



دانشگاه تهران

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: ریاضیات و کاربردها

دانشکدگان علوم

مصوب جلسه مورخ ۱۴۰۴/۶/۹ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه

این برنامه بر اساس آیین نامه وزارتی تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاههای دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر دانشکدگان علوم بازنگري و در چهار صد و نود و هفتمین جلسه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه مورخ ۱۴۰۴/۶/۹ به تصویب رسیده است.



مصوبه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه تهران در خصوص برنامه درسی

رشته: ریاضیات و کاربردها

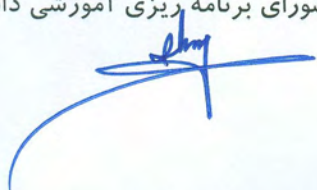
دوره: کارشناسی ارشد

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها که توسط اعضای هیات علمی دانشکده علوم بازنگری شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها از تاریخ ۱۴۰۴/۶/۹ جایگزین برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها مصوب جلسه مورخ ۱۳۹۵/۴/۲۱ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه می شود.
- هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه برسد.

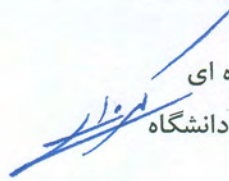
محمد علی شریفی

دبیر شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه



محمود کمره ای

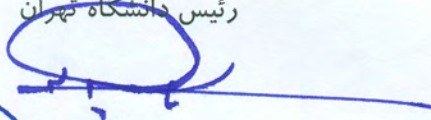
معاون آموزشی دانشگاه



رای صادره جلسه مورخ ۱۴۰۴/۶/۹ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها صحیح است، به واحد ذیربط ابلاغ شود.

محمد حسین امید

رئیس دانشگاه تهران





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



دانشگاه تهران

برنامه درسی رشته

ریاضیات و کاربردها

Master of Mathematics and Applications
مقطع کارشناسی ارشد

گرایشها

-	-
آنالیز	Analysis
جبر	Algebra
هندسه و توپولوژی	Geometry and topology
گراف و ترکیبیات	Graphs and combinatorics



اعضای کمیته تدوین و بازنگری برنامه:

عضو هیات علمی دانشگاه تهران	دکتر محمدباقر اسدی
عضو هیات علمی دانشگاه تهران	دکتر مهدی خواجه صالحانی
عضو هیات علمی دانشگاه تهران	دکتر رضا رضواند
عضو هیات علمی دانشگاه تهران	دکتر امیر قادرمرزی



جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱		اصلاح سرفصل درس آنالیز حقیقی ۱
۲		اصلاح سرفصل درس آنالیز حقیقی ۲
۳		اضافه شدن درس نظریه ارگودیک
۴		اضافه شدن درس گروه های تبدیل
۵		اضافه شدن درس هندسه مختلط
۶		اضافه شدن درس رویه های ریمان
۷		اضافه شدن درس نظریه گره
۸		اضافه شدن درس گروه های توپولوژیک و گروه های لی
۹		اضافه شدن درس نظریه ابرساختارهای جبری
۱۰		به روزرسانی منابع دروس
۱۱	تعداد کل واحدهای دوره ۳۲	تعداد کل واحدهای دوره ۲۸
۱۲	تعداد واحدهای دروس تخصصی اختیاری ۱۲	تعداد واحدهای دروس تخصصی اختیاری ۱۰
۱۳		اضافه شدن درس نظریه مجموعه ها و منطق فازی



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



الف) مقدمه: معرفی کلی و تبیین برنامه درسی

دوره‌های تحصیلات تکمیلی نقشی اساسی در شکل‌گیری پیکره‌ی علمی و رشد توانایی‌های فناوری کشور ایفا می‌کنند. با در نظر داشتن پیشرفت‌های روزافزون در سطح جهانی و پیدایش نیازهای علمی-پژوهشی جدید در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور، بازنگری ادواری و به‌روزرسانی برنامه‌های درسی دوره‌های تحصیلات تکمیلی ضروری است.

متن حاضر محصول بازبینی برنامه دروس دوره کارشناسی ارشد رشته‌ی ریاضیات و کاربردها در دانشگاه تهران است. در تعریف عنوان‌ها و تعیین سرفصل‌ها، ضمن در نظر داشتن تجربه‌های پیشین و توجه به برنامه‌های درسی دانشگاه‌های معتبر دنیا، تلاش شده است که تنوع و تعدد دروس پاسخ‌گوی طیف وسیعی از علائق و نیازهای دانشجویان دوره‌های تحصیلات تکمیلی باشد.

در دنیای ریاضیات امروزی، مرزبندی سنتی میان «ریاضیات محض» و «ریاضیات کاربردی» کم و بیش از میان رفته است؛ چرا که بسیاری از موضوعات که در گذشته صرفاً «محض» تلقی می‌شده‌اند، امروزه جایگاه خود را در حل مسائل «کاربردی» نیز تثبیت کرده‌اند. از سوی دیگر، برخی از مسائل کاربردی منجر به پیدایش و گسترش شاخه‌هایی از ریاضیات شده‌اند که از لحاظ غنای نظری نیز توجه طیف وسیعی از ریاضی‌پیشه‌گان را به خود جلب کرده‌اند. نامگذاری این رشته با عنوان ریاضیات و کاربردها نیز به سبب درهم تنیدگی مباحث محض و کاربردی می‌باشد.

ب) اهداف

به طور کلی، هدف دوره‌های تحصیلات تکمیلی رشته‌ی ریاضی، تداوم و تکمیل دوره‌های کارشناسی، در راستای آمادگی برای حضور در عرصه‌های پژوهشی است. هدف اصلی در دوره کارشناسی ارشد، آشنایی بیشتر با حوزه‌های ریاضی و مطالعه و درک مقاله‌های تحقیقاتی است.

پ) اهمیت و ضرورت

ریاضیات، چه به عنوان علمی قائم به ذات و چه به عنوان زبان و گنجینه‌ای از ابزارها برای سایر علوم، همواره یکی از ارکان بنیادین در شکل‌گیری یک نظام آموزشی و پژوهشی سالم و کارآمد بوده است. تجربه‌های جهانی طی سده‌های پیشین گواهی‌ست بر این واقعیت که دو جنبه‌ی یاد شده در بالا قابل تفکیک نیستند. به بیان دیگر، پیشرفت در علوم ریاضی از یک سو و ارتقای سطح دانش در زمینه‌های گوناگون سایر علوم پایه، رشد توانایی صنعتی، پیشرفت دانش پزشکی و شکوفایی اقتصادی، از سوی دیگر، اموری تفکیک‌ناپذیر هستند و بی‌توجهی به یک جنبه منجر به ضعف یا دست‌کم رشد ناسالم دیگری خواهد شد. همچنین علاوه بر نیاز مبرم به پرورش پژوهش‌گران تراز اول برای حضور در عرصه‌های ممتاز پژوهشی در ریاضیات دنیا، نیاز به متخصصین شاخه‌های ریاضیات برای ایجاد و گسترش فعالیت‌های میان‌رشته‌ای نیز اساسی است؛ چرا که بر خلاف گذشته‌های دور، پیشرفت‌های علمی بنیادین در دنیای امروز اغلب نیازمند همکاری گروهی از متخصصین کارآزموده در دانش‌های گوناگون است.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

طول دوره کارشناسی ارشد دو سال (چهار نیم‌سال تحصیلی) است. اما در شرایط ویژه، با تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده و رعایت مقررات مالی دانشگاه، دانشجو می‌تواند از سنوات اضافی استفاده کند.



دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها / ۶

تعداد کل واحدهای دوره کارشناسی ارشد ۲۸ واحد است که ۲۰ واحد از آن شامل ۵ درس، هر یک به ارزش ۴ واحد خواهد بود (برای ملاحظه ضوابط اخذ دروس اختیاری بیشتر، به بند (ج) رجوع کنید). کلیه دروس، نظری هستند و برای هر درس ۴ واحدی ۶۴ ساعت آموزش (نظری) در یک نیمسال تحصیلی در نظر گرفته شده است. دانشجوی کارشناسی ارشد در گرایش‌های آنالیز، جبر، هندسه و توپولوژی، و ترکیبیات به شرح ذیل این دروس را اختیار می‌نماید:

(الف) گذراندن هر دو درس ردیف‌های ۱ و ۲ از جدول دروس تخصصی برای دانشجویان کارشناسی ارشد الزامی است.

(ب) دانشجوی دوره کارشناسی ارشد موظف است حداقل یکی از دروس هندسه خمینه‌ها و یا توپولوژی جبری را از جدول دروس تخصصی الزامی اخذ نماید.

(ج) دانشجوی کارشناسی ارشد، باید جمعاً به ارزش ۱۰ واحد از جدول دروس تخصصی اختیاری (در زمینه‌های آنالیز ریاضی، جبر، هندسه-توپولوژی و ترکیبیات) انتخاب کند.

پایان‌نامه در این دوره به ارزش ۶ واحد و سمینار به ارزش ۲ واحد است.

(د) دانشجو می‌تواند با تایید استاد راهنما و در صورت موافقت شورای گروه آموزشی و شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده، حداکثر دو درس را از جدول دروس تحصیلات تکمیلی رشته‌های دیگر اخذ نماید.

دروس‌های جبرانی

دانشجویان دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها، در صورت صلاح دید شورای گروه و شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده، ملزم به گذراندن حداکثر ۱۲ واحد درسی به عنوان درس‌های کمبود از مقطع قبل (کارشناسی) خواهند بود.

جدول (۱) - توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس جبرانی	حداکثر ۱۲ واحد
دروس تخصصی الزامی	۱۲
دروس تخصصی اختیاری	۱۰
پایان نامه	۶
جمع	۲۸



ث) نقش، توانایی و شایستگی مورد انتظار از دانش آموختگان:

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
داشتن توانایی تدریس (یا همکاری در تدریس) دروس ریاضیات پایه برای سایر رشته‌ها و دیگر سطوح آموزشی	کلیه دروس
تحقیق زیر نظر پژوهشگران ارشد و یا به طور گروهی	کلیه دروس
پیوستن به گروه‌های پژوهشی میان‌رشته‌ای	کلیه دروس
آمادگی لازم برای ادامه‌ی تحصیل در گرایش‌های علوم ریاضی و رشته‌های مرتبط	کلیه دروس

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری پذیرش دانشجو صورت می‌پذیرد.

چ) شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته؛

شکل نظام بصورت ترمی - واحدی خواهد بود. هر واحد نظری معادل ۱۶ ساعت در طول یک نیمسال تحصیلی تدریس می‌شود.



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول (۲) عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی		نظری	عملی		
۱	مبانی ریاضیات	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-		
۲	جبر ۱	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-		
۳	جبر ۲	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-		
۴	آنالیز ریاضی ۱	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-		
۵	آنالیز ریاضی ۲	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-		
۶	توپولوژی عمومی	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-		
۷	جبر خطی	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-		

- دانشجویان موظف به گذراندن حداکثر ۱۲ واحد از دروس جدول فوق به تشخیص گروه آموزشی می باشد.



جدول (۳) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	تعداد ساعات*		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		نظری	عملی		
۱	جبر پیشرفته *	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		
۲	آنالیز حقیقی ۱ *	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		
۳	هندسه خمینه ها	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		
۴	توپولوژی جبری	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		
	جمع کل	۱۴	۱۴	-	-	۶۴	۱۹۲	-		

- دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها ملزم به اخذ دروس ستاره دار (۱ و ۲) و یکی از دروس ردیف ۳ یا ۴ را اخذ نماید.
- دانشجو موظف به گذراندن ۱۲ واحد از دروس جدول فوق می باشد.



جدول (۴) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری گرایش آنالیز

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	تعداد ساعات*		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		پیش نیاز	نوع نیاز
			نظری	عملی	عملی - نظری		فکری	عملی	مرتبط است	مرتبط نیست		
۱	آنالیز حقیقی ۲	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		آنالیز حقیقی ۱	
۲	آنالیز مختلط	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		-	
۳	آنالیز تابعی	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		-	
۴	نظریهٔ عملگر	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		آنالیز حقیقی ۱	
۵	جبرهای باناخ	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		آنالیز تابعی	
۶	C*-جبرها	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		آنالیز تابعی	
۷	جبرهای عملگری	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		آنالیز تابعی	
۸	مباحثی در آنالیز تابعی	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		آنالیز تابعی	
۹	آنالیز هارمونیک ۱	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		آنالیز حقیقی ۱	
۱۰	آنالیز هارمونیک ۲	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		آنالیز هارمونیک ۱	
۱۱	میانگین پذیری	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		جبرهای باناخ	
۱۲	آنالیز روی نیم گروه‌ها	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		-	
۱۳	آنالیز محدب	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		-	
۱۴	نظریه تحلیلی اعداد	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		-	
۱۵	نظریه ارگودیک	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		آنالیز حقیقی ۱	
۱۶	گروه های تبدیل	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-	✓		-	
۱۷	سمینار	۲	۲	-	-	۱۶	۳۲	-	✓			

• دانشجو موظف به گذراندن ۱۰ واحد از دروس جدول فوق می باشد.

• دانشجو می تواند با تایید استاد راهنما و در صورت موافقت شورای گروه آموزشی و شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده، حداکثر دو درس را از جدول دروس تحصیلات تکمیلی رشته های دیگر اخذ نماید.



جدول (۵) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری گرایش جبر

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	تعداد ساعات*		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		پیش نیاز	نوع نیاز
			نظری - عملی	عملی	نظری		نظری	عملی	مرتبط است	مرتبط نیست		
۱	منطق جبری	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓		جبر پیشرفته	
۲	منطق وجهی	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓		-	
۳	جبر جامع	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓		جبر پیشرفته	
۴	نظریه رسته‌ها	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓		جبر پیشرفته	
۵	نظریه جبری اعداد	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓		جبر پیشرفته	
۶	ختم‌های بیضوی	۴	۴	---	۴	۱۶	۶۴	-	✓		-	
۷	فرم‌های مدولار	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓		جبر پیشرفته	
۸	مباحثی در نظریه اعداد	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓		-	
۹	روش‌های همولوژیک در جبر جابه‌جایی	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓		جبر پیشرفته	
۱۰	مباحثی در جبر جابه‌جایی	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓		روش‌های همولوژیک در جبر جابه‌جایی	
۱۱	کوهمولوژی موضعی	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓		روش‌های همولوژیک در جبر جابه‌جایی	
۱۲	جبر جابه‌جایی محاسباتی	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓		جبر پیشرفته	



دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها / ۱۳

۱۳	هندسه جبری محاسباتی	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓	جبر پیشرفته
۱۴	هندسه توریک	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓	جبر پیشرفته
۱۵	هندسه تروپیکال	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓	جبر پیشرفته
۱۶	نظریه نمایش جبرها	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓	روش های همولوژیک در جبر جابه جایی
۱۷	جبر همولوژیک نسبی	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓	روش های همولوژیک در جبر جابه جایی
۱۸	جبر همولوژیک پیشرفته	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓	روش های همولوژیک در جبر جابه جایی
۱۹	K-تئوری جبری	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓	جبر پیشرفته
۲۰	نظریه گروه ها	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓	جبر پیشرفته
۲۱	گروه های جایگشتی	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓	نظریه گروه ها
۲۲	گروه های خطی	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓	نظریه گروه ها
۲۳	نظریه نمایش گروه های متناهی	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓	نظریه گروه ها
۲۴	نظریه ابرساختارهای جبری	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓	-
۲۵	نظریه مجموعه ها و منطق فازی	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓	-
۲۶	نظریه حلقه و مدول	۴	۴	-	۴	۱۶	۶۴	-	✓	-
۲۷	سمینار	۲	۲	-	۲	۱۶	۳۲	-	✓	-

- دانشجو موظف به گذراندن ۱۰ واحد از دروس جدول فوق می باشد.
- دانشجو می تواند با تایید استاد راهنما و در صورت موافقت شورای گروه آموزشی و شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده، حداکثر دو درس را از جدول دروس تحصیلات تکمیلی رشته های دیگر اخذ نماید.



