‌اند. همچنین در ارتباط با علوم دیگر همچون فیزیک، شیمی، آمار، زیست شناسی، علوم کامپیوتر، و حتی علوم اجتماعی و اقتصادی، ساختارهای مختلف جبری نقش بسزایی ایفا می‌کنند. امروزه نیز در پاسخگویی به سؤال‌های روز ریاضیات، علوم کامپیوتر، فیزیک، شیمی، زیست شناسی، اقتصاد، و ... معرفی و طرح ساختارهای جبری جدید همچنان ادامه دارد. بنابراین، با مطالعه شاخه جبر هم در پیشرفت ریاضیات و هم در ایجاد ارتباط با علوم دیگر توانا خواهیم شد.



کلیات برنامه

عنوان دوره: کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش جبر

پیشنیاز ورود: دارا بودن مدرک کارشناسی در یکی از رشته‌های مجموعه علوم ریاضی یا یکی از رشته‌های مهندسی



فصل دوم

جدول دروس دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش جبر



درس اصلی گرایش جبر: جبر پیشرفته

به دانشجویان توصیه می شود دو درس الزامی دیگر خود را از بین درس های آنالیز حقیقی ۱، هندسه منبسط، توپولوژی جبری یا ... انتخاب نمایند.

جدول شماره ۱: درس های تخصصی - انتخابی (گرایش جبر)

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیش نیاز یا هم نیاز (ها)
			جمع	نظری	عملی	
۲۰۰	جبر پیشرفته	۳	۴۸	۴۸	-	مبانی جبر
۲۰۱	گروه های متناهی	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۰۲	گروه های نامتناهی	۳	۴۸	۴۸	-	جبر پیشرفته
۲۰۳	گروه های خطی	۳	۴۸	۴۸	-	جبر پیشرفته
۲۰۴	گروه های جایگشتی	۳	۴۸	۴۸	-	جبر پیشرفته
۲۰۵	نظریه محاسباتی گروه	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۰۶	نظریه نمایش گروه ها	۳	۴۸	۴۸	-	جبر پیشرفته
۲۰۷	نمایش آزاد گروه ها	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۰۸	گروه های حل پذیر متناهی	۳	۴۸	۴۸	-	گروه های متناهی
۲۰۹	جبر جابه جایی	۳	۴۸	۴۸	-	جبر پیشرفته
۲۱۰	جبر جابه جایی ترکیبیاتی	۳	۴۸	۴۸	-	جبر پیشرفته
۲۱۱	جبر جابه جایی محاسباتی	۳	۴۸	۴۸	-	جبر پیشرفته
۲۱۲	جبر همولوژی	۳	۴۸	۴۸	-	جبر پیشرفته
۲۱۳	جبرهای غیر شرکت پذیر	۳	۴۸	۴۸	-	جبر پیشرفته
۲۱۴	نظریه حلقه ها	۳	۴۸	۴۸	-	جبر پیشرفته
۲۱۵	نظریه حلقه های مدرج	۳	۴۸	۴۸	-	جبر پیشرفته
۲۱۶	نظریه رسته	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۱۷	جبر جامع	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۱۸	نظریه شبکه	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۱۹	ایر ساختارهای جبری	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۲۰	نظریه اتوماتا	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۲۱	نظریه اتوماتای فازی	۳	۴۸	۴۸	-	نظریه اتوماتا
۲۲۲	ساختارهای جبری فازی	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۲۳	ساختارهای جبری مرتب	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۲۴	ساختارهای جبری منطقی	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۲۵	نظریه نمایش تکوارها	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۲۶	نظریه نیمگروه ها	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۲۷	همولوژی تکوارها	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۲۸	گراف ها و حلقه ها	۳	۴۸	۴۸	-	جبر پیشرفته
۲۲۹	گراف ها و ماتریس ها	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۳۰	گراف ها و گروه ها	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۳۱	نظریه کدگذاری جبری	۳	۴۸	۴۸	-	جبر پیشرفته
۲۳۲	نظریه جبری اعداد	۳	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲۳۳	مباحث ویژه در جبر	۳	۴۸	۴۸	-	اجازه گروه

- دانشجو موظف است دست کم ۹ واحد (۳ درس) از درس های جدول شماره ۱ را اختیار کند.



- دانشجو می تواند با نظر گروه حداکثر یک درس از درس های یکی از دوره های کارشناسی ارشد مرتبط را اختیار کند.
- دانشجو می تواند با نظر گروه حداکثر یک درس را از میان دروس الزامی یا اختیاری دوره دکتری مرتبط اختیار نماید.



فصل سوم

سرفصل دروس دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش جبر



عنوان درس		فارسی		جبر پیشرفته	
		انگلیسی		Advanced Algebra	
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت	
پایه		اختیاری		دروس پیش - نیاز	
اصلی		تخصصی		۴۸	
نظری		عملی		۳	
نظری		عملی		۴۸	
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		مبانی جبر	

هدف:

آشنایی دانشجویان با ساختارهای مهم جبری

سرفصل:

مفاهیمی از نظریه رسته ها: تعاریف رسته، ضرب و هم ضرب، شئی آزاد به همراه مثال در هر قسمت، ضرب و جمع مستقیم در رسته گروه ها، گروه های آزاد و مفاهیم ضرب آزاد و مولد و رابطه در آنها، گروه های آبدی آزاد

مفاهیمی از نظریه مدول ها: تعریف مدول و مثال های متنوع از آن، جمع و ضرب خانواده مدول ها، هم ریختی و خواص مرتبط در مدول ها، دنباله های دقیق و دنباله های دقیق شکافته شده و خواص آنها، مدول های آزاد، مدول های تصویری و خواص آن ها و بررسی وجود آن ها، مدول های انژکتیو و بررسی خواص آن ها (قضایای وجود مدول های انژکتیو به صورت مختصر ارائه شود)، ضرب تانسوری مدول ها

مفاهیمی از نظری حلقه های جابجایی: شرط های زنجیری، حلقه و مدول های نوتری و آر تینی و قضایای اصلی آن ها، قضیه کرول، لم ناکایاما، قضیه پایه هیلبرت

مراجع:

[1] Hungerford, Thomas W. Algebra. Graduate Texts in Mathematics, 73. Springer-Verlag, New York-Berlin, 2003.

[2] Joseph J. Rotman, Advanced Modern Algebra, Third Edition, Parts 1&2, "Graduate Studies in Mathematics, American Mathematical Society, 2015.



عنوان درس		فارسی		گروه‌های متناهی	
Finite Groups		انگلیسی			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش - نیاز	
پایه	اصلی	تخصصی		اختیاری	ندارد
		عملی	نظری	عملی	
عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	ندارد
حل تمرین: دارد / ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد / ندارد			

هدف:

آشنایی با برخی مفاهیم و قضایای اساسی در نظریه گروه های متناهی

سرفصل:

مروری بر قضایای سیلو، عمل گروه روی گروه‌ها، حاصل ضرب مستقیم گروه‌ها، حاصل ضرب تیمه مستقیم گروه ها، حاصل ضرب حلقوی گروه‌ها ها، ساختار گروه‌های ابلی با بعد متناهی، سری‌ها، لم زاسته‌اوس، لم شرایر، قضیه جردن-هلدر، گروه یوچ توان و قضایای مربوطه، زیر گروه فراتینی، قضیه فی تینگ، قضیه پایه برنساید، گروه حل پذیر و قضایای مربوطه و ساختار زیر گروه های می‌نیمال

مراجع:

- [1] Derek J. S. Robinson, "A Course in the Theory of Groups", 2nd ed. Springer-Verlag, New York, 1995.
- [2] I. Martin Isaacs, "Finite group Theory". Graduate Studies in Mathematics Vol. 92, American Mathematical Society, 2008.
- [3] J. S. Rose, "A Course on Group Theory", Reprint of the 1978 Original, Dover Publications, Inc. New York, 1994.