جدول (۶) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری گرایش هندسه و توپولوژی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	تعداد ساعات*		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		نظری	عملی	مرتبط است	مرتبط نیست		
۱	نظریه بافه ها و طرح ها	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	جبر پیشرفته	
۲	هندسه ریمانی	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	هندسه خمینه ها	
۳	نظریه هموتوبی پایا	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	توپولوژی جبری	
۴	نظریه های همولوژی تعمیم یافته: K-تئوری و هممرزی	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	توپولوژی جبری	
۵	مکانیک هندسی	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	هندسه خمینه ها	
۶	هندسه مختلط	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	هندسه خمینه ها	
۷	رویه های ریمان	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	-	
۸	نظریه گره	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	-	
۹	گروه های توپولوژیک و گروه های لی	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	هندسه خمینه ها	
۱۰	هندسه جبری	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	جبر پیشرفته	
۱۱	کوهمولوژی در هندسه جبری	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	هندسه جبری	
۱۲	خم ها و رویه های جبری	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	هندسه جبری	
۱۳	سمینار	۲	۲	-	-	۱۶	۳۲	-		✓		

• دانشجو موظف به گذراندن ۱۰ واحد از دروس جدول فوق می باشد.

• دانشجو می تواند با تایید استاد راهنما و در صورت موافقت شورای گروه آموزشی و شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده، حداکثر دو درس را از جدول دروس تحصیلات تکمیلی رشته های دیگر اخذ نماید.



جدول (۷) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری گرایش گراف و ترکیبیات

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	تعداد ساعات*		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		پیش نیاز	نوع نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		نظری	عملی	مرتبط است	مرتبط نیست		
۱	نظریه گراف پیشرفته	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	-	
۲	آنالیز ترکیبی	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	-	
۳	نظریه جبری گراف	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	-	
۴	ترکیبیات جبری	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	-	
۵	مباحثی در ترکیبیات	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	-	
۶	جبرهای تک جمله‌ای	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	جبر پیشرفته	
۷	جبر جابه‌جایی ترکیبیاتی	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	جبر پیشرفته	
۸	گروه‌های کاکستر	۴	۴	-	-	۱۶	۶۴	-		✓	-	
۹	سمینار	۲	۲	-	-	۱۶	۳۲	-		✓		

- دانشجو موظف به گذراندن ۱۰ واحد از دروس جدول فوق می باشد.
- دانشجو می تواند با تایید استاد راهنما و در صورت موافقت شورای گروه آموزشی و شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده، حداکثر دو درس را از جدول دروس تحصیلات تکمیلی رشته های دیگر اخذ نماید.



فصل سوم

ویژگی‌های دروس



الف) عنوان درس به فارسی: جبر پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Algebra	
دروس پیش نیاز:	نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:	☐ پایه ☒ نظری	
تعداد واحد:	☐ تخصصی الزامی ☐ عملی	
تعداد ساعت:	☐ نظری-عملی ☐ تخصصی اختیاری	
	☐ پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
	۴	
	۶۴	

ب) هدف کلی: معرفی مقدماتی مباحث جبری بالاخص نظریه مدول ها جهت آشنایی دانشجویان با گرایش های وابسته به جبر.

اهداف ویژه:

- آشنایی با نظریه مدول ها و مطالب رسته ای مرتبط با آن، آشنایی با مقدمات جبر جابجایی

پ) سرفصل ها:

۱-مطالب بنیادی مدول ها:مدول هاو زیر مدول ها-هم ریختی ها و دنباله های دقیق، حاصل ضرب و حاصل جمع مدول ها، حاصل ضرب تانسوری مدول ها، تابعگون های Hom و $\otimes$.

۲-مطالب رسته ای مدول ها:رسته و تابعگون، مدول های آزاد، مدول های پروژکتیو،مدول های انژکتیو، مدول های یکدست.

۳-مطالب تکمیلی: رادیکال جیکوبسن حلقه ها، شرط های زنجیری روی مدول ها، حلقه های نوتری و آرتینی، مدول های ساده و نیم ساده،حلقه های نیم ساده و ابتدایی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

۲۰ درصد	فعالیت های کلاسی در طول نیم سال
۳۰ درصد	آزمون پایان نیم سال
۵۰ درصد	آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱-سیامک یاسمی، محمدرضا پورنکی، مقدمه ای بر نظریه مدول ها؛موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۴.

2-J. J. Rotman, Advanced Modern Algebra, American Math. Soc., Vol 114, 2010.

3-T. W. Hungerford, Algebra, GTM 73, Springer-Verlag, 1980.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:-

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: آنالیز حقیقی ۱		
Real Analysis 1	عنوان درس به انگلیسی:	
	دروس پیش نیاز:	
	دروس هم نیاز:	
	تعداد واحد:	
	تعداد ساعت:	
نوع درس و واحد		
پایه ☐ نظری ☒		
تخصصی الزامی ☒ عملی ☐		
تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐		
پروژه/رساله/پایان نامه ☐		
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		

ب) هدف کلی: هدف این درس آشنایی با نظریه اندازه، انتگرال لبگ و خواص آن و فضاهای باناخ و هیلبرت است.

اهداف ویژه

- آشنایی با نظریه اندازه و نظریه انتگرال لبگ

پ) سرفصل ها:

جبر و سیگما جبر، مولد یک سیگما جبر، تعریف اندازه و خواص مقدماتی آن، اندازه ی کامل، اندازه ی بیرونی و قضیه ی کاراتنودوری، ساخت اندازه های بول روی خط حقیقی، توابع اندازه پذیر، تعریف انتگرال و خواص مقدماتی آن، ارتباط بین انتگرال ریمان و انتگرال لبگ روی خط حقیقی، قضیه ی همگرایی یکنوا، لم فاتو، قضیه ی همگرایی تسلطی، قضیه ی اگوروف. همگرایی در اندازه و همگرایی در نرم یک، اندازه های حاصل ضربی، قضیه ی فوبینی و تونلی، اندازه های علامت دار، تجزیه ی هان و ژوردان، قضیه ی رادون-نیکودیم، اندازه های مختلط. فضای نرم دار و فضای باناخ، معرفی فضای L^p به عنوان فضای نرم دار، عملگرهای خطی کران دار، نرم عملگر، فضای خارج قسمتی، تابعک های خطی کراندار، فضای دوگان و نتایج مرتبط با قضیه ی هان-باناخ، فضای هیلبرت، تعامد و پایه.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1-G. B. Folland, Real Analysis, Modern Techniques and their Applications, Wil.Int. Publication, 1999.
- 2-H. L. Royden, P.M. Fitzpatrick, Real Analysis, 4th edition, Macmillan, New York, 2010.
- 3-W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw-Hill, New York, 1987.
- 4- J. B. Conway, A Course in Functional Analysis, Springer, 1994.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد



الف) عنوان درس به فارسی: هندسه خمینه‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Geometry of Manifolds	
دروس پیش‌نیاز:	نوع درس و واحد	
دروس هم‌نیاز:	☐ پایه ☐ نظری ☐ تخصصی الزامی ☐ عملی	
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی
تعداد ساعت:	۶۴	☐ پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری

ب) هدف کلی: آشنایی با حسابان روی خمینه‌های هموار.

اهداف ویژه:

- آشنایی با حسابان و آنالیز روی خمینه‌های هموار

پ) سرفصل‌ها:

مروری بر مباحث مورد نیاز از آنالیز چند متغیره (قضیه تابع ضمنی، قضیه تابع معکوس و قضیه رتبه)، خمینه توپولوژیک، ساختار هموار و نگاشت‌های هموار، مشتق‌پذیری توابع بین دو خمینه و همواری آن‌ها، نشان دادن و غوطه‌وری، فضای مماس و دوگان آن، عملگرهای مشتق، فضای مماس خمینه‌های غوطه‌ور (نشانده شده)، میدان‌های برداری، عملگر مشتق گیر لی، میدان‌های برداری مماس و عمود، مفهوم جهت‌پذیری، زیر خمینه‌های انتگرال، انتگرال‌پذیری میدان‌های برداری، مفهوم توزیع قضیه فروبنیوس، جبر تانسورهای همورد و پادورد، فرمهای دیفرانسیل، عنصر حجم، انتگرال‌گیری، جبر لی و گروه‌های لی. عمل گروه‌های لی، براکت‌های لی و پواسون، رابطه عملگر گروه با انتقال فضای مماس، عملگر گروه یک پارامتری و مفهوم شارش، تابع مورش، نفاط تکین یک تابع مورش، قضیه مورش، مجتمع مورش، کاربرد تابع مورش در مطالعه توپولوژی یک خمینه هموار، نامساوی مورش.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- W.M. Boothby. An Introduction to Differentiable Manifolds and Riemannian Geometry. 2nd ed. Pure and Applied Mathematics, 120. Academic Press Inc., 1986.
- 2-F.W. Warner, Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups, Reprint (English), GTM 94, Springer-Verlag, 1983.
- 3-J. W. Milnor, Topology from the Differentiable Viewpoint, Princeton University Press, 1965.
- 4-V. Guillemin and A. Pollack, Differential Topology, Reprint of the 1974 original, Providence, RI: AMS Chelsea Publishing, 2010.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:-

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: توپولوژی جبری		
عنوان درس به انگلیسی:	Algebraic Topology	
دروس پیش نیاز:	نظری ☐ پایه ☐	
دروس هم نیاز:	تخصصی الزامی ☒ عملی ☐	
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی: هدف از این درس آشنایی با نظریه هوموتوپو نظریه هومولوژی تکن و سلولی است.

اهداف ویژه:

- تدریس اصول پایه توپولوژی جبری و آماده سازی دانشجویان برای یادگیری مفاهیم عمیق تر

پ) سرفصل ها:

۱- **هوموتوپي:** توپولوژی فشرده-باز روی فضای توابع پیوسته، رابطه هوموتوپي آزاد، تابع الحاقی القاء شده بین مجموعه کلاس های هوموتوپي، نگاشت های بین زوج مرتب از فضاها و رابطه هوموتوپي بین این نگاشت ها، رابطه الحاقی القاء شده روی مجموعه کلاس های هوموتوپي، رابطه بین هوموتوپي آزاد و هوموتوپي بین توابع حافظ نقطه، همسانی هوموتوپي، انقباض پذیری، دگردیسی و دگردیسی قوی، توابع القاء شده بین مجموعه کلاس های هوموتوپي توسط توابع بین دو فضای توپولوژیک و رفتار همسانی هوموتوپي تحت این توابع، H -فضاها و H -هم فضاها، رشته های Barratt-Puppe برای یک نگاشت، جمع دورها و گروه بنیادی، گروه های هوموتوپي از مراتب بالا، رفتار گروه های هوموتوپي نسبت به حاصل ضرب فضاها، فضاها پوششی. لم بالابری مسیر و بالابری هوموتوپي، محاسبه گروه بنیادی دایره، فضای تصویری و فضای لنز، قضیه سایفرت - ون کامپن و کاربردهای آن، کلاف های تار و تار بندی ها، رشته کامل Serre برای گروه های هوموتوپي، مفهوم «کشتن» گروه های هوموتوپي و معرفی فضاها آیلنبرگ-مور.

۲- **هومولوژی:** مجتمع های زنجیری، هومولوژی مجتمع های زنجیری، نگاشت های القاء شده در سطح هومولوژی، رشته دقیق هومولوژی القاء شده توسط رشته کوتاه دقیق از مجتمع های زنجیری، هومولوژی تکن، هومولوژی تکن با ضرایب در یک گروه آبلی. هومولوژی پوشش ها و رشته کامل Mayer-Vietoris برای گروه های هومولوژی، محاسبه هومولوژی کره و کاربردهای این محاسبه در قضیه نقطه ثابت Brouwer و قضیه خم جوردن، مجتمع های سلولی، رشته دقیق هومولوژی برای رشته هم-تار بندی، محاسبه هومولوژی فضاها تصویری فضاها تصویری مختلط و کوآتریونی، هومولوژی نسبی، گروه های هومولوژی تحویل یافته، هومولوژی سلولی، محاسبه هومولوژی فضاها تصویری حقیقی.

۳- **کوهومولوژی:** قضیه های ضرایب عمومی برای محاسبه گروه های کوهومولوژی، محاسبه گروه های کوهومولوژی برای فضاها تصویری، ضرب cup و حلقه کوهومولوژی مدرج یک فضا، حلقه کوهومولوژی برای فضاها تصویری، قضیه Kunneth برای محاسبه هومولوژی و کوهومولوژی فضاها حاصل ضرب، کاربردهایی از هومولوژی و کوهومولوژی در مطالعه هوموتوپي نگاشت ها، پایای هوپف (Hopf invariant) و کاربردهای آن. بیان (و نه اثبات) قضیه Adams.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد



چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1-B. Gray, Homotopy Theory, An Introduction to Algebraic Topology, Pure and Applied Mathematics, Vol. 64, Academic Press, 1975.
- 2- G. E. Bredon, Geometry and Topology, GTM 139, Springer-Verlag, 1993.
- 3-A. Hatcher, Algebraic Topology, Cambridge University Press, 2002.
- 4- R. M. Switzer, Algebraic Topology-- Homology and Homotopy, Reprint of the 1975 Edition, Classics in Mathematics, Springer-Verlag, 2002.
- 5- S. H. Weintraub, Fundamentals of Algebraic Topology, Springer, 2014.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



فصل سوم

ویژگی‌های دروس

گرایش آنالیز



الف) عنوان درس به فارسی: آنالیز حقیقی ۲			
عنوان درس به انگلیسی:		Real Analysis II	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	آنالیز حقیقی ۱	
تخصصی الزامی ☐	عملی ☐		
تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐		
پروژه/رساله/پایان نامه ☐		۴	تعداد واحد:
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		۶۴	تعداد ساعت:
مرتبط با آموختن/مأموریت موسسه نیست ☒	مرتبط با آموختن/مأموریت موسسه است ☐	وضعیت آموختن/مأموریتی درس	

ب) هدف کلی: هدف این درس آشنایی کامل با اندازه، به ویژه اندازه های علامت دار و مختلط، اندازه های رادون و دوگان فضاهای L^p و $C_0(X)$ است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با اندازه های علامت دار و مختلط
- آشنایی با دوگان $C(X)$

پ) سرفصل ها:

اندازه های علامت دار و مختلط، توابع با تغییر کراندار، اندازه های بورل مختلط روی R ، توابع مطلقاً پیوسته، قضیه اساسی حساب برای انتگرال لبگ، فضاهای L^p و دوگان آن ها، برخی از مفاهیم توپولوژی از جمله تور و زیر تور و فشردگی، توپولوژی ضعیف و ضعیف ستاره و نتایج مرتبط با آن، معرفی فضاهای موضعا فشرده، محمل توابع، لم اوریسون و قضیه گسترش تیتز برای فضاهای موضعا فشرده، اندازه های منظم و رادون، تابعک های خطی مثبت روی فضای توابع پیوسته با محمل فشرده، قضیه نمایش ریس، قضیه ی لوسین.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1- G. B. Folland, Real Analysis, Modern Techniques and their Applications, Wiley Interscience Publication, 1999.

2- H. L. Royden, P.M. Fitzpatrick, Real Analysis, 4th edition, Macmillan, New York, 2010.

3- W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw-Hill, New York, 1987.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: -

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: آنالیز مختلط			
عنوان درس به انگلیسی:		Complex Analysis	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله/پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه
		نیست ☒	است ☐

ب) هدف کلی: هدف این درس آشنایی با مفاهیم جدید در حوزه توابع مختلط و قضایای مهم مانند قضایای پیکار و است

اهداف ویژه:

- آشنایی با نظریه توابع تحلیلی

- آشنایی با نظریه انتگرال مختلط و کاربردهای آن

پ) سرفصل‌ها:

توابع تحلیلی و سری‌های توانی، قضیه کشی در حالت کلی، فرمول انتگرال کشی، توابع تام و مرومرفیک، قضیه هادامار، آشنایی با رویه‌های ریمانی، نگاشت‌های همدیس، قضیه نگاشت باز، مانده و موارد استعمال آن، اصل ماکزیمم قدر مطلق، قضیه نگاشت ریمن، توابع وایراشتراس، قضایای پیکار، قضیه بلاک، قضیه رنکه، قضیه میتاگ لفلر، آشنایی با توابع همساز.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- J. B. Conway, Functions of One Complex Variable, Vol. I, II, Sec. Ed., Springer-Verlag, 1978.
- 2- R. Narasimhan, Y. Nievergelt, Complex Analysis in One Variable, Sec. Ed., Birkhäuser, 2001.
- 3- W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw-Hill, 1974.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: آنالیز تابعی		
عنوان درس به انگلیسی:	Functional Analysis	
دروس پیش نیاز:	نظری ☒ پایه ☐	
دروس هم نیاز:	عملی ☐ تخصصی الزامی ☐	
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است		

ب) **هدف کلی:** آشنایی با فضاهای برداری توپولوژیک، عملگرهای خطی و قضایای همچون اصل کرانداری یکنواخت، جداسازی، باناخ آلاگلو، فضاهای باناخ، هیلبرت و عملگرهای کراندار روی آن‌ها است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با فضاهای باناخ
- آشنایی با فضاهای هیلبرت

پ) سرفصل‌ها:

فضاهای برداری توپولوژیک، نیم نرم‌ها و فضاهای نرم‌دار، مجموعه‌های کراندار، عملگرها و تابعکهای خطی، فضاهای خارج قسمت، فضای با بعد باپایان، قضیه رسته‌ای بیر، اصل کراندار یکنواخت و کاربردهای آن‌ها، قضایای نگاشت باز و نمودار بسته، قضیه هان باناخ، مجموعه‌های محدب، قضایای جداسازی، فضاهای موضعاً محدب، قضیه کراین میلمان، توپولوژی‌های ضعیف و ضعیف ستاره، قضیه باناخ آلاگلو، عملگرهای خطی کراندار، دوگان فضاهای نرم‌دار، قضیه کراین اشمولیان، عملگرهای تر آن‌هاده، عملگرهای فشرده، زیرفضاهای پایا، فضاهای هیلبرت و کاربردهایی از آنالیز تابعی.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- J. B. Conway, A Course in Functional Analysis, Springer, 1994.
- 2- Y. Eidelman, V. Milman, and A. Tsoolomitis, Functional Analysis, AMS, 2004.
- 3- W. Rudin, Functional Analysis, McGrawHill, 1991.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد



الف) عنوان درس به فارسی: نظریهٔ عملگر			
نوع درس و واحد		Operator Theory	
نظری ☒ پایه ☐		عنوان درس به انگلیسی:	
عملی ☐ تخصصی الزامی ☐		آنالیز حقیقی ۱	
نظری-عملی ☐ تخصصی اختیاری ☒		درس پیش نیاز:	
پروژه/ رساله / پایان نامه ☐		درس هم نیاز:	
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		تعداد واحد:	
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☐		۴	
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☒		تعداد ساعت:	
است ☐		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			

ب) هدف کلی: هدف درس آشنایی با رده‌های مهم عملگرها است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با انواع مختلف عملگرها از جمله عملگرهای فشرده، کلاس اثر، هیلبرت اشمیت
- آشنایی با عملگرهای متقارن، هرمیتی، نرمال

پ) سرفصل‌ها:

یادآوری مباحثی از آنالیز تابعی، عملگرهای کراندار، انتگرال گیری برداری، عملگرهای فشرده-فردهلم-کلاس اثر-هیلبرت اشمیت-فشرده ضعیف، مجموعه عملگرهای فشرده، طیف یک عملگر، تقسیم بندی طیف، طیف عملگرهای فشرده، زیرفضاهای پایا و قضیه لمونوسوف، عملگرهای متقارن، هرمیتی و نرمال، قطری شدنی بودن عملگرهای فشرده نرمال، تابعکهای دوخطی، جبرهای باناخ، جبرهای باناخ جابه‌جایی، قضایای نمایش برای جبرهای باناخ جابه‌جایی و غیر جابه‌جایی، قضیه نمایش برای L^∞ ، قضیه نگاشت طیفی برای عملگرهای هرمیتی و نرمال، برد عددی عملگرهای خطی روی فضاهای هیلبرت، عملگرهای نرمال و فرانرمال، عملگرها روی فضاهای باناخ، عملگرهای فشرده.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- J. B. Conway, A Course in Operator Theory, Amer. Math. Soc., 2000.
- 2- J. B. Conway, A Course in Functional Analysis, Springer, 1994.
- 3- C. S. Kubrusly, Elements of Operator Theory, Birkhauser, 2001

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: جبرهای باناخ			
عنوان درس به انگلیسی:		Banach Algebras	
دروس پیش نیاز:		آنالیز تابعی	
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
مرتبط با آمایش/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		نیست	
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه	
است		نیست	

ب) هدف کلی: هدف این آشنایی با جبرهای باناخ، فضای ایده آل‌های ماکسیمال، پیوستگی خودکار و ... و نمایش‌ها است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با نظریه جبرهای باناخ
- آشنایی با جبرهای باناخ جابجایی، جبرهای با برگشت و سی استار جبرها

پ) سرفصل‌ها:

جبرهای باناخ، طیف و شعاع طیفی، قضیه گلفاند-مزور، واحد تقریبی و قضیه کوهن، تابع‌های ضربی، قضیه GKZ، جبرهای باناخ جابه‌جایی، فضای ایده آل‌های ماکسیمال، قضیه گلفاند، حساب توابع تحلیلی، قضیه نگاشت طیفی، نظریه نمایش و مدول‌ها، پیوستگی خودکار، قضیه جانسون، جبرهای تابعی، جبرهای با برگشت، C^* -جبرها

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- W. F. Ames, . G. R. Allan, Introduction to Banach Spaces and Algebras, Oxford Univ. Press, 2011.
- 2- T. W. Palmer, Banach Algebras and the General Theory of C^* -Algebras, Volume I, Cambridge Univ. Press, 1994.
- 3- W. Zelazko, Banach Algebras, Polish Sci. Publishers, 1973.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: C^* -جبرها			
عنوان درس به انگلیسی:		C^* -Algebras	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒		آنالیز تابعی	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐			
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			
پروژه/رساله / پایان نامه ☐		۴	
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☐ نیست ☒		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است ☒	

ب) هدف کلی: هدف این درس آشنایی با نظریه C^* -جبرها و قضایای نمایش و انواع C^* -جبرها است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با نظریه جبرهای سی استار و رده بندی آنها
- آشنایی با نظریه نمایش در جبرهای سی استار

پ) سرفصل‌ها:

جبرهای باناخ، طیف و شعاع طیفی، قضیه نمایش گلفاند، C^* -جبرها، عناصر مثبت یک C^* -جبر، علمگرها و فرم‌های دوخطی، عملگرهای فشرده بر فضاهای هیلبرت، قضیه طیف، ایده‌آل‌ها در C^* -جبرها، تابعک‌های خطی مثبت، قضیه نمایش گلفاند و نیمارک، حالت‌های محض، نمایش‌های تحویل ناپذیر، ایده‌آل‌های چپ، C^* -جبرهای موروئی، ایده‌آل‌های اولیه، تحدید و توسیع نمایش‌ها، مطالعه انواع مختلفی از C^* -جبرها.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادهی):

۲۰ درصد	فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
۳۰ درصد	آزمون پایان نیم‌سال
۵۰ درصد	آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- J. Dixmier, C^* - Algebras, North-Holand Publ. Comp., 1969.
- 2-G. J. Murphy, C^* - Algebras and Operator Theory, Academic Press, 1990.
- 3- M. Takesaki, Theory of Operator Algebras I, Springer, 2002.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: جبرهای عملگری			
عنوان درس به انگلیسی: Operator Algebras		نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:		پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست ☐	
		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است ☐	

ب) هدف کلی: هدف این درس آشنایی با مطالب پیشرفته در نظریه C^* -جبرها، آشنایی با نظریه جبرهای فون نویمان است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با فضای $B(H)$ و انواع توپولوژی روی آن و زیرجبرهای آن
- آشنایی با نظریه جبرهای فون نویمان

پ) سرفصل ها:

مروری بر فضای $B(H)$ و توپولوژی های روی آن، ایده آل ها و دوگان و پیش دوگان در $C^*(H)$ -جبرها: نمایش ها، حد معکوس و مستقیم، حاصل ضرب تانسوری و نرم های مختلف، حاصل ضرب صلیبی، بررسی C^* -جبرهایی مانند: هسته ای، جابه جایی، تقریباً متناهی بعد، تولید شده توسط ایزومتري ها، دوران های گنگ و C^* -جبرهای گروهی، نظریه K ، قضیه الیوت. جبرهای فون نویمان: قضیه جابه جاگر دوم، توپولوژی های مختلف، قضیه چگالی کاپلانسکی، دسته بندی تصاویر، طبقه بندی و تجزیه جبرهای فون نویمان، تابعک های نرمال، W^* -جبرها، تابعک اثر، عامل ها، حاصل ضرب تانسوری، نظریه مدولار.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- B. Blackadar, Operator Algebras, Springer, 2006.
- 2- K. R. Davidson, C^* -Algebras by Example, Amer. Math. Soc., 1996.
- 3- G. J. Murphy, C^* -Algebras and Operator Theory, Academic Press, 1990.
- 4- M. Takesaki, Theory of Operator Algebras I, Springer, 2002.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: مباحثی در آنالیز تابعی				
نوع درس و واحد		Topics in Functional Analysis		عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒		آنالیز تابعی		دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐				دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			۴	تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان نامه ☐				تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری ☐				
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☒		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐				

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با موضوعات روز دنیای ریاضی در زمینه آنالیز تابعی.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مباحث روز در آنالیز تابعی

پ) سرفصل ها:

سرفصل مطالب این درس جهت اجرا در آن نیم سال تحصیلی که مورد درخواست قرار گرفته باشد توسط استاد مربوطه به بخش ریاضی ارائه می شود. این سرفصل پس از تصویب در شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده و پیش از انتخاب واحد نیم سال مربوطه جهت رویت دانشجویان اعلان خواهد شد.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: آنالیز هارمونیک ۱			
عنوان درس به انگلیسی:		Harmonic Analysis I	
دروس پیش نیاز:		آنالیز حقیقی ۱	
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:	۴		
			۶۴
	تعداد ساعت:		
	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است	
نیست			
نوع درس و واحد			
پایه		نظری	
تخصصی الزامی		عملی	
تخصصی اختیاری		نظری-عملی	
پروژه/رساله/پایان نامه			
مهارتی-اشتغال پذیری			

ب) هدف کلی: هدف این درس آشنایی با گروه‌های توپولوژیک و اندازه‌ها، نظریه اندازه روی گروه‌های توپولوژیک، نمایش‌های گروه و آنالیز هارمونیک روی گروه‌های جابه‌جایی است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با گروه‌های توپولوژیک موضعا فشرده و جبرهای گروهی و جبر اندازه‌ها
- آشنایی با آنالیز هارمونیک روی گروه‌های آبدی

پ) سرفصل‌ها:

گروه‌های توپولوژیک، اندازه‌ها، تابع مدولار، پیچش و جبر باناخ اندازه‌ها روی گروه، نمایش‌های یکانی روی گروه، نمایش‌های جبر گروهی، توابع از نوع مثبت، گروه دوگان، تبدیل فوریه، قضیه باختر، قضیه معکوس فوریه، قضیه پلانشرل، قضیه دوگانی پونتریاگین، نمایش‌های گروه‌های جابه‌جایی، ایده‌آل‌های بسته در جبر گروهی.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- G. B. Folland, Abstract Harmonic Analysis, CRC Press, 1995.
- 2- W. Rudin, Fourier Analysis on Groups, Interscience Publishers, 1962.
- 3- A. Deitmar, S. Echterhoff, Principles of Harmonic Analysis, Springer, 2009.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد



الف) عنوان درس به فارسی: آنالیز هارمونیک ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Harmonic Analysis II	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	آنالیز هارمونیک ۱	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله / پایان نامه ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐
		نیست ☒

ب) هدف کلی: هدف این درس آشنایی با نمایش های گروه های فشرده، آنالیز هارمونیک روی گروه های فشرده، نمایش های القایی و C^* -جبر گروهی است

اهداف ویژه:

- آشنایی با نظریه نمایش روی گروه های فشرده
- آشنایی با آنالیز هارمونیک روی گروه های فشرده

پ) سرفصل ها:

نمایش های گروه های فشرده، قضیه پتر وایل، آنالیز فوری روی گروه های فشرده، مثال هایی در این زمینه، نمایش های القایی، قضیه تقابل فروبنیوس، شبه اندازه ها، دستگاه های imprimitivity، C^* -جبر گروهی.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- G. B. Folland, Abstract Harmonic Analysis, CRC Press, 1995.
- 2- A. Deitmar, S. Echterhoff, Principles of Harmonic Analysis, Springer, 2009.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: میانگین پذیری			
عنوان درس به انگلیسی:		Amenability	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒		جبرهای باناخ	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐			
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			
پروژه/رساله / پایان نامه ☐		۴	
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☐ نیست ☒			
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است ☒			

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مفهوم میانگین پذیری در گروه‌ها، مفهوم میانگین پذیری در جبرهای باناخ، قطره‌های مجازی و تقریبی و خواص مشابه میانگین پذیری است.
- اهداف ویژه:
- آشنایی با میانگین پذیری در گروه‌ها
- آشنایی با مینگین پذیری در جبرهای باناخ

پ) سرفصل‌ها:

مقدمه‌ای بر پارادوکس باناخ تارسکی، تعریف میانگین پذیری در گروه‌ها، خواص وراثتی، قضیه جانسون، تعریف جبرهای باناخ میانگین پذیر، قطره‌های مجازی و تقریبی و قضایای مربوطه، میانگین پذیری قوی، میانگین پذیری ضعیف، دو تصویری بودن و دو تخت بودن، همولوژی جبرهای باناخ، جبرهای فون نویمان میانگین پذیر، میانگین پذیری عملگری.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد	فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال
۳۰ درصد	آزمون پایان نیم سال
۵۰ درصد	آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- V. Runde, Amenable Banach Algebras, A Panorama, Springer, 2020.
- 2- A. Paterson, Amenability, Amer. Math. Soc., 1988.
- 3- J. P. Pier, Amenable Locally Compact Groups, Wiley, 1984.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: آنالیز روی نیم گروه‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:		Analysis on Semigroups	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش‌نیاز: بهینه سازی خطی پیشرفته	
تخصصی الزامی ☐	عملی ☐	دروس هم‌نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۴	تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐			تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست ☐	
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است ☒			

ب) هدف کلی: هدف از این درس آشنایی با نیم گروه‌های توپولوژیک، فشرده‌سازینیم گروه‌ها و میانگین‌پذیری گروه‌های موضعاً فشرده است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با نیم گروه‌های توپولوژیک
- آشنایی با فشرده سازی نیم گروه‌های توپولوژیک

ب) سرفصل‌ها:

بررسی خواص ایده‌آل‌های مینیمال و خودتوان‌های آن‌ها در یک نیم گروه راست (چپ) توپولوژیک، به طور مجزا و یا توأماً پیوستگی در نیم گروه‌های دارای ساختار توپولوژیک (همچنین توجه به مطالب فوق در نیم گروه‌های شبه تولوژیک)، میانگین‌ها روی فضاها تابعی و میانگین‌پذیری در گروه‌های موضعاً فشرده و نگاه کوتاهی به برخی فشرده‌سازی های نیم گروه‌های توپولوژیک (شبه‌توپولوژیک).