عنوان درس		فارسی		گروه‌های نامتناهی	
		انگلیسی		Infinite Groups	
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت	
پایه		اصلی		تخصصی	
نظری		عملی		نظری	
نظری		عملی		نظری	
حل تمرین: دارد / ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد / ندارد		دروس پیش - نیاز	
نظری		۴۸		۳	
جبر پیشرفته					

هدف:

مطالعه و آشنایی با ساختار برخی از گروه‌های نامتناهی

سرفصل:

گروه آزاد، نمایش گروه بر حسب مولدها و رابطه‌ها، وارسته گروه‌ها، زیرگروه‌های وربال و مارجینال، حاصلضرب آزاد گروه‌ها، گروه آبلی آزاد، تاب، سری مرکزی، یادآوری گروه‌های حل پذیر و گروه پوچ توان، گروه‌های با رده‌های مزدوجی متناهی، گروه‌های با شرط مینیمال یا ماکسیمال، گروه‌های موضعا پوچ توان، گروه‌های موضعا حل پذیر، قضایای نشاندن هیگمن-نوبمان-نوبمان.

مراجع:

[1] J. C. Lennox and D. J. S. Robinson, "The Theory of Infinite Soluble Groups", Oxford Mathematical Monographs, The Clarendon Press, Oxford University Press, Oxford, 2004.

[2] Derek J. S. Robinson, "A course in the theory of Groups 2nd ed.", Springer-Verlag, New York, 1995.



عنوان درس		فارسی	گروه‌های خطی
		انگلیسی	Linear Groups
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت
پایه		۳	۴۸
اصلی		اختیاری	دروس پیش - نیاز
نظری		عملی	نظری
عملی		نظری	عملی
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد	

هدف:

مطالعه و بررسی گروه‌های ماتریسی و گروه‌های ساده خطی

سرفصل:

میدان‌های متناهی، هندسه تصویری گروه خطی عام، خط تصویری، ترانسوکشن، گروه‌های جایگشتی، ساده بودن گروه $PSL_n(F)$ ، زیر گروه‌هایی از گروه خطی عام و خاص و گروه تصویری، گروه سیمپلیکتیک، ساده بودن گروه تصویری سیمپلیکتیک، فرم‌های شبه دو خطی و درجه دوم، گروه یکانی متناهی، گروه متناهی در مشخصه 2 ساختار گروه یکانی، ساختار گروه متعامد.

مراجع:

۱ - محمد رضا درفشه، گروه‌های خطی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷

[2] D. Suprunenko, "Soluble and Nilpotent Linear Groups", American Mathematical Society, Providence, R. I. 1963.

[3] B.A.F. Wehrfritz, "Infinite Linear Groups", Springer-Verlag, Berlin, 1973.

[4] B. Huppert, Endlich Gruppen, Vol. 1, Springer-Verlag, Berlin, 1967.



عنوان درس		فارسی		گروه‌های جایگشتی	
انگلیسی		Permutation Groups			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش - نیاز	
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	۴۸	۳
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
حل تمرین: دارد / ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد / ندارد			

هدف:

مطالعه و بررسی گروه‌های جایگشتی متناهی و نامتناهی اولیه

سرفصل:

عمل گروه بر مجموعه، مدار، گروه‌های اولیه، گروه‌های متقارن و متناوب، گروه‌های انتقالی از درجه کوچک، گروه‌های k -انتقالی و k -همگن، گروه فروبنیوس، قضیه فروبنیوس، قضیه اوتان-اسکات، مطالعه خواص جایگشتی گروه خطی کسری ساختن طرح‌های بلوکی با استفاده از گروه‌های جایگشتی

مراجع:

- [1] D. J. Dixon and B. Mortimer, "Permutation Groups", Graduate Texts in Mathematics, 163. Springer-Verlag, Berlin, 1992.
- [2] D.S.Passman, "Permutation Groups", W.A.Bergamin, Inc, 1968.
- [3] D.J.S Robinson, "A Course in the Theory of Groups", Springer-Verlag 1995.
- [4] H.Wielandt, "Finite Permutation Groups", Academic Press, New York & London, 1964.



عنوان درس		فارسی		نظریه محاسباتی گروه						
		انگلیسی		Computational Group Theory						
پایه		اصلی		تخصصی		اختباری		تعداد واحد	تعداد ساعات	دروس پیش-نیاز
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	۳	۴۸	ندارد
حل تمرین: دارد / ندارد										
نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد										

هدف:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با روش های الگوریتمیک در نظریه گروه ها و آموزش برنامه نویسی به زبان های GAP و MAGMA است.

سرفصل:

نمایش گروه ها روی کامپیوتر (برنامه نویسی به زبان GAP و MAGMA - انواع نمایش های بنیادین - الگوریتم های محاسباتی)
 نمایش جایگشتی و آزاد یک گروه (عمل گروه ها - الگوریتم محاسبه مدار و لم شرایر - بلوک های غیر اولیه - نمایش آزاد گروه و نمایش آزاد زیرگروه - جدول همدسته ها و خواص اساسی آن - کاربردهای شمارش همدسته ها - الگوریتم شرایر-سیمز - ساده سازی نمایش ها - محاسبات با همریختی ها - الگوریتم محاسبه مدار و لم شرایر - سری زیرگروه ها)
 نمایش ماتریسی یک گروه (روش ها و الگوریتم های تصادفی - مجموعه های مولد در گروه های ماتریسی - قضیه اشباخر برای گروه های ماتریسی)
 گروه های ساده پراکنده (روش های ساختن گروه های ماتریو - نمایش های جایگشتی و ماتریسی برخی گروه های پراکنده)

مراجع:

- [1] Derek F. Holt, Bettina Eick, Eamonn A. O'Brien, Handbook of Computational Group Theory, Chapman and Hall/CRC, 2005.
- [2] Arjeh M. Cohen, Hans Cuypers, Hans (Eds.), Some tapas of computer algebra, Algorithms and Computation in Mathematics 4 (1999). Springer-Verlag (In particular, Chapter 8: Working with finite groups; Project 6: The small Mathieu groups)
- [3] G. Butler, Fundamental algorithms for permutation groups, Lecture Notes in Computer Science 559, Springer-Verlag, 1991.
- [4] Alexander Hulpke, Abstract Algebra in GAP, Preprint 2011.



عنوان درس		فارسی	نظریه نمایش گروه‌ها
		انگلیسی	Representation Theory of Groups
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعات
پایه		اختیاری	دروس پیش - نیاز
اصلی		تخصصی	۴۸
نظری		عملی	۳
عملی		نظری	جبر پیشرفته
نظری		عملی	حل تمرین: دارد/ ندارد
نظری		عملی	نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد

هدف:

استفاده از مفاهیم نظریه گروه‌ها و جبر خطی در دستیابی به مفاهیم جدید که خود در زمینه‌های مختلف مثل ریاضی و فیزیک کاربرد فراوان دارد.

سرفصل:

یادآوری برخی مفاهیم نظریه گروه‌ها و جبر خطی، مدول نمایش، مدول ساده و نیم ساده، قضیه شور، قضیه مشکه، روابط متعامد، گروه جبر، سرشت گروه، سرشت گروه‌های آبدی، درجه سرشت‌های تحویل ناپذیر، جدول سرشت، جدول سرشت برخی گروه‌ها از مرتبه کوچک، حاصل ضرب سرشت‌ها، سرشت جایگشتی، عدد کلاسی، گروه‌های فروبنیوس، سرشت القایی، نظریه کلیفورد، تکنیک‌های محاسبه جدول سرشت گروه‌های متناهی



مراجع:

- [1] L. Dornhoff, "Group Representation Theory: Group Representation Theory: Ordinary representation theory, Marcel Dekker, New York, 1971.
- [2] B. Huppert, "Character Theory of Finite groups", de Gruyter Berlin, 1998.
- [3] G. James and M. Liebeck, Representations and Characters of Groups, Cambridge University Press, Cambridge, 1993.