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد	فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال
۳۰ درصد	آزمون پایان نیم سال
۵۰ درصد	آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- J. F. Berglund, H. H. D. Junghenn, P. Milnes, Analysis on Semigroups, Function Spaces, Compactifications, Representations, John Wiley & sons, Inc., New York, 1989.
- 2- E. Hille, Ralph Saul Phillips, Functional Analysis and Semigroups, Amer. Math. Soc., 1996.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: آنالیز محدب				
نوع درس و واحد		Convex Analysis		عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒				دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐				دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			۴	تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان نامه ☐				
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			۶۴	تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ نیست ☒		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است ☐				

ب) هدف کلی: فراگیری مطالب اساسی نظریه مجموعه‌ها و توابع محدب و مباحث مرتبط با آن، شامل تحدب و دوگان.

اهداف ویژه:

- آشنایی با توابع محدب

پ) سرفصل‌ها:

مقدماتی از مجموعه‌های آفین-محدب، توابع آفین، توابع محدب و خواص آن‌ها، درون نسبی مجموعه‌های محدب، بستار توابع محدب، مخروط‌های دور شونده، پیوستگی توابع محدب، قضایای جداسازی توابع محمل، قطب‌های مجموعه‌های محدب و توابع محدب عملگرهای دوگان، توابع چندوجهی و مجموعه‌های محدب چند وجهی، قضیه هلی و دستگاه نابرابری‌ها، یکنوایی زیرگرایان.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 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.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: -

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه تحلیلی اعداد		
نوع درس و واحد	Analytic Number Theory	
پایه ☐ نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	دروس هم نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۴	تعداد واحد:
پروژه/رساله/پایان نامه ☐		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری ☐	۶۴	
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☐ نیست ☒	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☐ است ☒		

ب) هدف کلی: هدف این درس آشنایی با نحوه‌ی استفاده از ابزار آنالیز ریاضی در حل مسائل نظریه‌ی اعداد، توزیع اعداد اول و توابع حسابی و روش‌های مختلف غربال‌گری اعداد صحیح است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با روش‌های تحلیلی در نظریه اعداد
- آشنایی با روش‌های مختلف غربال‌گری اعداد صحیح

پ) سرفصل‌ها:

سری‌های دیریکله، توابع حسابی و تخمین‌های مربوط، تقریب‌های چیشف و مرتن، توابع شمارنده‌ی اعداد اول، صفرهای تابع زتای ریمان، قضیه‌ی اعداد اول، مشخصه‌ی دیریکله، توابع L ، اعداد اول در تصاعد-حسابی، روش‌های غربال‌گری، غربال اراتستون، غربال سلبرگ

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد	فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
۳۰ درصد	آزمون پایان نیم‌سال
۵۰ درصد	آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- H. L. Montgomery and R. C. Vaughan, Multiplicative Number Theory I: Classical Theory, Cambridge Studies in Advanced Mathematics, Cambridge University Press, 2006.
- 2- H. Iwaniec and E. Kowalski, Analytic Number Theory, Amer. Math. Soc., 2004.
- 3- H. Davenport and H.L. Montgomery, Multiplicative Number Theory, GTM 74, Third Edition, Springer, 2000.
- 4- T. M. Apostol, Introduction to Analytic Number Theory, Springer, Fifth Edition, 1998.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه ارگودیک			
عنوان درس به انگلیسی:		Ergodic Theory	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	آنالیز حقیقی ۱		
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:	۴		
تعداد ساعت:	۶۴		
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه		
☐ نیست	☐ است		

ب) هدف کلی: هدف کلی این درس فراگیری مطالب اساسی و قضایای کلاسیک نظریه ارگودیک است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با تبدیلات ارگودیک
- آشنایی با آنتروپی

پ) سرفصل‌ها:

مروری بر مفاهیم مقدماتی دینامیک، تبدیلات حافظ اندازه، تبدیلات ارگودیک، قضیه بازگشت پوانکاره، قضایای ارگودیک (بیرکف، فون نویمان و ...)، آمیختگی ضعیف و قوی و بررسی روابط بین آنها، تبدیلات حافظ اندازه یکرخت و مزدوج، آنتروپی نگاشت های حافظ اندازه و خواص آن، نحوه محاسبه و مثالها، دینامیک توپولوژیک (مینیمال ها، تعدی توپولوژیک، مزدوج توپولوژیک، مجموعه های غیر سرگردان)، آنتروپی توپولوژیک.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد	فعالیت های کلاسی در طول نیم سال
۳۰ درصد	آزمون پایان نیم سال
۵۰ درصد	آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- Y. Coudene, Ergodic Theory and Dynamical Systems, translated from the French original by Reinie Erne, Univrsitext, Springer-Verlag London, Ltd., London; EDP Science, 2016.
- 2- P. Walters, An Introduction to Ergodic Theory, Graduate Text in Mathematics, 79, Springer-Verlag, New York-Berlin, 1982.
- 3- M. Viana, K. Oliveira, Foundations of Ergodic theory, Cambridge Stud. Adv. Math. 151, Cambridge University Press, 2016.
- 4- M.G. Nadkarni, Basic Ergodic Theory, Second Edition, Birkhauser Verlag, Basel, 1998.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: گروه های تبدیل			
نوع درس و واحد		Transformation Groups	
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐			
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			
پروژه/رساله/پایان نامه ☐		۴	
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		۶۴	
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست			

ب) هدف کلی: هدف کلی این درس فراگیری مطالب اساسی و نتایج مهم در مورد گروه های تبدیل می باشد.

اهداف ویژه:

- آشنایی با گروه های تبدیل توپولوژیک

پ) سرفصل ها:

گروه های تبدیل (توپولوژیک) - مجموعه های مینیمال - نقاط تقریباً متناوب - نیمگروه پوششی (نیمگروه الیس) - همریختی بین نیم گروه های تبدیل و همریختی بدست آمده از همریختی های پوشای بین گروه های تبدیل القا شده بر نیم گروه های پوششی شان - روابط متقارب و گروه های تبدیل متباعد - گروه تبدیل گذرای نقطه ای جهانی و گروه تبدیل مینیمال جهانی - همچنین توجه به فشردن سازی استون-چنخ گروه فاز و گروه تبدیل بدست آمده از آن، بعلاوه فضای مداری (خارج قسمت) (مباحث فوق در گروه تبدیل با فضای فاز فشردن و هاوسدورف و گروه فاز گسسته)

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- R. Ellis, Lectures on topological dynamics. W. A. Benjamin, Inc., New York, 1969.
- 2- D. B. Ellis, R. Ellis, Automorphisms and equivalence relations in topological dynamics, London Mathematical Society Lecture Note Series, 412, Cambridge University Press, Cambridge, 2014.
- 3- K. Kawakubo, The theory of transformation groups, Translated from the 1987 Japanese edition, The Clarendon Press, Oxford University Press, New York, 1991.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



فصل سوم

ویژگی‌های دروس

گرایش جبر



الف) عنوان درس به فارسی: منطق جبری		
عنوان درس به انگلیسی:	Algebraic Logic	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	جبر پیشرفته	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست
		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است

ب) هدف کلی: فراگیری پایه‌ای منطق گزاره‌های کلاسیک و غیر کلاسیک، ساختن مدل جبری برای منطق‌های مختلف، ارائه‌ی محک برای دسته‌بندی دستگاه‌های استنتاجی و جبری سازی منطق‌های مشهور مانند منطق کلاسیک و منطق شهودی و منطق وجهی.

اهداف ویژه:

- آشنایی با جبری سازی منطق‌های مشهور مانند منطق کلاسیک، شهودی و وجهی

پ) سرفصل‌ها:

۱- **مقدمات:** مفاهیم پایه جبر جهانی شامل مفهوم جبر، جبر تره‌ها، جبر آزاد، زیر جبر، هم‌ریختی، هم‌نشتی، جبر خارج قسمتی، وارسته و شبه‌وارسته، ب- شبکه‌های پخشی، صافی، ایده‌آل، شبکه‌های کامل، قضیه لاریش، شبکه‌های پخشی، دوگان سازی شبکه‌های پخشی.

۲- **مفاهیم پایه و اساسی:** زبان‌های گزاره‌ای، عملگرهای استنتاج، منطق‌های گزاره‌ای، منطق به عنوان سیستم استنتاج، مدل‌های ماتریسی، عملگرها روی مدل‌های ماتریسی، هم‌نشتی لایب نیتس، ماتریس‌های کاهش یافته.

۳- **جبر پذیری منطق‌های گزاره‌ای:** جملات هم‌ارز، عملگر سوزکو (Suszko)، ماتریسهای آزاد، یک به یکی عملگر لایب نیتز، پوشایی عملگرهای ساختاری جبر پذیری به معنای ضعیف، منطق جبری پذیر، جبری پذیری به معنای بلاک و (Block) و پیگازی (Pigozzi).

۴- **منطق‌های فرگه‌ای:** اصول فرگه، منطق‌های فرگه‌ای، شبه‌وارسته فرگه‌ای، شبه وارسته های هیلبرتی.

۵- **جبری سازی منطق‌های مهم:** جبری سازی منطق شهودی، جبری سازی منطق کلاسیک، جبری سازی منطق خطی، جبری سازی منطق چندارزشی، جبری سازی منطق وجهی.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- J. Czelakowski, Protoalgebraic Logics, Springer, 2001.
- 2- R. Jansana, A General Algebraic Semantics for Sentential Logics, 2nd Edition, Josep Maria Font and Lecture Notes in Logic, Volume 7, Springer-Verlag, 2009.
- 3- R. Wojcicki, Theory of Logical Calculi, Basic Theory of Consequence Operations, Springer, Netherlands, 1988.
- 4- A. Koslow, A Structuralist Theory of Logic, Cambridge University Press, 1992.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف: عنوان درس به فارسی: منطق وجهی		
عنوان درس به انگلیسی:	Modal Logic	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله / پایان نامه ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐
		نیست ☒ است ☐

ب) هدف کلی: مطالعه ساختارهای رابطه ای، بررسی ساختارهای وجهی نرمال، مطالعه مدل های کریپکی، مطالعه مسائل تصمیم پذیری در منطق های وجهی و بررسی ساختارهای تعریف پذیر در زبان وجهی و ارتباط آن با تعریف پذیری در منطق مرتبه اول.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مسائل تصمیم پذیری در منطق وجهی و بررسی ساختارهای تعریف پذیر

پ) سرفصل ها:

زبان های وجهی، نحو و معنای زبان، ساخت های رابطه ای، دوشبیه سازی و تناظر، تئوری تناظر Sahlqvist، قاب ها و تعریف پذیری آن ها، منطق های وجهی نرمال و تئوری های کامل، دوگان سازی، قاب های عمومی.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- M. de Rijke and Y. Venema, Modal Logic, Patrick Blackburn, Cambridge University Press, 2002.
- 2- A. Chagrov, M. Zakharyashev, Modal Logic, Clarendon Press, Oxford, 1997.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: جبر جامع			
عنوان درس به انگلیسی:		Universal Algebra	
دروس پیش نیاز:		جبر پیشرفته	
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه	
☐ است		☐ نیست	
نوع درس و واحد			
☐ پایه		☐ نظری	
☐ تخصصی الزامی		☐ عملی	
☐ تخصصی اختیاری		☐ نظری-عملی	
☐ پروژه/رساله / پایان نامه			
☐ مهارتی-اشتغال پذیری			

ب) **هدف کلی:** مطالعه‌ی ساختارهای جبری در عام ترین شکل، آشنایی با مفاهیم ترتیب و شبکه، آشنایی با مفهوم وارسته، مطالعه‌ی رابطه‌ی جبر و توپولوژی و مطالعه‌ی برخی از جبرهای خاص

اهداف ویژه:

- آشنایی با برخی کاربردهای جبر جامع در سایر شاخه‌ها و رشته‌ها، مانند ابرجبرها، نظریه رسته‌ها و علوم کامپیوتر

پ) سرفصل‌ها:

معرفی شبکه‌ها و مجموعه‌های مرتب جزئی، شبکه‌های بخشی و مدولار، زیرشبکه و یکریخی شبکه‌ها، شبکه‌های کامل و جبری، عملگر بستار و شبکه‌ها، معرفی ساختار جبری و مفهوم زبان، جبرهای بولی، جبرهای هیتینگ، جبرهای وجهی، MV -جبرها و شبکه‌های کاهشی، رابطه هم‌نهشتی، و جبرهای خارج قسمتی، زیرجهانها و زیرجبرها، قضایای یکریختی در ساختارهای جبری، ضرب مستقیم، ضرب نیم‌مستقیم و فراضرب‌ها، جبرهای ساده و تحویل ناپذیر، مفهوم وارسته و قضیه بیرکهف، قضایای مالسف برای وارسته‌ها، فضاها، استون و پرستلی، کامل سازی (کانونی و ددکیند-مک نایل) جبرها.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1-G. Gratzer, Universal Algebra, Springer, 2008.

2-S. Burris and H. P. Sankappanavar, A Course in Universal Algebra, Springer, 1985.

3-B. A. Davey and H. A. Priestley, Introduction to Lattices and Order, Cambridge, 2002.

4. Janusz Czelakowski, Don Pigozzi on Abstract Algebraic Logic, Universal Algebra, and Computer Science, Springer International Publishing AG 2018.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه رسته‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:		Category Theory	
دروس پیش‌نیاز:		جبر پیشرفته	
دروس هم‌نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه	
☐ است		☒ نیست	
نوع درس و واحد			
☐ پایه		☐ تخصصی الزامی	
☐ نظری		☒ تخصصی اختیاری	
☐ عملی		☐ پروژه/رساله / پایان‌نامه	
☐ نظری-عملی		☐ مهارتی-اشتغال پذیری	

ب) هدف کلی: آشنایی با مفاهیم اساسی نظریه رسته‌ها و قضایای بنیادی این نظریه و مطالعه نظریه رسته‌ها به عنوان یک مبحث ریاضی.

اهداف ویژه:

- کاربردهایی از نظریه رسته‌ها در سایر شاخه‌های ریاضی و سایر رشته‌ها مانند جبر، توپولوژی، هندسه، فلسفه و علوم کامپیوتر

پ) سرفصل‌ها:

تعریف رسته، خواص و مفاهیم مقدماتی، زیرشی‌ها، ساختارهای روی رسته‌ها، تابع‌گون‌ها و تبدیل‌های طبیعی، رسته‌های به دست آمده از تابع‌گون‌ها و تبدیل‌های طبیعی، مورفیسم جهانی، رابطه الحاق، حد و هم‌حد، رسته‌های اندیس دار و داخلی، مفاهیم بنیادی λ -Calculus.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۲۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. S. MacLane, Categories for the Working Mathematician, Vol. 5, Springer Science & Business Media, 1978.

2- S. Awodey, Category Theory, Second edition, OUP Oxford, 2010.

3- M. Kashiwara and P. Schapira, Categories and Sheaves, Vol. 332, Springer Science & Business Media, 2005.

4. Noson S. Yanofsky, Theoretical Computer Science for the Working Category Theorist: Elements in Applied Category Theory, 2022, Cambridge University Press.

5. Brendan Fong, David I. Spivak, An Invitation to Applied Category Theory, 2019, Cambridge University Press

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه جبری اعداد			
عنوان درس به انگلیسی:		Algebraic Number Theory	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	جبر پیشرفته		پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:			تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است

ب) **هدف کلی:** هدف این درس مطالعه ی ساختارهای جبری مرتبط با اعداد صحیح جبری و میدان های عددی، مقدماتی بر نظریه ی رده ی میدان، آشنایی با هندسه ی اعداد، مطالعه ی کاربردهایی از نظریه ی جبری اعداد است.