عنوان درس		فارسی		نمایش آزاد گروه‌ها	
		انگلیسی		Free Presentation of Groups	
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت	
پایه		اصلی		اختیاری	
نظری		نظری		نظری	
عملی		عملی		عملی	
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		ندارد	

هدف:

آشنایی دانشجویان تحصیلات تکمیلی با مفهوم Presentation گروه‌ها و توانایی محاسباتی با آنها

سرفصل:

گروه‌های آزاد، خواص مقدماتی گروه‌های آزاد، قضیه نیلسن- شرایر، نمایش آزاد گروه‌ها، قضیه فوندایک، تبدیلات تیتز (Tietze)، نمایش آزاد حاصلضرب دکارتی، نمایش آزاد برخی گروه‌های کلاسیک مانند S_n و A_n و D_{2n} و Q_{2n} .

گروه‌های فوندایک- گروه‌های آبدی آزاد، قضیه ددکینده، قضیه اساسی گروه‌های آبدی متناهی مولد و الگوریتم محاسبه نمایش آبدی شده گروه‌ها-شمارش همدسته‌ها (الگوریتم Todd-Coxeter) نمایش زیرگروه‌ها فرآیند بازنویسی Reidemeister-Schreier - الگوریتم تعدیل یافته تدکاکستر (روشی برای نمایش زیرگروه‌ها)، معرفی گروه‌های مثلثی و محاسبه گروه‌های فوندایک به عنوان زیرگروه آن، گروه‌های به طور دوری نمایش داده شده و گروه‌های فیبوناتچی، معرفی برخی گروه‌ها و ارائه چند مثال از این نوع گروه‌ها.

مراجع:

- [1] H.S.M. Coxeter and W.O.J. Moster, Generators and relations for Discrete Groups, 4th edition, Springer-verlage, 1979.
- [2] D.L. Johnson, Presentations of Groups, Cambridge University Press, Second edition, 1997.
- [3] D.L. Johnson, Topics in the Theory of Group Presentations, Cambridge University Press, 1980.



عنوان درس		فارسی		گروه‌های حل پذیر متناهی					
		انگلیسی		Finite Solvable Groups					
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش نیاز			
پایه	اصلی	تخصصی		اختیاری		۴۸	۳	گروههای متناهی	
		عملی	نظری	عملی	نظری				
حل تمرین: دارد / ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد / ندارد							

هدف:

آشنایی با مفاهیم پیشرفته نظریه گروه‌ها

سرفصل:

مقدمه‌ای بر گروه‌های پوچتوان و حل پذیر، زیرگروه هال و قضایای هال، گروه‌های زیرحل پذیر و قضایای مربوطه، برج سیلو، همریختی انتقال، قضیه متمم نرمال برنساید، قضیه شور در ارتباط متناهی بودن مشتق گروه، عمل متباین و قضیه اساسی عمل متباین، قضیه متمم شور-زاسنهاوس.

مراجع:

۱- علیرضا جمالی، مقدمه‌ای بر نظریه گروه‌های متناهی، انتشارات مبتکران (۱۳۹۰)

[2] J. S. Rose, "A Course on Group Theory", Reprint of the 1978 Original, Dover Publications, Inc. New York, 1994.

[3] J.J. Rotman, An Introduction to the Theory of Groups, Springer Verlag, 1995.

[4] I. M. Isaacs, Finite Group Theory, AMS, 2008.



عنوان درس		فارسی	جبر جابه‌جایی
		انگلیسی	Commutative Algebra
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعات
پایه		۳	۴۸
اصلی		اختیاری	دروس پیش - نیاز
نظری		عملی	نظری
عملی		نظری	عملی
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف:

آشنایی با حلقه‌های جابجایی و جایگاه آنها در جبر

سرفصل:

یادآوری مطالبی در مورد حلقه و ایده‌آل مانند حلقه‌های موضعی، رادیکال پوچتوان، رادیکال جاکسون، اعمال روی مدول‌ها و قضایای یکرختی مدول‌ها، رشته‌های دقیق و ضرب تانسوری مدول‌ها و خواص دقیق بودن آنها، مفاهیم حلقه و مدول کسرها، تجزیه اولیه (برای ایده‌آل‌ها)، شرط‌های زنجیری، حلقه‌های نوتری و تجزیه اولیه بر روی حلقه‌های نوتری، حلقه‌های آرتینی و قضیه ساختاری برای حلقه‌های آرتینی، وابستگی صحیح و قضایای بالا رونده و پایین رونده، حلقه‌های ارزیاب، بعد کرول، ارتفاع ایده‌آل و حلقه‌های منظم.

مراجع:

[1] Atiyah, M. F.; Macdonald, I. G. Introduction to Commutative Algebra, Addison-Wesley Series in Mathematics, Westview Press, 2016.

[2] Sharp, R. Y. Steps in Commutative Algebra, Second edition, London Mathematical Society Student Texts 51, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.



عنوان درس		فارسی		جبر جابه‌جایی ترکیبیاتی	
Combinatorial Commutative Algebra		انگلیسی			
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعات	
پایه		اصلی		تخصصی	
اختیاری		نظری		عملی	
نظری		عملی		نظری	
حل تمرین: با نظر استاد درس		نیاز به اجرای پروژه عملی: با نظر استاد درس		۴۸	
جبر پیشرفته		۳		دروس پیش-نیاز	

هدف:

آشنایی با شاخه جبر جابه‌جایی ترکیبیاتی، به منظور به کارگیری ابزارهای ترکیبیاتی برای حل مسائل جبر جابه‌جایی و همچنین استفاده از ابزارهای جبری و همولوژیکی در مسایل ترکیبیاتی

سرفصل:

ایدهال‌های تک جمله‌ای: ویژگی‌های مقدماتی حلقه چندجمله‌ای‌ها، معرفی ایدهال‌های تک جمله‌ای و بررسی اعمال مقدماتی جبری روی آن‌ها، اشیای ترکیبیاتی وابسته به ایدهال‌های تک جمله‌ای خالی از مربع مانند مجتمع‌های سادگی، رده‌های خاصی از ایدهال‌های تک جمله‌ای مانند ایدهال استنلی-رایزنر، ایدهال وجهی، ایدهال یالی گراف‌ها و ابرگراف‌ها و بررسی ویژگی‌های این ایدهال‌ها به کمک ترکیبیات روی آن‌ها، تجزیه اولیه ایدهال‌های تک جمله‌ای، بستر صحیح این ایدهال‌ها.

سری هیلبرت و تحلیل آزاد ایدهال‌های تک جمله‌ای: تحلیل آزاد (مینیمال) مدرج، سری هیلبرت و به دست آوردن آن از روی یک تحلیل آزاد داده شده ایدهال، انواع تحلیل‌های ترکیبیاتی و تحلیل‌های سادگی مانند تحلیل Taylor، تحلیل Lyubeznik، همبافت Scarf و تحلیل Eliahou-Kervaire. همولوژی کاهش یافته‌ی یک مجتمع سادگی و خواص آن، فرمول هاکستر.

ایدهال‌های دوجمله‌ای: ویژگی‌های مقدماتی ایدهال‌های دوجمله‌ای، مثال‌های مهم این رده از ایدهال‌ها مانند ایدهال یالی دوجمله‌ای گراف‌ها و ایده‌ال‌های توریک و بررسی ویژگی‌های این ایدهال‌ها.

مراجع:

- [1] E. Miller, B. Sturmfels, Combinatorial Commutative Algebra, Graduate Texts in Mathematics, Vol. 227, Springer-Verlag, New York, 2005.
- [2] J. Herzog, T. Hibi, Monomial ideals, Graduate Texts in Mathematics, 260. Springer-Verlag, London, Ltd., London, 2011.
- [3] R. H. Villarreal, Monomial Algebras, Second Edition, Monographs and Research Notes in Mathematics, Chapman and Hall/CRC, 2015.
- [4] I. Peeva, Graded Syzygies, Algebra and Applications, 14. Springer-Verlag London, Ltd., London, 2011.
- [5] R. P. Stanley, Combinatorics and Commutative Algebra. 2nd ed., Progress in Mathematics 41, Birkhauser, 1996.



عنوان درس		فارسی		عنوان درسی محاسباتی	
انگلیسی		Computational Commutative Algebra			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعات	دروس پیش - نیاز	
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	۴۸	۳
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
حل تمرین: دارد / ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد / ندارد			

هدف:

جبر جابه‌جایی محاسباتی بخشی از یک شاخه وسیع تر به نام محاسبات نمادین یا جبر کامپیوتری می باشد. دانشجویان پس از گذراندن این درس ضمن آشنایی با برخی از الگوریتم های اساسی در شاخه جبر جابه‌جایی محاسباتی و کامپیوتری، قادر خواهند بود نسبت به ساخت مثال های مورد نیاز برای اثبات درستی یا در جهت نشان دادن نقیض یک گزاره داده شده اقدام نمایند و به عنوان مثال بر حسب مورد طیفی از ایده آل هایی که یک خاصیت داده شده برای آنها صادق می باشد (یا نمی باشد) را بسازند. تمامی الگوریتم های بیان شده در این درس روی چند جمله ای ها با ضرایب واقع در یک میدان داده شده فرمول بندی می شوند. برخی از نرم افزارهای جبر کامپیوتری برای پیاده سازی الگوریتم های این درس عبارتند از: CoCoA , Singular Macaulay

2

سرفصل:

حلقه های چند جمله ای و حلقه های تجزیه یکتا، ایده آل های تک جمله ای و لم دیکسون، ترتیب ها و وزن های تک جمله ای، جملات و ایده آل های پیشرو، الگوریتم تقسیم روس حلقه های چند جمله ای، الگوریتم بوخبرگر برای تولید پایه گروبنر، S چند جمله ای ها، همگن سازی، ایده آل های پیشرو عام (Generic initial ideals)، ایده آل های تک جمله ای بورل ثابت (Borel fixed)، توابع هیلبرت و قضایای مکالی و کروسکال - کاتانوا (Kruskal - Katonala)، تحلیل های ایده آل های تک جمله ای و فرمول - Eliahou-kervaire، توان های ایده آل های تک جمله ای، محاسبات الگوریتمی در حلقه های خارج قسمتی $k[x_1, \dots, x_n]/I$ برخی از کاربردهای پایه گروبنر: (آ) کاربردهایی در جبر همولوژی (محاسبه مدول های سیزیجی، محاسبه هسته و تصویر همریختی ها، محاسبه عمق (depth) مدول ها، محاسبه مدول های ایجاد شده از روی همریختی ها (Hom-modules) تحلیل های آزاد مندرج)، (ب) کاربردهایی در هندسه جبری (انتخاب به اختیار مدرس) (چند گونای وابسته به ایده آل های تک جمله ای، متمم یک ایده آل تک جمله ای، قضیه صفرسازی هیلبرت، چند گونا های افین، دستگاه های معادلات چند جمله ای، محاسبه مولفه های تحویل ناپذیر یک چند گونا به منظور پیدا کردن تجزیه اولیه، محاسبه بستارهای تصویری برای همگن سازی، محاسبه بعد چند گونا های افین یا تصویری).



- [1] M. Kreuzer, and L. Robbiano, Computational Commutative Algebra 2, Vol. 1, Springer- Verlag Berlin Heidelberg, 2000.
- [2] M. Kreuzer, and L. Robbiano, Computational Commutative Algebra 2, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005, Vol. 2.
- [3] Herzog, T, Hibi, Monomial Ideals, Springer, New York, 2011.
- [4] D. Cox, J. Little, and D. O Shea, Ideals, Varieties, and Algorithms, Springer, New York, 1992.
- [5] W. Vascancelos, Computational methods in Commutative Algebra and Algebraic Geometry, Algorithms and Computations in Math. 2, Springer, Berlin 1998.
- [6] D. Eisenbud, D.R Grayson, M. Stillman, and B. Sturmfels (eds.), Computations in Algebraic Geometry with Macaulay 2, Algorithms and Computation in Math. 8, Springer, Berlin 2002.
- [7] D.Eisenbud, Commutative Algebra with a view toward Algebraic Geometry , Graduate Texts in Mathematics 150, Springer, New York, 1995.
- [8] CoCoA Team The CoCoA Project: main web page <http://cocoa.dima.unige.it>



عنوان درس		فارسی		جبر همولوژی	
		انگلیسی		Homological Algebra	
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت	
پایه		اصلی		اختیاری	
نظری		نظری		نظری	
عملی		عملی		عملی	
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		جبر پیشرفته	

هدف:

آشنایی با مفاهیم جبر همولوژی و کاربردهای آنها

سرفصل:

یادآوری حاصل ضرب تانسوری مدولها، رسته ها، تابعیونها و آشنایی با تابعیون تانسور و Hom و بررسی رفتار آنها با دنباله های دقیق کوتاه، تابعیون حد مستقیم، آشنایی مقدماتی با تابعیون حد معکوس، تابعیون های مشتق شده و کار برد آنها در بررسی بدهای همولوژیک.

مرجع:

[1] Joseph J. Rotman, An Introduction to Homological Algebra. Second edition. Universitext. Springer, New York, 2009.



عنوان درس		فارسی		جبرهای غیر شرکت پذیر			
		انگلیسی		Non- Associative Algebras			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش - نیاز			
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	جبر پیشرفته			
				عملی	نظری	عملی	نظری
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد					

هدف:

مطالعه انواع جبرهای غیر شرکت پذیر مانند جبرهای الترناتیو، جبرهای جردن و جبرهای توانی.

سرفصل:

مفاهیم مقدماتی: جبر ضربی شرکت پذیر، جبر ضربی لی، فرم های اثر و دو مدول ها.

جبرهای آلترناتیو: جبرهای پوچ توان، تجزیه پیرس، رادیکال و جبرهای نیم ساده، جبرهای کیلی، جبرهای الترناتیو ساده، قضیه اساسی و دبرن، فرم های نرم، مشتقات، جبر لی ساده از نوع G

جبرهای جردن: رادیکال، جبرهای نیم ساده، جبرهای جردن ساده مرکزی، جبر ساده لی از نوع F، جبر لی ساده از نوع E6

جبرهای توانی - شرکت پذیر: تجزیه پیرس، حلقه های تقسیمی توانی، شرکت پذیر متناهی، جبرهای جردن غیر جابه جایی.

مراجع:

[1] K. Mc Cirimmun, "A Taste of Jordan Algebras", Springer-Verlag, New York, 2004.

[2] R. D. Schafer, "An Introduction to Non-Associative Algebras", Academic Press, 1966.



فارسی		نظریه حلقه‌ها		عنوان درس	
انگلیسی		Theory of Rings			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش - نیاز	
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	جبر پیشرفته	
نظری	عملی	نظری	عملی		
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف:

مطالعه مفاهیم در حلقه‌های کلی (نه لزوماً جابه‌جایی و نه لزوماً یکدار) مانند رادیکال جیکوبسون.

سرفصل:

رادیکال جیکوبسون یک حلقه دلخواه (نه لزوماً جابه‌جایی و نه لزوماً یکدار)، حلقه جابه‌جاگر یک مدول روی یک حلقه، لم شور، ایده‌آل‌های شبه منظم راست یک حلقه، حلقه‌های نیم ساده، حلقه‌های آرتمین، بیان حدس Kothe، حلقه‌های نیم ساده آرتمین، قضیه مشکه در مورد نیم‌ساده بودن جبر گروه، مشخص سازی ایده‌آل‌های راست در حلقه‌های آرتمین، اثبات یکدار بودن حلقه‌های آرتمین و نیم‌ساده، اثبات پوچ توانی ایده‌آل‌های یک طرفه پوچ در حلقه‌های نوتری، حلقه‌های اولیه یا ابتدایی، قضیه چگالی جیکوبسون، حلقه‌های اول، مرکزوار یک حلقه، قضیه ودربرن آرتمین، کاربردهایی از قضیه ودربرن، آرتمین، قضایای جابه‌جایی در نظریه حلقه‌ها، تعمیم‌هایی از قضیه ودربرن در مورد میدان بودن حلقه‌های تقسیم متناهی.