اهداف ویژه:

- مطالعه ی نحوه تغییر ویژگی های نظریه اعدادی در میدان هایی فراتر از اعداد گویا
- استفاده از ابزار جبری در مطالعه دستگاه عددی متنوع

پ) سرفصل ها:

بررسی ساختار جبری میدان های جامع، اعداد صحیح جبری، تجزیه ی ایده آل ها، ارزه و کامل سازی، میدان های موضعی، متناهی بودن گروه رده ای، نظریه ی رده میدان، نظریه ی انشعاب، مبین، هندسه ی اعداد، مشبک ها، قضیه ی یکه های دیریکله، میدان های دایره بر، معادلات سیاله.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۲۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد
- آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- J. Neukirch, Algebraische Zahlentheorie. Algebraic Number Theory, Translated from the German by Norbert Schappacher. Berlin, Germany; New York, NY, Springer, 2013.
- 2- P. Ribenboim, Classical Theory of Algebraic Numbers, Springer, 2001.
- 3- A. Fröhlich and M. J. Taylor, Algebraic Number Theory, Cambridge Studies in Advanced Mathematics (Book 27) Cambridge University Press, Reprint edition , 1993.
- 4- S. Lang, Algebraic Number Theory, GTM, Springer; 2nd Edition, 2000.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: خم‌های بیضوی			
عنوان درس به انگلیسی:		Elliptic Curves	
نوع درس و واحد			
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☒	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی: هدف این درس آشنایی با ساختار هندسی و جبری خم‌های بیضوی، مطالعه‌ی خم‌های بیضوی تعریف شده بر روی میدان‌های مختلف، آشنایی با قضایای اساسی مربوط به خم‌های بیضوی و مطالعه‌ی کاربردهایی از خم‌های بیضوی است.

اهداف ویژه:

- درک ارتباط توصیف‌های متنوع خم‌های بیضوی
- آشنایی مقدماتی با هندسه حسابی

پ) سرفصل‌ها:

خم‌های مسطح، چندگونای آبله، قضیه‌ی ریمان-راخ، گروه جمعی روی خم‌های بیضوی، معادلات وایرستراس، خم‌های بیضوی روی میدان‌های منتهای، کاهش‌های پیمانه‌ای، گروه تابی، قضیه‌ی ناگل-لوتز، خم بیضوی روی میدان‌های موضعی، مزدوج‌سازی ویل، خم بیضوی روی میدان‌های سرتاسری، رتبه، قضیه‌ی موردل-ویل، -گروه سلمر، معادلات سیاله.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- J. H. Silverman, The Arithmetic of Elliptic Curves, GTM, Springer 2nd ed. 2009.
- 2- J. S. Milne, Elliptic Curves, Book Surge Publishing, Illustrated Edition, 2006.
- 3- J. W. S. Cassels, Lectures on Elliptic Curves, London Mathematical Society Student Texts, Vol. 24, 1st Edition, 1991.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: فرم‌های مدولار			
عنوان درس به انگلیسی:		Modular Forms	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒		جبر پیشرفته	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐			
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			
پروژه/رساله/پایان‌نامه ☐		۴	
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☒	

ب) هدف کلی: هدف این درس آشنایی با ساختار فرم‌های مدولار و خم‌های مدولار، عملگر هکه، توابع L وابسته به فرم‌های مدولار و قضیه مدولاریتی است.

اهداف ویژه:

- ایجاد پلی میان آنالیز مختلط، جبر و نظریه اعداد در مطالعه فرم‌های مدولار
- فراهم کردن مقدمات لازم در راستای درک قضیه مدولاریتی

پ) سرفصل‌ها:

توابع بیضوی، توابع دو تناوبه، نیم صفحه‌ی پوانکاره، فرم‌های مدولار، خم‌های بیضوی، خم‌های مدولار، سری آیزنشتاین، فضای مدولار، بعد فضای مدولار، عملگر هکه، ضرب داخلی، فرم‌های جدید و قدیم، توابع L ، قضیه مدولاریتی.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد	فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال
۳۰ درصد	آزمون پایان نیم سال
۵۰ درصد	آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1-F. Diamond and J. Shurman, A First Course in Modular Forms, GTM 228, 1st Edition, 2007.
- 2-J. P. Serre, A Course in Arithmetic, GTM, 3rd Printing, 1996.
- 3-J. S. Milne. Modular Functions and Modular Forms, Lecture Notes, 2012 .

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: مباحثی در نظریه اعداد			
عنوان درس به انگلیسی:		Topics in Number Theory	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐			
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			
پروژه/رساله / پایان نامه ☐		۴	
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		۶۴	
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است			

ب) هدف کلی: آشنایی دانشجویان با برخی موضوعات پیشرفته و پژوهشی در نظریه اعداد.

اهداف ویژه:

- اهداف ویژه و کلی منطبق اند

پ) سرفصل‌ها:

با توجه به نوع درس مطالب مورد نیاز تنظیم خواهد شد

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال

۳۰ درصد آزمون پایان نیم سال

۵۰ درصد آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

متناسب با درس ارائه شده توسط مدرس تعیین می شود.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: روش‌های همولوژیک در جبر جابه‌جایی			
عنوان درس به انگلیسی:		Homological Methods in Commutative Algebra	
نوع درس و واحد			
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله/پایان‌نامه ☐ مهارتی-اشتغال‌پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است

ب) هدف کلی: در این درس پس از آشنا ساختن دانشجویان با جبر جابه‌جایی و جبر همولوژیک، کاربردهایی از روش‌های همولوژیک در جبر جابه‌جایی ارائه می‌شود.

اهداف ویژه:

- تقویت توانایی دانشجویان در به کارگیری ابزار همولوژیک
- ۲- آماده‌سازی دانشجویان برای درس‌های پیشرفته‌تر در جبر جابه‌جایی و جبر همولوژیک

پ) سرفصل‌ها:

- ۱- مقدمه‌ای بر جبر جابه‌جایی: حلقه و مدول کسرها، ایده‌آل‌های اول وابسته و تجزیه اولیه، بُعد کرول، دستگاه‌های پارامتری و حلقه‌های موضعی منظم.
- ۲- مقدمه‌ای بر جبر همولوژیک: معرفی تحلیل‌ها، تابگون‌های مشتق شده، Ext و Tor، بعدها‌های همولوژیکی.
- ۳- کاربردها: فرمول آوسلندر-بوکسبام، قضیه سر و آوسلندر-بوکسبام (منظور رده‌بندی همولوژیکی حلقه‌های موضعی منظم است)، قضیه باس.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- ۱- محمدرضا پورنکی، سیامک یاسمی. روش‌های همولوژیک در جبر جابه‌جایی، موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف و انتشارات فاطمی.

2-H. B. Foxby, Homological Alebra, Copenhagen University, 2006.

3-S. Raghavan, S. Balwant and R. Sridharan, Homological Methods in Commutative Algebra, Oxford University Press, 1975.

4-A. V. Geramita, C. Small, Introduction to Homological Methods in Commutative Algebra, Queen's University, 1976.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: مباحثی در جبر جابه‌جایی			
نوع درس و واحد		Topics in Commutative Algebra	عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒		روش‌های همولوژیک در جبر جابه‌جایی	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐			دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۴	تعداد واحد:
پروژه/رساله/پایان‌نامه ☐		۶۴	تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال‌پذیری ☐			
مرتبط با آموزش/مأموریت موسسه ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
نیست ☒			

ب) هدف کلی: آشنایی دانشجویان با موضوعات پژوهشی روز در جبر جابه‌جایی

اهداف ویژه:

- منطبق بر اهداف کلی

پ) سرفصل‌ها:

سرفصل مطالب این درس جهت اجرا در آن نیم‌سال تحصیلی که مورد درخواست قرار گرفته باشد توسط استاد مربوطه به بخش ریاضی ارائه می‌شود. این سرفصل پس از تصویب در شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده و پیش از انتخاب واحد نیم‌سال مربوطه جهت رویت دانشجویان اعلان خواهد شد.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال

۳۰ درصد آزمون پایان نیم‌سال

۵۰ درصد آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

متناسب با درس ارائه‌شده توسط مدرس تعیین می‌شود.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: کوهمولوژی موضعی			
عنوان درس به انگلیسی:		Local Cohomology	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒		روش های همولوژیک در جبر جابه جایی	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐			
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			
پروژه/رساله / پایان نامه ☐		۴	
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		۶۴	
مرتبط با آموزش/مأموریت موسسه ☐ است		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
مرتبط با آموزش/مأموریت موسسه ☒ نیست			

ب) هدف کلی: در این درس کوهمولوژی موضعی از دیدگاه جبری معرفی می شود و مورد مطالعه قرار می گیرد.

اهداف ویژه:

- آشنایی با اهمیت کوهمولوژی موضعی در مطالعه خاصیت های جبری
- آشنایی با کاربردهای کوهمولوژی موضعی در مطالعه چندگوناها

پ) سرفصل ها:

تابعگون کوهمولوژی موضعی، مدول های تابدار، دنباله های مایر-ویتورس، رتبه حسابی، قضیه استقلال، قضیه تبدیل پایه یکدست، استفاده از همبافت های چک و کزول، قضیه صفر گروتندیک، مدول های کوهمولوژی موضعی آرتینی، نمایش ثانویه، قضیه لیختنبام-هارتشورن، قضایای پوچ سازی و تناهی، قضیه دوگانی موضعی.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

- ۲۰ درصد فعالیت های کلاسی در طول نیم سال
- ۳۰ درصد آزمون پایان نیم سال
- ۵۰ درصد آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- M. P. Brodmann and R. Y. Sharp, Local Cohomology: An Algebraic Introduction with Geometric Applications, Cambridge Univ. Press, Sec. Ed., 2013.
- 2- S.B. Iyengar, G. J. Leuschke, E. Miller, A. Singh and U. Walther, Twenty-four Hours of Local Cohomology, GSM, Amer. Math. Sco., 2007.
- 3- G. Lyubeznik, Local Cohomology and its Applications, Lecture Notes in Pure and Applied Mathematics, Marcel Dekker Inc., Vol 226, 2001.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: جبر جابه‌جایی محاسباتی			
عنوان درس به انگلیسی:		Computational Commutative Algebra	
نوع درس و واحد			
دروس پیش‌نیاز:	جبر پیشرفته	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله/پایان‌نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ نیست ☒	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است ☒

ب) هدف کلی: هدف از این درس آشنایی با پایه‌های گروبنر برای ایده‌آل‌ها و مدول‌ها و برخی از کاربردهای پایه‌های گروبنر است.

اهداف ویژه:

- ارائه اثبات‌های محاسباتی برای برخی از قضایای کلاسیک جبر جابه‌جایی
- آشنایی با نرم‌افزارهایی مفید برای محاسبات در جبر جابه‌جایی

پ) سرفصل‌ها:

پایه‌های گروبنر برای ایده‌آل‌ها و مدول‌ها: ترتیب‌های تکجمله‌یی، الگوریتم تقسیم چندمتغیره، ایده‌آل‌های تکجمله‌یی، لم دیکسن، قضیه پایه هیلبرت، پایه‌های گروبنر، خاصیت‌های مقدماتی پایه‌های گروبنر، الگوریتم بوخبرگر، پایه گروبنر تحویل‌یافته، پایه گروبنر جهانی، چندپره گروبنر، نمایش ماتریس مدول‌ها، ترتیب‌های تکجمله‌یی و پایه‌های گروبنر برای مدول‌ها، قضیه شرایر برای سیزیجی پایه‌های گروبنر مدول‌ها.

آشنایی با برخی از کاربردهای پایه‌های گروبنر: تحلیل‌های آزاد مدول‌ها، قضیه سیزیجی هیلبرت، تحلیل‌های مدرج، چندجمله‌ای‌های هیلبرت، توان‌های خارجی، تکجمله‌ای‌های خارجی استاندارد، وجود ایده‌آل‌های آغازی ژنریک، خاصیت‌های پایدار ایده‌آل‌های آغازی ژنریک.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- D. Cox, J. Little and D. O'Shea, Using Algebraic Geometry, GTM 185, Springer, 1998.
- 2- D. Cox, J. Little and D. O'Shea, Ideals, Varieties and Algorithms, Springer, 2007.
- 3- M. Kreuzer, and L. Robbiano, Computational Commutative Algebra, Vol. 1, Springer, 2000.
- 4- V. Ene and J. Herzog, Gröbner Bases in Commutative Algebra, Graduate Studies in Mathematics 130, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2012.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: هندسه جبری محاسباتی			
عنوان درس به انگلیسی:		Computational Algebraic Geometry	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	جبر پیشرفته	☐ پایه ☒ نظری	
دروس هم نیاز:		☐ تخصصی الزامی ☐ عملی	
تعداد واحد:	۴	☐ نظری-عملی ☒ تخصصی اختیاری	
تعداد ساعت:	۶۴	☐ پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه
		☒ نیست	☐ است

ب) هدف کلی: هدف این درس آشنایی با نظریه پایه‌های گروبنر و نظریه برآیندها (resultants)، روش‌های محاسبه چندگوناها، محاسبات در حلقه‌های موضعی است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با روش‌هایی برای محاسبه چندگوناها
- آموزش کار با برخی از نرم‌افزارهای مفید

پ) سرفصل‌ها:

- ۱- نظریه پایه‌های گروبنر و نظریه برآیندها: ترتیب‌های تکجمله‌یی و الگوریتم تقسیم، پایه‌های گروبنر، برآیند دو چندجمله‌ای، برآیندهای تعمیم یافته، خاصیت‌های برآیندها، محاسبه برآیندها
- ۲- روش‌های محاسبه چندگوناها: قضایای حذف و توسیع، هندسه حذف، مسائل پارامتری‌سازی و ضمنی‌سازی، برآیندها و برهان قضیه توسیع، جبرهای متناهی‌بعد، تغییر پایه گروبنر، حل معادلات از طریق مقادیر ویژه و بردارهای ویژه، حل معادلات با استفاده از برآیندها
- ۳- محاسبات در حلقه‌های موضعی: معرفی حلقه‌های موضعی خاص، چندگانگی‌ها و اعداد میلر، ترتیب‌های تکجمله‌یی و تقسیم در حلقه‌های موضعی، پایه‌های استاندارد در حلقه‌های موضعی، کاربردهایی از پایه‌های استاندارد.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف: ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۲۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد
- آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- D. Cox, J. Little, D. O'Shea, Using Algebraic Geometry, Sec. Ed., GTM 185, Springer, New York, 2005.
- 2- D. Cox, J. Little, D. O'Shea, Ideals, Varieties and Algorithms, An Introduction to Computational Algebraic Geometry and Commutative Algebra, Third Ed., Undergraduate Texts in Mathematics, Springer, New York, 2007.
- 3- H. Schenck, Computational Algebraic Geometry, London Mathematical Society Student Texts 58, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.
- 4- W. Decker, G. Pfister, A First Course in Computational Algebraic Geometry, African Institute of Mathematics, Library Series, Cambridge University Press, Cambridge, 2013.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه نمایش جبرها			
نوع درس و واحد		Representation Theory of Algebras	
عنوان درس به انگلیسی:		روش های همولوژیک در جبر جابه جایی	
دروس پیش نیاز:			
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		مرتبط با مأموریت/آمایش	
☐ پایه ☐ تخصصی الزامی ☐ تخصصی اختیاری ☐ پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری		☐ نظری ☐ عملی ☐ نظری-عملی	
☐ نیست ☐ موسسه است			

ب) هدف کلی: آشنایی دانشجویان با نظریه نمایش جبرهای آرتین و فراهم کردن زمینه برای آموختن مطالب پیشرفته در این زمینه.

اهداف ویژه:

- مطالعه ساختارهای جبری به کمک نظریه نمایش ابزار جبر خطی

پ) سرفصل ها:

۱- مفاهیم اولیه: جبرهای آرتین و قضیه کرویل-اشمیت؛ کوئورها و نمایش آن ها؛ جبرهای موروئی؛ موروئی بودن جبرهای مسیری.

۲- نظریه آوسلندر-رایتن: تابعگون های دوگان و ترانهاده؛ فرمول آوسلندر-رایتن؛ دنباله های نیمه شکافته و اثبات وجود آن ها؛ ریکتارهای تحویل ناپذیر؛ کاربرد نظریه آوسلندر-رایتن در اثبات حدس های برائر-ترال.