مراجع:

[1] N. Herstein, "Non Commutative Rings", "Carus Mathematical Monographs", 15, Mathematical Association Of America, Washington, DC, 1994.

[2] T.Y.Lam, "A First Course in Noncommutative Rings", Second edition. Graduate Texts in Mathematics, 131, Springer-Verlag, New York, 2001.



عنوان درس		فارسی	نظریه حلقه‌های مدرج
		انگلیسی	Graded Ring Theory
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت
پایه		اختیاری	دروس پیش - نیاز
اصلی		تخصصی	تعداد ساعت
نظری		عملی	۴۸
نظری		عملی	۳
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد	
جبر پیشرفته			

هدف:

آشنایی با مفاهیم نظریه حلقه‌ها و مدول‌های مدرج.

سرفصل:

حلقه‌ها و مدول‌های مدرج، حلقه‌های مدرج و کاتیگوری مدول‌های مدرج، خواص مقدماتی مدول‌های مدرج، حلقه‌های تقسیمی مدرج، حلقه‌های مدرج از کسرها، چند فن کلی، شرط‌های زنجیری (نوتری - آرتینی) برای مدول‌های مدرج، حلقه ریس و حلقه ریس تعمیم یافته، بعد کرول حلقه‌های مدرج، تجزیه اولیه، بعدها همولوژی برای حلقه‌های مدرج، حلقه و مدول کسرها، مدرج، مدول‌های انژکتیو و موضع‌سازی در ایده‌آل‌های اول، بعد انژکتیو حلقه‌های مدرج، حلقه‌های منظم کوهن - مک کولی و گرنتساین، حلقه‌های مدرج و M - دنباله‌ها.

مراجع:

- [1] Bourbaki, "N. Elements of Mathematics. Commutative Algebra", Hermann, Paris, 1972.
- [2] H. Matsumura, "Commutating Theory", Cambridge University Press 1980 & 1990.
- [3] C. Nastasescu and F. Van Oystaeyen, "Graded Ring Theory", North-Holland, Amsterdam, 1982.
- [4] D. G. Northcott, "Lessons on Rings, Modules and Multiplicities", Cambridge University Press, 1968.



عنوان درس		فارسی		نظریه رسته	
		انگلیسی		Category Theory	
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت	
پایه		اختیاری		دروس پیش - نیاز	
اصلی		تخصصی		ندارد	
نظری		عملی		۴۸	
نظری		نظری		۳	
نظری		عملی		ندارد	
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف:

با توجه به اینکه امروزه نظریه رسته تبدیل به ابزاری پرکاربرد در پژوهش‌های بیشتر شاخه‌های ریاضی، چون انواع شاخه‌های جبر، هندسه، توپولوژی، و منطقی شده است، یادگیری این ابزار برای مطالعه و انجام کارهای تحقیقاتی در بیشتر شاخه‌های ریاضی با اهمیت است. البته این نظریه خود نیز به عنوان یکی از شاخه‌های ریاضی در حال پیشرفت است. همچنین، کاربردهای این نظریه در علوم دیگر، به ویژه فیزیک (کوانتومی)، و علوم کامپیوتر نیز امروزه فراگیر شده است. هدف این درس، آشنایی با مفاهیم اصلی نظریه رسته و یادگیری دیدگاه رسته‌ای در ریاضیات و چگونگی به کار بردن آن است.

سرفصل:

تعریف و مثال‌های رسته، پیکان‌های خاص (یکریختی، مونیک، اپیک، درون بر، ...)، اشیای خاص (ابتدایی، پایانی، صفر، ...)، زیرشی، زیر رسته، دوگان رسته، نمودار در رسته و انواع حد (ضرب، برابرساز، عقب بر)، انواع هم‌حد (همضرب، هم‌برابرساز، جلوبر)، حاصلضرب رسته‌ها، رسته تابعگونی، رسته پیکانی، یکریختی رسته‌ها، هم ارزی رسته‌ها، پیکانهای جهانی، تابعگونی‌های نمایش‌پذیر، لم یوندا، تابعگونیهای الحاقی و قضایای مربوط.

مراجع:

- [1] J. Adamek, H. Herrlich, G.E., Abstract and Concrete Categories: The Joy of Cats. Strecker, John Wiley and Sons, 1990.
- [2] T.S. Blyth, Categories, John Wiley and Sons, 1986.
- [3] S. Mac Lane, Categories for the Working Mathematician, Springer, 1978.
- [4] Steve Awodey, Category Theory, Oxford University Press, 2010.
- [5] Tom Leinster, Basic Category Theory, Cambridge University Press, 2014.
- [6] H. Simmons, An Introduction to Category Theory, Cambridge University Press, 2011.



عنوان درس		فارسی	جبر جامع
		انگلیسی	Universal Algebra
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت
پایه		اختیاری	دروس پیش - نیاز
اصلی		تخصصی	ندارد
نظری		نظری	۴۸
عملی		عملی	۳
نظری		نظری	ندارد
عملی		عملی	ندارد
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد	

هدف:

بحث جبر، مطالعه‌ی ساختارهای جبری است. پس از مطرح شدن ساختارهای جبری کلاسیک و با اهمیتی چون گروه، حلقه، مدول، و فضای برداری، در پی پیشرفت علوم مختلف و نیازهای روز، ساختارهای جبری دیگری همچون نیمگروه، تکواره، شبه گروه، شبکه، جبرهای تینگ، جبر بول، جبر لی، اتوماتا، و ... معرفی شدند. در نتیجه، نیاز به یک پارچه کردن مفاهیم دستگاه-های جبری و مطالعه کلی تر مفاهیم و ابزار مشترک آنها مطرح شده است. هدف این درس، مطالعه‌ی ساختارهای جبری به صورت کلی است. مفاهیم پایه‌ای و مشترک ساختارهای جبری آشنا، چون زیردستگاه جبری، همبستگی، و خارج قسمت جبرها را به طور کلی مطالعه می‌کنیم و ابزارهای مشترکی چون حاصلضرب، قضیه اساسی همبستگی، و قضیه‌های یکریختی را به صورت کلی مطرح می‌کنیم.

سرفصل:

جبر جامع (ساختار کلی جبری)، زیرجبر جامع، همبستگی جبرهای جامع، رابطه همبستگی، خارج قسمت جبر جامع، قضیه‌های یکریختی جبرهای جامع، شبکه زیرجبرها، شبکه همبستگی‌ها، ضرب، زیرضرب، جبرهای تجزیه‌ناپذیر و تحویل‌ناپذیر، قضیه نمایش بیرخوف (نمایش هر جبر بر حسب تحویل‌ناپذیرها)، جبر ساده، وارسته، جبر آزاد، مفاهیم معادله و اتحاد، جبرهای معادله‌ای، قضیه بیرخوف (معادل بودن وارسته و کلاس‌های معادله‌ای).

مراجع:

- [1] S. Burris and H.P. Sankapanavar, A Course in Universal Algebra, Springer, 1981.
- [2] George Grätzer, Universal Algebra, Springer, 1979.
- [3] P.M. Cohn, Universal Algebra (Mathematics and Its Applications), Springer, 1981.
- [4] K. Denecke and S.L. Wismath, Universal Algebra and Applications in Theoretical Computer Science, Chapman and Hall, 2002.
- [5] K. Denecke, and S.L. Wismath, Universal Algebra and Coalgebra, World Scientific Publishing Company, 2009.



عنوان درس		فارسی		نظریه مشبکه	
		انگلیسی		Lattice Theory	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش-نیاز	
پایه	اصلی	۳	۴۸	اختیاری	
	نظری			عملی	نظری
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف:

آشنایی با نظریه شبکه

سرفصل:

مجموعه‌های به طور جزئی مرتب، شبکه‌ها، هم‌ریختی‌ها و هم‌نهشتی‌ها، شبکه‌های متناهی، شبکه‌های مدولار و توزیع پذیر، شبکه‌های کامل، جبرهای بول، ایده‌آل و فیلتر، نمایش‌های شبکه‌های توزیع پذیر (قضیه استون)، برخی ویژگی‌های جبری و رسته‌ای شبکه‌ها، معرفی نظریه دامنه.

مراجع:

- [1] Grätzer, George, Lattice theory: foundation. Birkhäuser/Springer Basel AG, Basel, 2011.
- [2] Davey, B. A. and Priestley, H. A. Introduction to Lattices and Order. Second edition. Cambridge University Press, New York, 2002.
- [3] Roman, Steven, Lattices and Ordered Sets, Springer, New York, 2008.
- [4] Rutherford, D. E., Introduction to Lattice Theory, Hafner Publishing Co., New York 1965.
- [5] Grätzer, George. Lattice Theory. First concepts and distributive lattices. W. H. Freeman and Co., San Francisco, Calif., 1971.



عنوان درس		فارسی		ابرساختارهای جبری	
		انگلیسی		Algebraic Hyperstructures	
پایه		اصلی		نوع واحد	
تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش-نیاز	
۳		۴۸		ندارد	
اختیاری		تخصصی		عملی	
نظری		نظری		عملی	
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف:

آشنایی با ابرساختارهای جبری و کاربردهای آنها

سرفصل:

مروری بر مفاهیم نیم ابرگروه‌ها، ابرگروه‌ها، ابرگروه‌های انتقالی، ضرب نیم‌مستقیم ابرگروه‌ها، ابرگروه‌های کانونی، پلی گروه‌ها، قضایای یکریختی پلی گروه‌ها، فضاها، الحاقی، ابرگروه‌های کامل، کاربرد ابرگروه‌ها در هندسه، روابط بنیادی روی ابرگروه‌ها، ابرحلقه‌ها و انواع آنها، ابرایده‌آل‌ها، روابط بنیادی روی ابرحلقه‌ها، وجود ابرحلقه‌های غیر خارج قسمتی، ابرساختارهای ضعیف، مثال‌های زیست‌شناسی، شیمیایی و فیزیکی ابرساختارها.

مراجع:

[1] Corsini, Piergiulio and Leoreanu, Violeta, Applications of Hyperstructure Theory, Advances in Mathematics (Dordrecht) 5, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2003.

[2] Vougiouklis, Thomas. Hyperstructures and their representations. Hadronic Press Monographs in Mathematic, Hadronic Press, Inc., Palm Harbor, FL, 1994.



عنوان درس		فارسی	نظریه اتوماتا
		انگلیسی	Automata Theory
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعات
پایه		۳	۴۸
اصلی		اختیاری	دروس پیش - نیاز
نظری		عملی	نظری
عملی		نظری	عملی
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	
ندارد		ندارد	

هدف:

آشنایی با نظریه اتوماتا

سرفصل:

آشنایی با نظریه معمولی اتوماتا: اتوماتای دنباله ای و متناهی، درخت متناهی و نامتناهی، اتوماتا در رسته ها
 زبان های فازی، انواع گرامرها، گرامرهای زمینه آزاد فازی، گرامرهای ضرب، ماکزیمم زمینه-آزاد، زبان های فازی زمینه-آزاد،
 توصیف معنی فازی زبان های زمینه-آزاد، شناخت فازی از زبان های فازی، شناسایی فازی با استفاده از ماشین ها، زبان های
 فازی بازگشتی، خواص بستار، قضایای زبان و ابر صفحه های اتوماتا و ابر ساختارها، اتوماتا و شبه مرتبه ابر گروه ها

مراجع:

- [1] P. Corsini and V. Leoreanu, Application of Hyperstructure Theory, Kluwer Academic Publisher, 2003.
- [2] J. Mordeson and D. Malik, Fuzzy Automata and Languages Theory and Applications, Acrc. Press Company, 2002.
- [3] J. Adamek and V. Trnkora Klumer, Automata and Algebras in Catergories, Springer-Verlag, 1990.



عنوان درس		فارسی		نظریه اتوماتای فازی								
		انگلیسی		Fuzzy Automata Theory								
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش - نیاز						
پایه	اصلی	تخصصی		اختیاری		۴۸	۳	نظریه اتوماتا				
		عملی	نظری	عملی	نظری				عملی	نظری	عملی	نظری
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد										

هدف:

آشنایی با زبان های فازی، گرامرهای ضرب و شناسایی فازی، زبان های فازی بازگشتی

سرفصل:

نظریه اتوماتا و زبان، اتوماتای ماکزیمم - می نیمم، رفتار اتوماتای ماکزیمم - می نیمم، تحویل ناپذیری و مینیمالیتی اتوماتای ماکزیمم - می نیمم، زبان و گرامر فازی، نظریه جبری اتوماتای فازی، ماشین حالت متناهی فازی، حاصلضرب ماشین های حالت متناهی فازی، زبان منظم فازی، تشخیص دهنده های فازی می نیمال

مرجع:

[1] J. Mordeson and D. Malik, Fuzzy Automata and Languages, Chapman and Hall, CRC, 2002.



عنوان درس		فارسی		ساختارهای جبری فازی							
		انگلیسی		Fuzzy Algebraic Structures							
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش-نیاز					
پایه	اصلی	تخصصی		اختیاری		۴۸	۳	ندارد			
		عملی	نظری	عملی	نظری						
عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد					
حل تمرین: دارد/ ندارد											

هدف:

آشنایی با ساختارهای جبری فازی

سرفصل:

مجموعه‌های فازی و خواص آن‌ها، مجموعه‌های تراز، ارتباط منطق فازی و منطق لوکاسوئینج، منطق فازی چند بازه‌ای، نرم‌های مثلثی، زیرگروه‌های فازی، زیرگروه‌های تراز، همریختی‌های فازی در گروه‌ها، زیر حلقه‌ها و ایده‌آل‌های فازی، ایده‌آل‌های تراز فازی، ایده‌آل‌های اول و ماکسیمال فازی، زیر مدول‌های فازی، مدول‌های اول و اولیه فازی، مدول‌های فازی متناهی تولید شده، قضایای نمایشی مدول‌ها و همریختی‌های فازی مدول‌ها، سیستم‌های جبری فازی، جبرهای فازی خارج قسمتی، هم‌نهشتی‌های فازی، کاربردهای جبر فازی، رمزنگاری فازی، اتوماسیون فازی، شبکه زیرگروه‌های فازی، شبکه ایده‌آل‌های فازی، رسته زیرمدول‌های فازی و رابطه آن با رسته مدول‌های معمولی.

مراجع:

[1] Mordeson, John N.; Malik, D. S. Fuzzy Commutative Algebra: With a foreword by Azriel Rosenfeld. World Scientific Publishing Co., Inc., River Edge, NJ, 1998.

[2] Mordeson, John N.; Bhutani, Kiran R.; Rosenfeld, A. Fuzzy Group Theory. Studies in Fuzziness and Soft Computing. Springer, 2005.



عنوان درس		فارسی		ساختارهای جبری مرتب					
		انگلیسی		Ordered Algebraic Structures					
نوع واحد				تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش-نیاز	
پایه	اصلی	تخصصی		اختیاری		ندارد	۴۸	۳	
		عملی	نظری	عملی	نظری				
حل تمرین: دارد/ ندارد				نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد					

هدف:

آشنایی با ساختارهای جبری مرتب

سرفصل:

مفهوم ترتیب، نگاشت‌های حافظ ترتیب، نگاشت‌های باقیمانده‌ای، بستارها، یکرختی‌های مجموعه‌های مرتب، نیم گروه‌های نگاشت‌های باقیمانده‌ای، شبکه‌ها، زیرگروه‌های بشرو باقیمانده‌ای، مجموعه‌های خارج قسمتی مرتب، هم‌ارزی‌های قویا منظم بالایی، جبرهای هیتینگ، هم‌نهشتی‌ها و جبرهای تحویل ناپذیر مستقیم، نیم گروه‌های مرتب، گروه‌های مرتب، زیرگروه‌های مرتب، L -گروه‌ها، گروه‌های نمایش پذیر، حلقه‌ها و میدان‌های مرتب، زیرگروه‌های باقیمانده‌ای و زیرگروه‌های مرتب، زیرگروه‌های منظم.