۳- کوئور آوسلندر-رایتن: ارتباط کوئور آوسلندر-رایتن با متاهی بودن گونه نمایش؛ نمودارهای دینکین و اقلیدسی و رده بندی آن ها به وسیله ماتریس های کارتان؛ کوئور آوسلندر-رایتن جبرهای آرتین موروئی با گونه نمایش متاهی.

مباحث تکمیلی (بنابر نظر مدرس). مطالب پیشنهادی برای این قسمت عبارتند از: مبانی نظریه آریب سازی؛ مدول آریب ساز و قضیه آریب سازی؛ جبرهای آریب شده؛ محک لیو-اسکورونسکی؛ رده بندی جبرهای آریب شده به وسیله کوئور آوسلندر-رایتن.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۲۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- A. Skowronski, K. Yamagata, Frobenius Algebras: Volume I: Basic Representation Theory, European Mathematical Society, 2011.
- 2- A. Ibrahim, A. Skowronski and D. Simson, Elements of the Representation Theory of Associative Algebras: Volume 1: Techniques of Representation Theory, Vol. 65, Cambridge University Press, 2006.
- 3- M. Auslander, I. Reiten, and S. O. Smalø, Representation Theory of Artin Algebras, Vol. 36, Cambridge University Press, 1997.
- 4- R. Schiffler, Quiver Representations, Springer, 2014.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: هندسه توریک			
نوع درس و واحد		Toric Geometry	عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐	نظری ☒	جبر پیشرفته	دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی ☐	عملی ☐		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۴	تعداد واحد:
پروژه/رساله / پایان نامه ☐		۶۴	تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری ☐			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒		

ب) هدف کلی: آشنایی با نظریه مقدماتی هندسه توریک، چند گونا‌های توریک آفین، تصویری، نرمال، و بخش‌یاب‌ها و مختصات همگن روی چند گونا‌های توریک است

اهداف ویژه:

- معرفی درس به عنوان شاخه‌ای از هندسه جبری ترکیباتی

- آشنایی با هندسه چندوجهی‌ها و نقش آنها در ساختمان چند گونا‌های توریک

پ) سرفصل‌ها:

۱- چند گونا‌های توریک آفین، تصویری، نرمال: چند گونا‌های توریک آفین، مخروط‌ها و چند گونا‌های توریک آفین، خاصیت‌های چند گونا‌های توریک آفین، نقاط مشبکه‌ای و چند گونا‌های توریک تصویری، پلی‌توپ‌ها و چند گونا‌های توریک تصویری، خاصیت‌های چند گونا‌های توریک تصویری، چندپره‌ها و چند گونا‌های توریک نرمال، تناظر مدار-مخروط، ریختنایی‌های توریک.

۲- بخش‌یاب‌ها و مختصات همگن روی چند گونا‌های توریک: بخش‌یاب‌های ویل روی چند گونا‌های توریک، بخش‌یاب‌های کارتیه روی چند گونا‌های توریک، ساختارهای خارج قسمتی چند گونا‌های توریک، حلقه مختصاتی کلی، بافه‌های روی چند گونا‌های توریک

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۲۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- D. Cox, J.Little,H. K.Schenck, Toric Varieties. Graduate Studies in Mathematics 124,Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2011.
- 2- G. Ewald, Combinatorial Convexity and Algebraic Geometry,GTM 168,Springer-Verlag, New York, 1996.
- 3- W. Fulton, Introduction to Toric Varieties, Annals of Mathematics Studies 131, The William H. Roever Lectures in Geometry,Princeton University Press, Princeton, NJ, 1993.
- 4- T. Oda, Convex Bodies and Algebraic Geometry, An Introduction to the Theory of Toric Varieties, Translated from the Japanese, Ergebnisse der Mathematik und ihrer Grenzgebiete (3) [Results in Mathematics and Related Areas (3)], 15, Springer-Verlag, Berlin, 1988

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: هندسه تروپیکال			
عنوان درس به انگلیسی:		Tropical Geometry	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	جبر پیشرفته	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله / پایان نامه ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐
		نیست ☒	

ب) هدف کلی: آشنایی با جبرهای تروپیکال و معرفی ابزارهای مورد نیاز از جبر جابه جایی و هندسه چندوجهی ها در جهت مطالعه چندگوناهای تروپیکال است

اهداف ویژه:

- معرفی درس به عنوان شاخه ای از هندسه جبری ترکیباتی
- ارائه مثال های متنوع برای ایجاد انگیزه در دانشجویان برای مطالعه این شاخه از هندسه

پ) سرفصل ها:

جبر تروپیکال ، خم های مسطح ، تک سلولی ها، شمارش خم ها، ضمنی سازی، فشرده سازی، چندگوناهای جبری، چندوجهی های هندسی، پایه های گروبر، مجتمع های گروبر پایه های تروپیکال، ابر رویه ها، چندگانگی و تعادل ، همبندی و Fans، اشتراک پایدار، در صورت داشتن وقت مدرس می تواند از مطالب پیشرفته در این موضوع استفاده کند (فصل های ۶ تا ۴ مرجع ۱).

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد	فعالیت های کلاسی در طول نیم سال
۳۰ درصد	آزمون پایان نیم سال
۵۰ درصد	آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- D. Maclagan, B. Sturmfels, Introduction to Tropical Geometry, Graduate Studies in Mathematics 161, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2015.
- 2- I. Itenberg, G. Mikhalkin and E. Shustin, Tropical Algebraic Geometry, Oberwolfach Seminars 35, Birkhäuser Verlag, Basel, 2007.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: جبر همولوژیک نسبی		
عنوان درس به انگلیسی:	Relative Homological Algebra	
دروس پیش نیاز:	روش های همولوژیک در جبر جابه جایی	
دروس هم نیاز:		
تعداد واحد:	۴	تخصصی الزامی ☐ پایه ☐ نظری ☒
تعداد ساعت:	۶۴	تخصصی اختیاری ☒ پروژه/رساله / پایان نامه ☐ نظری-عملی ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐		

ب) هدف کلی: هدف این درس، آشنایی دانشجویان با جبر همولوژیک نسبی و برخی کاربردهای آن در شاخه های مختلف ریاضیات است. کاربردهایی که می توانند بسته به صلاح دید مدرس و علائق مخاطبین درس، از جبر جابه جایی، جبر ناجابه جایی، نظریه ی نمایش جبرها و ... انتخاب شوند.

اهداف ویژه:

- تعمیم جبر همولوژیک کلاسیک به کمک معرفی ابزار جبر همولوژیک نسبی

پ) سرفصل ها:

مروری بر خانواده های تحلیل گر (resolving classes)، پوشش ها و روکش ها، نظریه های هم تاب (cotorsion theories)، تابعگون های مشتق شده ی نسبی و بعدهای نسبی، حلقه های گورنشتاین و حلقه های کوهن-مکالی (بسته به صلاح دید مدرس و علائق مخاطبین درس، در حالت جابه جایی یا ناجابه جایی)، برخی کاربردها (به انتخاب مدرس).

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

۳۰ درصد آزمون پایان نیم سال

۵۰ درصد آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- E. E. Enochs, Relative Homological Algebra, Vol. I, Walter de Gruyter, 2011.
- 2- E. E. Enochs and O. MG Jenda, Relative Homological Algebra, Vol. 30, Walter de Gruyter, 2000.
- 3- M. Auslander and M. Bridger, Stable Module Theory, No. 94, Amer. Math. Soc., 1969.
- 4- L. W. Christensen, Gorenstein Dimensions, No. 1747, Springer Science & Business Media, 2000.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: جبر همولوژیک پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Homological Algebra	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	روش های همولوژیک در جبر جابه جایی	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله / پایان نامه ☐	
		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت ☒	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐
		موسسه نیست ☒	است ☐

ب) **هدف کلی:** آشنایی دانشجویان با جبر همولوژیک مدرن و برخی کاربردهای آن، کاربردهایی که بنا بر صلاح دید مدرس و علائق مخاطبین درس می توانند از شاخه های گوناگون ریاضیات انتخاب شوند.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیمی همانند بعد همولوژیک برای همبافت ها، عمق و گستره
- آشنایی با کاربردهای متنوع جبر همولوژی

پ) سرفصل ها:

۱- **کلیات:** مروری اجمالی بر جبر همولوژیک در رسته های آبلی (یا یک رسته ی آبلی خاص که محتوای درس بر آن متمرکز است)، رسته ی همبافت ها و اشیاء همولوژی، معرفی رسته ی مشتق شده، ساختار مثلث بندی شده ی رسته های مشتق شده، تابع گون های مشتق شده و تحلیل ها.

۲- **کاربردها:** انتخاب مطالب این بخش کاملاً در اختیار مدرس است که با در نظر داشتن علائق و نیازهای مخاطبین تعیین می شود. طرح پیش نهادی برای ارائه ی کاربردهایی در جبر جابه جایی به شرح زیر است:

۳- **بعدهای همولوژیک** برای همبافت ها، مفاهیم عمق (depth) و گستره (width)، محمل ها و بعد کرول، ناوردهای صوری، بحثی پیرامون قضیه ی تقاطع و نتایج آن، همبافت های دوگان ساز و برخی کاربردهای آن، مانند اثبات حدس بس.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1- S. I. Gelfand and Y. I. Manin, Methods of Homological Algebra, Springer Science & Business Media, 2013.

2- M. Kashiwara and P. Schapira, Categories and Sheaves, Vol. 332, Springer Science & Business Media, 2005.

3- L. W. Christensen, H-B. Foxby, and H. Holm, Derived Category Methods in Commutative Algebra, 2012.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: K-تئوری جبری			
عنوان درس به انگلیسی:		Algebraic K-Theory	
دروس پیش نیاز:		جبر پیشرفته	
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه	
☐ نظری ☐ عملی ☐ نظری-عملی		☐ پایه ☐ تخصصی الزامی ☒ تخصصی اختیاری ☐ پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
☐ نیست ☐ است			

ب) هدف کلی: معرفی K-تئوری جبری به عنوان یک شاخه‌ی مستقل از ریاضیات و آشنایی با برخی کاربردهای آن.

اهداف ویژه:

- درک سازگاری روش های متنوع در تعریف K-گروه های مرتبه بالاتر
- اثبات قضایای بنیادین K-تئوری

پ) سرفصل ها:

۱- بخش هایی که با علامت ستاره مشخص شده اند، بنابراین مدرس می تواند حذف یا به اختصار برگزار شوند.

۲-K-تئوری کلاسیک: گروه گروتندیک یک حلقه و گروه گروتندیک یک فضای توپولوژیک؛ قضیه ی سر-سوان*؛ گروه پیکار یک حلقه ی جابه جایی؛ گروه وایتهد و گروه میلنور یک حلقه؛ گروه گروتندیک و گروه وایتهد برای رسته ها؛ K-گروه های منفی*.

۳-مقدمه ای بر K-تئوری مرتبه بالا: (بنابر صلاح دید مدرس و زمان باقی مانده) طرح پیشنهادی برای این قسمت به این شرح است: معرفی K-گروه های مرتبه بالا (دست کم یکی از روش های متداول با جزئیات کامل ارائه و سایر روش ها به اختصار بیان شود)؛ اثبات سازگاری با تعاریف پیشین (دست کم در مورد گروه گروتندیک)؛ اثبات سازگاری میان روش های گوناگون معرفی K-گروه های مرتبه بالا؛ قضایای بنیادین K-تئوری (دست کم شامل سه قضیه ی تحلیل، موضعی سازی و دویساز)

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۲۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- J. Rosenberg, Algebraic K-theory and its Applications, Vol.147, Springer Science & Business Media, 1994.
- 2- V. Srinivas, Algebraic K-Theory, Springer Science & Business Media, 2007.
- 3- C. A. Weibel, The K-book: An Introduction to Algebraic K-Theory, Vol. 145, Amer. Math. Soc., 2013.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه گروه‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:		Group Theory	
دروس پیش‌نیاز:		جبر پیشرفته	
دروس هم‌نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه	
☐ است		☒ نیست	
نوع درس و واحد			
☐ پایه		☒ نظری	
☐ تخصصی الزامی		☐ عملی	
☐ پروژه/رساله / پایان‌نامه		☒ تخصصی اختیاری	
☐ مهارتی-اشتغال پذیری		☐ نظری-عملی	

ب) هدف کلی: مطالعه و بررسی رده‌های مختلف گروه‌ها.

اهداف ویژه:

- مطالعه مباحث پیشرفته در نظریه گروه‌ها و کاربردهای آن

پ) سرفصل‌ها:

عمل یک گروه بر یک مجموعه، قضیه اساسی برنساید، قضایای سیلو، p -گروه‌ها، زیر گروه فرایتی، سری زیر نرمال، حلپذیری، پوچتوانی، قضیه اساسی گروه‌های آبدلی، مولدها و روابط، توسیع گروه‌ها، حاصل ضرب حلقوی گروه‌ها، ساختار گروه‌های متناهی از یک مرتبه داده شده، زیر گروه‌ها. سری‌ها، نظریف سری‌ها، یکریختی سری‌ها، سری‌های ترکیبی، شرایط زنجیری و مثال‌هایی از آن‌ها، خواص شرایط زنجیری، تجزیه مستقیم، تجزیه ریماک، مصورها و تجزیه‌های مستقیم، لم فینینگ، قضیه کرول - ریماک - اشمیت، یکنایی تجزیه ریماک، حاصل ضرب مستقیم گروه‌های ساده، گروه‌های مشخصاً ساده، گروه‌های کاملاً تحویل پذیر بدون مرکز، گروه‌های نیمساده متناهی، ساختار گروه خودریختی‌های کاملاً تحویل پذیر بدون مرکز، گروه‌های آبدلی، گروه‌های تابدار، گروه‌های بخش پذیر، ارتفاع یک عنصر، گروه‌های شبه دوری، خاصیت انژکتو گروه‌های آبدلی بخش پذیر، ساختار گروه‌های آبدلی بخش پذیر، زیر گروه‌های گروه‌های بخش پذیر، حاصل جمع مستقیم گروه‌های دوری و شبه دوری، استقلال خطی و رتبه، گروه‌های آبدلی آزاد، خاصیت تصویری گروه‌های آبدلی آزاد، ساختار گروه‌های آبدلی متناهی، ساختار گروه‌های آبدلی متناهی مولد، ساختار گروه‌های آبدلی با شرط مینیمال،

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۲۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- D. J. S. Robinson, A Course in the Theory of Groups, 2nd Ed., Springer-Verlag, New York, 1995.
- 2- D. Gorenstein, Finite Groups, Harper and Row, New York, 1968.
- 3- O. Bogopolski, Introduction to Group Theory, EMS, 2008.
- 4- J. J. Rotman, An Introduction to the Theory of Groups, Springer-Verlag, 1999.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: گروه‌های جایگشتی			
عنوان درس به انگلیسی:		Permutation Groups	
دروس پیش‌نیاز:		نظریه گروه‌ها	
دروس هم‌نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه	
☐ است		☒ نیست	
نوع درس و واحد			
☐ پایه		☐ نظری	
☐ تخصصی الزامی		☐ عملی	
☐ پروژه/رساله / پایان‌نامه		☐ نظری-عملی	
☐ مهارتی-اشتغال پذیری		☒ تخصصی اختیاری	

ب) هدف کلی: هدف این درس آشنایی با مفاهیم اولیه گروه‌های جایگشتی و گروه‌های ماتریو است.

اهداف ویژه:

- رده بندی و تحلیل گروه های جایگشتی
- درک ارتباط نظریه گروه های جایگشتی و ترکیبیات

پ) سرفصل‌ها:

عملیک گروه بر یک مجموعه، گروه متقارن و متناوب، مدار و پایدار ساز، بلوک و گروه‌های اولیه و غیراولیه، گروه‌های k -انتقالی و k -همگن، گروه خودریختی ساختارهای جبری، ارتباط با نظریه گراف، حاصل ضرب نیم مستقیم، حاصل ضرب حلقوی، گروه‌های آفین تصویری، گروه‌های انتقالی درجه حداکثر ۷، گروه فروبینوس، ساختار گروه‌های ماتریو.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد	فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
۳۰ درصد	آزمون پایان نیم‌سال
۵۰ درصد	آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- علی رضا جمالی، مقدمه ای بر گروه های جایگشتی و گروه های خطی، دانشگاه خوارزمی ۱۳۹۴.