مراجع:

- [1] Blyth, T. S. Lattices and ordered algebraic structures. Universitext. Springer-Verlag London, Ltd., London, 2005.
- [2] Birkhoff, Garrett. Lattice Theory. Third edition. American Mathematical Society Colloquium Publications, Vol. XXV American Mathematical Society, Providence, R.I. 1967.
- [3] Steinberg, Stuart A., Lattice-Ordered Rings and Modules, Springer, New York, 2010.



عنوان درس		فارسی		ساختارهای جبری منطقی					
		انگلیسی		Logical Algebraic Structures					
نوع واحد				تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش-نیاز	
پایه	اصلی		تخصصی		اختیاری		۴۸	۳	ندارد
	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری			
	حل تمرین: دارد/ ندارد								

هدف:

آشنایی با روابط بین منطق و ساختارهای جبری

سرفصل:

مشیکه، مشیکه توزیع پذیر و مدولار، جبر بولی، خواص مقدماتی BCK-جبرها و BCI-جبرها، جبرهای p -نیم ساده، BCI-ایدهآل ها، روابط همنهشتی و جبرهای خارج قسمتی، BCK-جبرهای استلزامی مثبت (استلزامی، جایجایی)، (شبه) BCI-همریختی ها، BCI-ایدهآل های استلزامی مثبت (استلزامی، جایجایی) با شرط (S)، BCI-جبرهای نرمال، رادیکال ایدهآل در BCK و BCI-جبرها.

مراجع:

[1] Huang, Yisheng. BCI-algebra. Science Press, 2006.

[2] Meng, Jie and Jun, Young Bae, BCK-Algebras. , Yung Moon Sa, Seoul, 1994.



عنوان درس		فارسی		نظریه نمایش تکواره‌ها	
		انگلیسی		Representation Theory of Monoids	
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت	
پایه		اختیاری		دروس پیش - نیاز	
اصلی		تخصصی		ندارد	
نظری		عملی		۴۸	
نظری		نظری		۳	
عملی		عملی		ندارد	
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف:

این درس تعمیم نظریه‌ی مدول‌هاست. کنش تکواره‌ها روی مجموعه‌ها زیر بنای نظریه‌ی سیستم‌های دینامیکی است. این ساختار کاربردهایی در علوم کامپیوتر، نظریه‌ی اتوماتا، زیربنای ریاضی ماشین‌های اتوماتیک، و از این قبیل دارد. هدف این درس، معرفی و مطالعه‌ی مفاهیم جبری این ساختار است.

سرفصل:

مطالعه مفاهیم بنیادی جبری تیم گروه‌ها و تکواره‌ها؛ عمل تکواره روی مجموعه، معرفی رسته M -مجموعه‌ها، بررسی ضرب، همضرب، عقب بر، برون‌بر، برابر ساز و هم‌برابر ساز در رسته M -مجموعه‌ها؛ M -مجموعه‌های آزاد و هم آزاد؛ مطالعه انواع M -مجموعه‌های انژکتیو مانند انژکتیو ضعیف، انژکتیو، انژکتیو، انژکتیو؛ بخشپذیری M -مجموعه‌ها، M -مجموعه‌های تصویری.

مرجع:

[1] M. Kip, U. Knauer and Alexander V. Mikhalev, Monoids, Acts and Categories, De Gruyter Expositions in Mathematics 29, 2000.



عنوان درس		فارسی	نظریه نیمگروه‌ها
Theory of Semigroups		انگلیسی	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت
پایه		اختیاری	دروس پیش - نیاز
اصلی		تخصصی	ندارد
نظری		عملی	۴۸
نظری		نظری	۳
عملی		عملی	ندارد
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد	

هدف:

نظریه‌ی نیمگروه‌ها علاوه بر کاربردهایش در جبر، ابزاری در آنالیز، نظریه‌ی عملگرها، معادلات دیفرانسیل جزئی، آنالیز هارمونیک، مکانیک کوانتومی و کلاسیک، و بسیاری دیگر دارد. هدف این درس، مطالعه‌ی مقدمات این دستگاه جبری است.

سرفصل:

نیمگروه‌ها، همبستگی نیمگروه‌ها، نیمگروه‌های خارج‌قسمتی، همبستگی ریس، نیمگروه آزاد، ایده‌آل نیمگروه، رابطه‌های گرین، نیمگروه‌های منظم، نیمگروه‌های ساده، صفر-ساده، کاملاً ساده، نیمگروه‌های کاملاً منظم، نیمگروه‌های کلیفورد، نیمگروه‌های وارون پذیر، نیمگروه‌های گروه‌های خودتوان.

مراجع:

[1] John M. Howie, Fundamental of Semigroup Theory, London Math Society Monographs, 1996.

[2] A.H. Clifford and G.B. Preston, The Algebraic Theory of Semigroups, Vol I, II, American Mathematical Society, 1967, reprint 2010.



عنوان درس		فارسی	همولوژی تکواره‌ها
		انگلیسی	Homology of Monoids
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت
پایه		اختیاری	دروس پیش - نیاز
اصلی		تخصصی	ندارد
نظری		عملی	۴۸
نظری		نظری	۳
عملی		عملی	ندارد
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد	

هدف:

مطالعه مفاهیم جبری بیشتر در رشته‌ی کنش‌های تکواره روی مجموعه‌هاست. به این ترتیب، کاربردهای بیشتری از نظریه نمایش تکواره‌ها بروز می‌نماید.

سرفصل:

مروری بر مفاهیم بنیادی جبری و رشته‌ای تکواره‌ها و M -مجموعه‌ها؛ مطالعه مفاهیم همولوژیک یکدستی M -مجموعه‌ها؛ طبقه‌بندی تکواره‌ها با استفاده از مفاهیم تصویری، یکدستی، بخشپذیری و خلوص مطلق برای M -مجموعه‌ها؛ هم‌ارزی و دوگانی موزیتا برای تکواره‌ها.

مرجع:

[1] M. Kip, U. Knauer and Alexander V. Mikhalev, Monoids, Acts and Categories, De Gruyter Expositions in Mathematics 29, 2000.



عنوان درس		فارسی		گراف‌ها و حلقه‌ها						
		انگلیسی		Graphs and Rings						
نوع واحد				تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش - نیاز				
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۳	۴۸	جبر پیشرفته
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	حل تمرین: دارد / ندارد				
							نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد / ندارد			

هدف:

آشنایی با برخی گراف‌های وابسته به حلقه‌ها و ارتباط میان خواص گرافی و خواص جبری در آن‌ها

سرفصل:

جبر جابه‌جایی: حلقه‌های نوتری و آرتینی، توسیع‌های حلقه‌ها، حلقه کسرها

گراف: گراف راسی انتقالی، گراف کمان انتقالی، گراف کیلی، هم‌ریختی گرافها، گرافهای مسطح

برخی گراف‌های وابسته به حلقه‌ها: گراف مقوم علیه صفر، گراف هم‌بیشین، گراف تام و یا برخی گراف‌های دیگر (با نظر مدرس و گروه می‌توان گراف‌های دیگر مرتبط با حلقه‌ها را جایگزین این گراف‌ها نمود. ضمناً لازم است حداقل سه نوع از این گراف‌ها معرفی و با ذکر مثال برخی خواص اساسی آن‌ها بیان گردد)

مجتمع‌های سادگی: خواص اساسی مجتمع‌های سادگی، ایده‌آل‌های Stanley – Reisner، ایده‌آل‌های Facet، دوگان الکساندر جمع‌های سادگی، هم‌کن‌سازی تک جمله‌ای‌ها.

مراجع:

- [1] T. Hibi and H. Herzog, Monomial ideals, Springer, Graduate Texts in Mathematics, Vol. 260, New York, 2011.
- [2] M. Kreuzer and L. Robbiano, Computational Commutative Algebra, Springer, 2008.
- [3] C. Godsil and G.F. Royle, Algebraic Graph Theory, Springer Graduate Texts in Mathematics, Vol. 207, New York, 2001.
- [4] J. Harris, J.L. Hirst and N. Mossinghoff, Combinatorics and Graph Theory, Springer, 2008.