2- J. D. Dixon and B. Mortimer, Permutation Groups, Springer-Verlag, 1996.

3- D. S. Passman, Permutation Groups, Courier corp., 2012.

4- P. Cameron, Permutation Groups, London Mathematical Society, 2008.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: گروه‌های خطی			
عنوان درس به انگلیسی:		Linear Groups	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	نظریه گروه‌ها	
تخصصی الزامی ☐	عملی ☐		
تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐		
پروژه/رساله/پایان‌نامه ☐		۴	
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐		
نیست ☒	است ☐		

ب) هدف کلی: آشنایی با گروه‌های ساده ماتریسی از قبیل گروه‌های تصویری خاص، گروه‌های تصویری سیمپلیکتیک، گروه‌های یکانی و متعامد.

اهداف ویژه:

- مطالعه گروه‌های کلاسیک و درک تعبیر جبری و هندسی آن‌ها

پ) سرفصل‌ها:

میدان‌های متناهی، هندسه تصویری، خط تصویری، گروه خطی عام، گروه تصویری خاص، ترانسوکشن، خواص ترانسوکشن‌ها از جمله تولید گروه توسط ترانسوکشن‌ها، مختصریاز گروه‌های جایگشتی نظیر مدار، عمل اولیه و عمل چند انتقالی، زیر گروه جابه‌جاگر، قضیه ایواساوا، ساده بودن گروه تصویری خاص، زیرگروه‌هایی از گروه خطی عام و خاص و گروه تصویری، گروه سیمپلیکتیک، خواص گروه سیمپلیکتیک از جمله تولید این گروه توسط ترانسوکشن‌های سیمپلیکتیک، قضیه ویت، ساده بودن گروه سیمپلیکتیک، ساده بودن گروه تصویری سیمپلیکتیک، فرمهای شبه دوخطی و درجه دوم، گروه یکانی متناهی، گروه متعامد متناهی، گروه متعامد در مشخصه ۲، ساختار گروه یکانی، ساختار گروه متعامد، مطالعه گروه‌های یکانی و متعامد از طریق فرم‌های دوخطی متقارن و فرمهای $1\frac{1}{2}$ خطی.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- ۱- علی رضا جمالی، مقدمه‌ای بر گروه‌های جایگشتی و گروه‌های خطی، دانشگاه خوارزمی ۱۳۹۴.
- ۲- محمدرضا درفشه، گروه‌های خطی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم ۱۳۸۷.

- 3- D. Suprunenko, Soluble and Nilpotent Linear Groups, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1963.
- 4- B. A. F. Wehrfritz, Infinite Linear Groups, Springer-Verlag, Berlin, 2012.
- 5- L. C. Grove, Classical Groups and Geometric Algebra, Amer. Math. Soc.,

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه نمایش گروه‌های متناهی			
نوع درس و واحد		Representation Theory of Finite Groups	
عنوان درس به انگلیسی:		نظریه گروه‌ها	
دروس پیش‌نیاز:			
دروس هم‌نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه	
☐ نظری ☐ پایه ☐ عملی ☐ نظری-عملی		☐ تخصصی الزامی ☒ تخصصی اختیاری ☐ پروژه/رساله/ پایان‌نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☒ نیست	

ب) هدف کلی: معرفی مفهوم سرشت و جدول سرشت گروه‌های متناهی - اثبات قضایای مهم با استفاده از نظریه سرشت.

اهداف ویژه:

- مطالعه نظریه نمایش و سرشت گروه‌های متناهی و درک ساختار گروه‌های متناهی به کمک نظریه نمایش گروه‌های متناهی

پ) سرفصل‌ها:

نظریه حلقه‌های نیم ساده، جبرهای نیم ساده، قضیه $p^a q^b$ برنساید، سرشت‌های تعمیم یافته و درجه تکرار، جدول سرشت، نمایش گروه‌های آبلی، سرشت القائی، نمایش حاصل ضرب مستقیم گروه‌ها، مجموعه‌های $T.I$ ، سرشت گروه‌های فروینوس، قضیه کلیفورد، M -گروه‌ها.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال

۳۰ درصد آزمون پایان نیم‌سال

۵۰ درصد آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- محمد رضا درفشه. جبر، جلد سوم. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم ۱۳۸۹.

2- L. Dornhoff, Group Representation Theory, Part A, Marcel Dekker, Inc., 1971.

3- G. James, M. Liebeck, Representations and Characters of Groups, Cambridge Mathematical Textbooks, 1993.

4- K. Lux and H-Pahlings, Representation of Groups, Cambridge University Press, 2010.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه ابرساختارهای جبری			
عنوان درس به انگلیسی:		Algebraic Hyperstructure Theory	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	
تخصصی الزامی ☐	عملی ☐		
تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐		
پروژه/رساله/پایان نامه ☐		۴	تعداد واحد:
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		۶۴	تعداد ساعت:
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒		
است ☐	نیست ☒		

ب) هدف کلی: آشنایی با نظریه ابر ساختارهای جبری و برخی کاربردهای آن

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفهوم ابر عمل، آشنایی با مفاهیمی مانند ابر گروهها، ابر حلقه ها و ابر مدولها، روابط اساسی و خواص اساسی آنها. آشنایی با ارتباط نظریه ابر ساختارهای جبری با سایر بخش های ریاضی مانند، هندسه، توپولوژی، نظریه مجموعه های فازی، نظریه گراف و سایر کاربردهای آن در حوزه های فیزیک، شیمی، زیست شناسی و غیره.

پ) سرفصل ها:

مروری بر مفاهیم ابر تکراره، ابر گروهها، ابر گروههای انتقالی، ابر گروههای کانونی، روابط اساسی بر ابر گروهها، همریختی ها و فضاها، خارج قسمت، فضاها، الحاقی، ابر گروههای کامل، بخش های کامل، فضاها، هندسی، کاربرد ابر گروهها در هندسه، نظریه گراف و ابر گراف، نظریه مجموعه ها و منطق فازی، مروری بر انواع ابر حلقه ها، روابط همبستگی و رابطه اساسی بر ابر حلقه ها، مطالعه ایدال های ابر حلقه ها، ابر حلقه های خارج قسمتی و مروری بر ابر مدول های کراسنری و ابر فضاها، برداری (از دیدگاه تالینی) و خواص اساسی آنها، آشنایی با ابر جبرها.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی و یادگیری به روش تدریس و مشارکت فعال دانشجویان در مبحث کلاسی، و ارائه سمینار و حل تمرین.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی به روش آزمون میان ترم، ارزشیابی تکالیف کلاسی و شرکت فعال در کلاس. ارائه سمینار توسط دانشجویان در برخی مباحث درس و یا پیرامون آن، و آزمون پایان ترم.

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۲۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: وایت برد و ویدئو پروژکتور



1. Paul-Hermann Zieschang, Hypergroups, Springer Nature Switzerland AG, 2023.
2. P. Corsini, V. Leoreanu-Fotea, Applications of Hyperstructure Theory, Kluwer Academic Publisher, 2003.
3. P. Corsini, Prolegomena of hypergroup theory, Second ed., Aviani Editore, 1993.
4. B. Davvaz, Plygroups and Related Systems, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2013.
5. B. Davvaz, V. Leoreanu-Fotea, Hypergroup Theory, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2022.
6. B. Davvaz, V. Leoreanu-Fotea, Hyperring Theory, International Academic Press, 2007.
7. Walter, Prenowitz, James Jantosciak, Join Geometries: A Theory of Convex Sets and Linear Geometry, Springer Verlag, 1979.
8. C. Flaut, D. Flaut, Š. Hošková-Mayerová, Models and Theories in Social Systems, Springer Nature Switzerland AG, 2019.
9. T. Vougiouklis, Hyperstructures and Their Representations, Hadronic Press, Inc., Palm Harber, USA, 1994.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: -

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: این درس به روش الکترونیکی و یا ترکیبی قابل اجراست.



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه مجموعه ها و منطق فازی		
عنوان درس به انگلیسی:	Fuzzy Sets and Fuzzy Logic	
دروس پیش نیاز:	نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:	پایه ☐ نظری ☒ تخصصی الزامی ☐ عملی ☐ تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐ پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
تعداد واحد:	۴	
تعداد ساعت:	۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است	

ب) هدف کلی: آشنایی با مفاهیم مجموعه های فازی و منطق فازی و برخی از کاربردهای آن در زندگی روزمره

اهداف ویژه:

- آشنایی با نظریه مجموعه های فازی، منطق فازی، روابط فازی، اعمال روی مجموعه های فازی و نظریه امکان.
- آشنایی با برخی از کاربردهای مجموعه ها و منطق فازی در زندگی روزمره و حوزه های علوم و مهندسی و نحوه مدلسازی پدیده های مبهم و نادقیق

پ) سرفصل ها:

- ۱- معرفی عدم قطعیت و انواع آنها بویژه از نوع زبانی آنها، معرفی مجموعه های فازی و مدل سازی برخی پدیده های غیر قطعی با مجموعه های فازی
- ۲- بیان مفاهیم اعمال بر مجموعه های فازی مانند اجتماع، اشتراک و نفی
- ۳- معرفی اعمال تعمیم یافته بر مجموعه های فازی با استفاده از t -norms و t -conorms و استفاده از آنها برای ایجاد ساختارهای جبری روی مجموعه های فازی
- ۴- معرفی روابط فازی، خواص و برخی کاربردهای آنها
- ۵- معرفی منطق فازی و ارتباط آن با منطق های کلاسیک و چند ارزشی، بررسی رابط های منطقی و مباحث مربوط به جدول استلزام با استفاده از عملگر های t -norm و t -conorm و عملگر نفی و استفاده از منطق فازی در استدلال تقریبی
- ۶- معرفی اعداد فازی و اعمال بر آنها با استفاده از اصل گسترش فازی و معرفی برخی از کاربرد های آنها
- ۷- معرفی برخی از کاربردهای فازی در مدلسازی و نظریه کنترل

توجه: این درس می تواند برای دانشجویان ریاضی کاربردی و آمار نیز با اعمال برخی تغییراتی با تقویت بخش مربوط به مباحث کاربرد منطق فازی نیز ارائه گردد.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

روش یاددهی و یادگیری به روش تدریس و مشارکت فعال دانشجویان در مبحث کلاسی، و ارائه سمینار، انجام پروژه های فردی یا گروهی و حل تمرین

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد



چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Tanmoy Som, Oscar Castillo, Anoop Kumar Tiwari, Shivam Shreevastava, Fuzzy, Rough and Intuitionistic Fuzzy Set Approaches for Data Handling: Theory and Applications, Springe, 2023.
2. Bahram Farhadinia, Hesitant Fuzzy Set: Theory and Extension, Springer, 2021.
3. Tamalika Chaira, Fuzzy Set and its Extension: The Intuitionistic Fuzzy Set, Wiley, 2019.
4. Nesteban Indurain, Humberto Bustince, Javier Fernandez, New Trends in Fuzzy Set Theory and Related Item, MDPI, 2018.
5. Susanne Saminger-Platz, Radko Mesiar, On Logical, Algebraic, and Probabilistic Aspects of Fuzzy Set Theory, Springer International Publishing, 2016.
6. Rahul Kar, Dac-Nhuong Le, Gunjan Mukherjee, Fuzzy Logic Applications in Computer Science and Mathematics, Wiley-Scrivener, 2023.
7. Abhijit Pandit, Mathematical Modeling using Fuzzy Logic: Applications to Sustainability, Chapman and Hall/CRC, 2021.
8. Jenny Carter, Fuzzy Logic: Recent Applications and Developments, Springer Nature, 2021.
9. Michael Gr. Voskoglou, Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Their Applications, MDPI AG, 2020.
10. Gorge J. Klir, Bo Yuan, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications, Prentice Hall, 1995.
11. Snehashish Chakraverty, Sanjeewa Perera, Recent Advances in Applications of Computational and Fuzzy Mathematics, Springer Singapore, 2018.
12. H. T. Neguye, A first Course in Fuzzy Logic, 4th edi., Chapman& Hall/CRC Taylor Francis Groups, 2019.
13. Janusz T. Starczewski, Advanced Concepts in Fuzzy Logic and Systems with Membership Uncertainty, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: -

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: این درس به روش الکترونیکی و یا ترکیبی قابل اجراست.



الف: عنوان درس به فارسی: نظریه حلقه و مدول		
عنوان درس به انگلیسی:	Ring and Module	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/ رساله / پایان نامه ☐
		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐
		نیست ☒

هدف کلی: مروری بر حلقه ها، ایده الها و انواع مختلف آنها و مطالعه عمیق تر مدولها و انواع مهم مدولها، مانند مدول های نوتری و آرتینی، سری ترکیبی و طول ترکیبی یک مدول، لم زاسنهاس، قضیه شرایر، قضیه جردن، هلدر، مدول ساده، لم شر، رادیکال جاکسون، لم ناکامایا

اهداف ویژه:

- آشنایی عمیق تر با ساختارهای حلقه ها و مدولهای خاص، مانند مدولهای ضربی و بررسی توپولوژی زاریسکی آنها و کاربردهایی در موضوعات میان رشته ای مانند هندسه و ترکیبیات.

پ) سرفصل ها:

مروری بر مفاهیم اصلی حلقه ها، عناصر پوچ توان و خودتوان و مقسم صفر، جمع و ضرب ایده الها، ضرب مستقیم حلقه ها، ضرب مستقیم خارجی و داخلی ایده الها، ایده آلهای اول و ماکسیمال و مینیمال، رادیکال اول، ایده های نیمه اول و حلقه نیمه اول، مدول و زیر مدول، مدول خارج قسمت، همربختی و یکرربختی مدولها و قضایای یکرربختی، زیر مدول ماکسیمال و مینیمال، مدول های آزاد و متناهی تولید شده، مدول های نوتری و آرتینی، سری ترکیبی و طول ترکیبی یک مدول، لم زاسنهاس، قضیه شرایر، قضیه جردن، هلدر، مدول ساده، لم شر، رادیکال جاکسون، لم ناکامایا، 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 و 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 آرتینی در رابطه با ساختمان یک حلقه ساده آرتینی راست یا چپ، مدولهای تصویری (پروژکتیو) و تزریقی (انژکتیو) مباحث انتخابی دیگر.

ت) روشیاددهی-یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Louis H. Rowen, Ring Theory, Academic Press, Inc., 1988.



2. T.Y Lam, A first Course in Non Commutative Rings, 1991.
3. Frank W. Anderson Kent R. Fuller, Rings and Categories of Modules, Springer-Verlag New York, Inc., 1992.
4. Toma Albu Gary F. Birkenmeier Ali Erdoğan Adnan Tercan, Ring and Module Theory, Birkhauser Boston, 2010.
5. Onofrio Mario Di Vincenzo, Antonio Giambruno, Polynomial Identities in Algebras, 2021.
6. Ideals of Powers and Powers of Ideals: Intersecting Algebra, Geometry, and Combinatorics, Springer, 2020.

ح) ملاحظات برای افرادبانیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



فصل سوم

ویژگی‌های دروس

گرایش هندسه و توپولوژی



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه بافه‌ها و طرح‌ها			
نوع درس و واحد		Theory of Sheaves and Schemes	
عنوان درس به انگلیسی:		جبر پیشرفته	
دروس پیش‌نیاز:			
دروس هم‌نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست			
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است			

ب) هدف کلی: هدف از این درس آشنایی با نظریه بافه‌ها و طرح‌ها و مطالعه طرح‌های آفین و تصویری و بافه مدول‌ها روی آن‌ها است.