عنوان درس		فارسی		گراف ها و ماتریس ها	
		انگلیسی		Graphs and Matrices	
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت	
پایه		اختیاری		دروس پیش - نیاز	
اصلی		تخصصی		ندارد	
نظری		عملی		۴۸	
نظری		نظری		۳	
عملی		عملی		ندارد	
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف:

آشنایی با برخی ماتریس های وابسته به گراف ها و خواص آنها

سرفصل:

یادآوری برخی مفاهیم جبرخطی: فضای سطری و ستونی یک ماتریس، رتبه ماتریس، چند جمله ای ویژه، مقادیر ویژه، دترمینان، ماتریس های متقارن، نیمه معین و معین مثبت، وارون چپ و راست یک ماتریس، وارون تعمیم یافته، وارون مور-پنروس یک ماتریس.

ماتریس وقوع: ماتریس وقوع یک گراف جهت دار - رتبه ماتریس وقوع یک گراف همبند- ماتریس تک مدولی نام - زیر ماتریس های ماتریس وقوع یک درخت- ماتریس مسیر- ماتریس وقوع 0-1

ماتریس مجاورت: ماتریس مجاورت یک گراف ساده - مقادیر ویژه ماتریس مجاورت- محاسبه مقادیر ویژه ماتریس مجاورت گراف های کامل و دوبخشی کامل و دور و مسیر - انرژی یک گراف - حاصل ضرب کرونکر دو ماتریس- ماتریس مجاورت یک گراف جهت دار.

ماتریس لاپلاس: ماتریس لاپلاس یک گراف ساده- خواص ماتریس لاپلاس- مقادیر ویژه ماتریس لاپلاس- ماتریس یالی یک درخت.

ماتریس فاصله: ماتریس فاصله یک گراف - دترمینان ماتریس فاصله یک درخت- رابطه میان ماتریس فاصله و ماتریس لاپلاس یک درخت - مقادیر ویژه ماتریس فاصله یک درخت.

مراجع:

- [1] J. A. Bondy and J. S. R. Murty, Graph Theory with Applications, Elsevier, 1977.
- [2] R.B. Bapat, Graphs and Matrices, Hindustan Book Agency, New Delhi and Springer, Heidelberg, 2010.
- [3] R.B. Bapat, Linear Algebra and Linear Models, Second ed., Hindustan Book Agency, New Delhi and Springer, Heidelberg, 2000.



عنوان درس		فارسی		گراف‌ها و گروه‌ها	
		انگلیسی		Graphs and Groups	
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت	
پایه		اختیاری		دروس پیش - نیاز	
اصلی		تخصصی		ندارد	
عملی		نظری		۴۸	
عملی		نظری		۳	
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف:

آشنایی با برخی گراف‌های وابسته به گروه‌ها و ارتباط میان خواص گرافی و خواص گروهی میان آنها

سرفصل:

گروه‌ها: عمل گروه روی یک مجموعه، مدار، گروه انتقالی، گروه ۲- انتقالی و k - انتقالی، گروه k - همگن، گروه اولیه، مدارهای زوجی، رده تزویج، گروه‌های متقارن، گروه‌های دو وجهی، گروه‌های چهارگانه‌ها، زیر گروه‌های سیلو، p - گروه‌ها.

گراف‌ها: زیرگراف‌های فراگیر و القایی، همبندی، قطر، کمر، عدد استقلال، عدد رنگی، عدد غلبه، عدد خوشه، جورسازی، مسطح، ۱- مسطح، مسطح بیرونی، خودریختی گراف، گراف خط.

گراف‌های وابسته به گروه‌ها: گراف کیلی، گراف مکعبی، گراف اشتراکی یک گروه، گراف مزدوج یک گروه، گراف ناجابه جایی و جابه جایی گروه، گراف نا نرمال یک گروه، گراف توانی، گراف‌های متباین و غیر متباین عناصر یک گروه و ارائه مثال‌ها و برخی خواص اساسی این گراف‌ها. (با نظر مدرس و گروه می‌توان گراف‌های دیگر مرتبط با گروه‌ها را جایگزین این گراف‌ها نمود)

مراجع:

- [1] N. Biggs, "Algebraic Graph Theory", 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge, 1993.
- [2] C. Godsil and G. Royle, "Algebraic Graph Theory", Springer, New York, 2001.
- [3] D. J. S. Robinson, A Course in the Theory of Groups, Springer-Verlag: New York-Heidelberg Berlin, 1982.



عنوان درس		فارسی		نظریه کدگذاری جبری	
Algebraic Coding Theory		انگلیسی			
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت	
پایه		اختیاری		دروس پیش - نیاز	
اصلی		تخصصی		۴۸	
نظری		عملی		۳	
نظری		نظری		جبر پیشرفته	
عملی		عملی		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	
حل تمرین: ندارد					

هدف:

آشنایی با نظریه کدگذاری جبری

سرفصل:

الگوریتم اقلیدسی، میدان ها متناهی، چندجمله ای های تحویل ناپذیر و ریشه های آن، ساختن میدان های متناهی، عناصر اولیه در میدان متناهی، زیرمیدان و توسیع میدان، ریشه های واحد و چندجمله ای های دایره بری، چندجمله ای اولیه، نظریه چندجمله ای های روی میدان متناهی

مفاهیم مقدماتی در نظریه کدگذاری، کدهای خطی، وزن همینگ، ماتریس مولد کد خطی، ماتریس بررسی توازن کد خطی، کد خطی دوگان، کدهای دوری، چندجمله ای مولد کد دوری، ماتریس مولد متناظر با آن، قضیه تناظر ایده آل های حلقه خارج قسمتی از چندجمله ای ها با کدهای دوری روی میدان، کدگذاری کدهای دوری.

مراجع:

- [1] Rudolf Lidl and Harald Niederreiter, Introduction to Finite Fields and Their Applications, Cambridge Uni. Press, 2003.
- [2] Gary L. Mullen and Daniel Panario, Handbook of Finite Fields, CRC Press, 2013.
- [3] San Ling, Coding Theory: A First Course, Cambridge Uni. Press, 2010.



عنوان درس		فارسی	نظریه جبری اعداد
		انگلیسی	Algebraic Number Theory
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعات
پایه		اختیاری	دروس پیش - نیاز
اصلی		تخصصی	ندارد
نظری		عملی	۴۸
نظری		نظری	۳
عملی		عملی	ندارد
حل تمرین: دارد / ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد / ندارد	

هدف:

آشنایی با اعداد جبری و خواص اساسی آنها و مباحث مرتبط

سرفصل:

اعداد صحیح گوسی، حساب میدان های مربعی، قضیه یکان ها، نظریه تجزیه در میدان های مربعی، متناهی بودن تعداد رسته، بحث در مورد قضیه آخر فرما

مراجع:

- [1] M. Ram Murty and Jody Esmonde, Problems in Algebraic Number Theory Theory", 2nd ed., Springer, 2004.
- [2] Sege Lange, "Algebraic Number Theory", Springer, New York, 1994.
- [3] Robert B. Ash, A course in Algebraic Number Theory, Dover Publications Inc. Mineola, New York, 2010.



عنوان درس		فارسی	مباحث ویژه در جبر	
		انگلیسی	Special Topics in Algebra	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز
پایه	اصلی	تخصصی		اجازه گروه
		نظری	عملی	
حل تمرین: ندارد	نظری	اختیاری		نیاز به اجرای پروژه عملی:
		نظری	عملی	
ندارد				

درسی است در سطح کارشناسی ارشد یا بالاتر در زمینه جبر که بر حسب امکانات و نیاز برای اولین بار ارائه می‌گردد. ریز مواد درسی مربوطه قبل از ارائه بایستی به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه، دانشکده و دانشگاه برسد. طبقاً این درس در سالهای آتی با نام خاص خود ارائه خواهد شد و در لیست جدول دروس اختیاری قرار خواهد گرفت.