اهداف ویژه:

- ارائه مثال‌هایی برای ضرورت و سودمندی معرفی طرح‌ها به عنوان مهمترین اشیای مورد مطالعه در هندسه جبری
- آماده‌سازی دانشجویان برای درس‌های پیشرفته‌تر در هندسه جبری

پ) سرفصل‌ها:

تعریف بافه و ویژگی‌های اولیه آن، ریختپایی بافه‌ها، بافه متناظر به یک پیش‌بافه، و بافه‌های متناظر به یک ریختپایی بافه‌ها، طرح آفین و ویژگی‌های آن، فضای حلقه‌یی و فضای حلقه‌یی موضعی، چسبانیدن بافه‌ها و طرح‌ها، طرح‌های نوتری و نوتری موضعی، طرح‌های متناهی و متناهی نوع، حاصل ضرب فیبره طرح‌ها، ریختپایی‌های تفکیک‌شده و شاخص و مشخص سازی ارزیهی آن‌ها، نشانیدن بسته و باز طرح‌ها، بافه مدول‌ها، بافه منسجم مدول‌ها، رفتار تابعگون مقطع سراسری روی دنباله‌های دقیق از بافه مدول‌ها، بافه‌های شبه منسجم، طرح Proj و ویژگی‌های آن، خم بیضوی و گروه رده آن، بخش‌های کارتی، بافه‌های وارون‌پذیر و ویژگی‌های آن‌ها، ریختپایی‌های تصویری بین دوچندگونا، بافه‌های فراخ و خیلی فراخ، ریختپایی‌های تصویری طرح‌ها، دستگاه خطی کامل، فراگستری در طرح‌ها و ویژگی‌های آن.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- R. Hartshorne, Algebraic Geometry, GTM 52, Springer-Verlag, New York-Heidelberg, 1977.
- 2- I. Shafarevich, Basic Algebraic Geometry 1, Varieties in Projective Space, Third Ed., Translated from the 2007 third Russian edition. Springer, Heidelberg, 2013.
- 3- U. Görtz, T. Wedhorn, Algebraic Geometry I, Schemes with Examples and Exercises, Advanced Lectures in Mathematics, Wiesbaden, 2010.
- 4- D. Eisenbud, J. Harris, The Geometry of Schemes, GTM 197, Springer-Verlag, New York, 2000.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: هندسه ریمانی			
عنوان درس به انگلیسی: Riemannian Geomtry		نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:		پروژه/ رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست ☐	
		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است ☐	

ب) هدف کلی: آشنایی با مفاهیم و ابزارهای هندسه ریمانی.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم و ابزارهایی بنیادین مانند متریک‌ها و التصاق‌های ریمانی، ژئودزیک‌ها و ابزارهای محاسباتی مرتبط با مفهوم خمیدگی روی خمینه‌های ریمانی

پ) سرفصل‌ها:

مفهوم فرم دوخطی روی یک خمینه و متریک ریمانی، خمینه‌های ریمانی، ساختار ریمانی روی خمینه‌های پیرافشرده (Para-compact)، مفهوم ایزومتري بین خمینه ریمانی، مفهوم التصاق (connection)، مشتق همورد، انتقال موازی، سمبل‌های کریستوفل و تعریف ژئودزی‌ها، التصاق ریمانی و تخت (Affine connection)، روابط لوی-چیوتا، عملگرهای لی روی خمینه‌های ریمانی، متریک‌های ناورد تحت انتقال، شارش ژئودزی، خاصیت کمینه کردن طول ژئودزی‌ها، نگاشت نمایی (exponential)، ارتباط بین جبر لی یک گروه لی، مفهوم انحناء، انحناء ریمان، انحناء برشی (sectional) و میانگین (mean)، انحناء ریچی و انحناء عددی، تانسورها و قرارداد اینشتین درباره معادلات تانسوری، تانسور ریمان و تانسور ریچی، قضایای هوپف-رینو (Hopf-Rinow) و هادامارد (Hadamard)، فرم‌های اساسی اول و دوم. قضیه گاوس. معادلات گاوس، خمینه‌های با انحناء میانگین ثابت و توپولوژی آن‌ها، شارش ریچی و حالت خاص آن روی فضای اقلیدسی، صورت قضیه پرلمان و مروری بر اثبات آن در حالت‌های خاص.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- M.P. do Carmo, Riemannian Geometry, Translated from the Portuguese by Francis Flaherty, Mathematics: Theory & Applications, Boston, MA, Birkhäuser, 1992.
- 2- F.W. Warner, Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups, Reprint. (English) GTM 94, Springer-Verlag, 1983.
- 3- P. Topping, Lectures on the Ricci Flow, London Mathematical Society Lecture Note Series 325, Cambridge University Press, 2006.
- 4- W. Boothby, An Introduction to Differentiable Manifolds and Riemannian Geometry, 2nd Ed., Pure and Applied Mathematics 120, Academic Press, Inc., 1986.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه هوموتوپی پایا					
نوع درس و واحد		Stable Homotopy Theory		عنوان درس به انگلیسی:	
نظری	پایه	توپولوژی جبری		دروس پیش نیاز:	
عملی	تخصصی الزامی			دروس هم نیاز:	
نظری-عملی	تخصصی اختیاری		۴	تعداد واحد:	
پروژه/رساله / پایان نامه				۶۴	تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری					
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
است		نیست			

ب) هدف کلی: هدف از این درس آشنایی با عملگرهای کوهومولوژی، جبر این عملگرها، و کاربرد آن‌ها و آشنایی با گروه‌های هوموتوپی پایا و دنباله‌های طیفی سر و آدامز است.

اهداف ویژه:

- تربیت دانشجویانی آشنا با مبانی کلاسیک هوموتوپی و آمادگی برای مطالعه مفاهیم مدرن

پ) سرفصل‌ها:

محاسبه حلقه کوهومولوژی فضاهای تصویری، معرفی عملگرهای Steenrod و محاسبه آن‌ها روی فضاهای تصویری، مجتمع‌های سادگی و قضیه تقریب سادگی (یا مجتمع‌های سلولی و قضیه تقریب سلولی)، قضیه Blakers-Massey، نگاشت تعلیق (suspension) و قضیه تعلیق Freudenthal، رابطه کوهومولوژی یک فضا و تعلیق آن، پایایی عملگرهای کوهومولوژی نسبت به تعلیق، کاربرد عملگرهای کوهومولوژی در تشخیص پوچی یک نگاشت، جبرهای هوف (Hopf algebras)، جبر Steenrod و ساختار آن به عنوان یک جبر هوف، قضیه میلنور، عمل جبر هوف روی کوهومولوژی یک فضا، حد هوموتوپی، تعریف گروه‌های هوموتوپی پایا و نگاشت‌های پایا، فضاهای آیلنبرگ-مور و نمایش کوهومولوژی، تحلیل (یا قلعه) پوستنیکوف (Postnikov Tower)، کاربرد تحلیل پوستنیکوف در محاسبات هوموتوپی، حد وارون یک تحلیل، زوج‌های دقیق (Exact couple) و دنباله‌های طیفی (Spectral sequences)، پالایه‌ها و دنباله‌های طیفی، مفهوم همگرایی یک دنباله طیفی، دنباله طیفی Serre و محاسبه با آن، تحلیل آدامز (Adams resolution) برای یک فضا، تحلیل کوهومولوژی روی جبر Steenrod، مجتمع بار و هم-بار (Bar and cobra complex). دنباله طیفی آدامز و انجام محاسبه با آن.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: ::



- 1- J. F. Adams, Stable Homotopy and Generalized Homology, University of Chicago Press, 1995.
- 2- A. K. Bousfield and D. M. Kan, Homotopy Limits, Completions and Localizations, Lecture Notes in Mathematics, Vol. 304, Springer-Verlag, Berlin-New York, 1972.
- 3- D. C. Ravenel, Complex Cobordism and Stable Homotopy Groups of Spheres, 2nd Ed., Providence, RI: AMS Chelsea Publishing, 2004.
- 4- R.M. Switzer, Algebraic Topology-- Homology and Homotopy, Reprint of the 1975 edition, Classics in Mathematics, Springer-Verlag, 2002.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه‌های کوهمولوژی تعمیم یافته: K-تئوری و هم‌مرزی		
عنوان درس به انگلیسی:	Generalised Homology Theories: K-Theory and Cobordism	
دروس پیش‌نیاز:	توپولوژی جبری	
دروس هم‌نیاز:		
تعداد واحد:	۴	
تعداد ساعت:	۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با آمایش/مأموریت	مرتبط با آمایش/مأموریت	مرتبط با آمایش/مأموریت
موسسه نیست	موسسه نیست	موسسه نیست
است	است	است
نظری	پایه	
عملی	تخصصی الزامی	
نظری-عملی	تخصصی اختیاری	
	پروژه/رساله / پایان‌نامه	
	مهارتی-اشتغال پذیری	

ب) هدف کلی: هدف از این درس آشنایی نظریه کوهمولوژی تعمیم یافته و K-Theory و Cobordism است.

اهداف ویژه:

– مطالعه دو مثال بسیار مهم از نظریه‌هایی مانستگی و طیف‌های مرتبط جهت مطالعه مفاهیم مدرن نظریه هوموتوبی

ب) سرفصل‌ها:

تعریف کوهمولوژی تعمیم یافته، معرفی یک طیف (spectrum)، گروه‌های ضرایب، جبر عملگرها، گروه‌های هومولوژی و کوهمولوژی تعریف شده توسط یک طیف، خواص ضربی یک طیف، قضایای نمایش. قضیه نمایش براون، کلاف‌های برداری، عمل روی کلاف‌های برداری، معرفی حلقه K برای یک فضای توپولوژیک، عملگرهای آدامز، حل مساله ناوردای هوپف، تناوب بات (Bott periodicity)، مفهوم هم‌مرزیکه‌های هموار، عمل روی کلاس‌های هم‌مرزی خمینه‌ها و ساختار حلقه روی این مجموعه به عنوان حلقه هم‌مرزی، فضای تام (Thom space)، نمایش نظریه هم‌مرزی با استفاده از فضاهای تام، هم‌مرزیکه‌های مختلط، محاسبه جبر ضرایب برای K-theory و Cobordism با استفاده دنباله طیفی آدامز، دنباله طیفی Atiyah-Hizerburgh-Whithead. روابطه کونر و فلوید (Conner-Floyd)

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۲۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه ::

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1- J. F. Adams, Stable Homotopy and Generalized Homology, University of Chicago Press, 1995.

2-D. Husemoller, Fibre Bundles, GTM 20, Springer-Verlag, New York, Third Ed., 1994.

3-D. C. Ravenel, Complex Cobordism and Stable Homotopy Groups of Spheres, 2nd Ed., Providence, RI: AMS Chelsea Publishing, 2004.

4- Y. B. Rudyak, On Thom Spectra, Orientability and Cobordism, Springer, Berlin, 1998.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: مکانیک هندسی		
عنوان درس به انگلیسی:	Geometric Mechanics	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	هندسه خمینه ها	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است

ب) هدف کلی: هدف این درس آشنایی با مفاهیم اساسی نظریه منیفلدها (مثل: کلاف ها و اتصاق ها)؛ آشنایی با مفاهیم و اصول موضوعه مکانیک هندسی و آشنایی با نحوه بکارگیری ابزار هندسی در مطالعه مسائل مکانیکی است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم بنیادین نظریه خمینه ها مانند کلاف ها و اتصاق ها؛
- آشنایی با مفاهیم و اصول موضوعه مکانیک هندسی؛
- آشنایی با نحوه بکارگیری ابزار هندسی در مطالعه مسائل مکانیکی

پ) سرفصل ها:

گزیده ای از نظریه منیفلدها و معادلات دیفرانسیل؛ اتصاق های آفین؛ اتصاق های ریمانی؛ اتصاق های اریسمان (Ehressman connections)؛ کلاف های تاری؛ مفهوم شار ژئودزیکی؛ مفاهیم مکانیک هندسی (شامل: منیفلدهای پوآسون و سیمپلکتیک (Symplectic)، شارهای همیلتونی، کلاف های کتانژانت، اصول وردشی و مکانیک لاگرانژی، براکت های لی-پوآسون و مساله اجسام صلب، نگاشت های اندازه حرکت (Momentum maps)، معادلات اوایلر-پوآنکاره و لاگرانژ-پوآنکاره، اتصاق مکانیکی، مفاهیم فاز و هالانامی)؛ مکانیک غیر هالانامیک (شامل: معادلات حرکت، اصل لاگرانژ-دالامبر، تقارن در سیستم های غیر هالانامیک، معادله اندازه حرکت، هندسه پوآسون سیستم های غیر هالانامیک، مطالعه سیستم های غیر هالانامیک روی منیفلدهای ریمانی).

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه ::



- 1- A. Bloch, Nonholonomic Mechanics and Control, with the collaboration of J. Baillieul, P. Crouch and J. Marsden, with scientific input from P. S. Krishnaprasad, R. M. Murray and D. Zenkov, Interdisciplinary Applied Mathematics 24, Systems and Control, Springer-Verlag, New York, 2003.
- 2- M. P. do Carmo, Riemannian Geometry, Translated from the second Portuguese edition by Francis Flaherty, Mathematics: Theory & Applications, Birkhäuser Boston, Inc., Boston, MA, 1992.
- 3- J. Lee, Manifolds and Differential Geometry, Graduate Studies in Mathematics 107, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2009.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: هندسه مختلط		
عنوان درس به انگلیسی:	Complex Geometry	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	هندسه خمینه ها	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله / پایان نامه ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐
		نیست ☒ است ☐

ب) **هدف کلی:** آشنایی با قضایای ویرشتراس و نتایج آن‌ها؛ آشنایی با نظریه کوهومولوژی و بافه‌ها (sheaves)؛ آشنایی با نظریه مقطع روی خمینه‌های مختلط؛

اهداف ویژه:

- آشنایی با اصول، تکنیک‌ها و نتایج بنیادی نظریه خمینه‌های مختلط؛
- آشنایی با هندسه دیفرانسیل هرمیتی، نظریه هاج و خمینه‌های کیلر

پ) سرفصل‌ها:

گزیده ای از نظریه موضعی هندسه خمینه‌های مختلط؛ معرفی ساختار هندسی خمینه‌های مختلط؛ کلاف‌های برداری هولومورف؛ کلاف‌های خطی؛ فضاهای تصویری؛ فراگستری‌ها (blow-ups)؛ حساب دیفرانسیل روی خمینه‌های مختلط؛ بررسی تعامل بین هندسه مختلط و هندسه دیفرانسیل با مطالعه: (الف) نتایج بنیادی برای خمینه‌های کیلری {شامل: روابط کیلری، نظریه هاج روی خمینه‌های مختلط و قضایای لفتشت}؛ (ب) نتایجی در ارتباط با کلاف‌های برداری {شامل: کلاف‌های برداری هرمیتی، التصاق‌ها، خمیدگی و کلاس‌های چرن (Chern classes)}.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه ::

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- Huybrechts, Daniel. Complex geometry. An introduction. Universitext. Springer-Verlag, Berlin, 2005.
- 2- Griffiths, Phillip; Harris, Joseph. Principles of algebraic geometry. Wiley Classics Library. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1994.
- 3- Chern, Shiing-shen. Complex manifolds without potential theory (with an appendix on the geometry of characteristic classes). Universitext. Springer-Verlag, New York, 1995.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: رویه های ریمان			
عنوان درس به انگلیسی:		Riemann Surfaces	
دروس پیش نیاز:			
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
		پروژه/رساله / پایان نامه ☐	
		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
تعداد ساعت:		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☒		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐	

ب) هدف کلی: آشنایی با نظریه رویه های ریمان.

اهداف ویژه:

- آشنایی با نظریه رویه های ریمان و مطالعه ارتباط آن با بخش های مهمی از سایر حوزه های ریاضی مانند هندسه هذلولوی، هندسه دیفرانسیل ۲ بعدی، توپولوژی جبری، هندسه جبری، آنالیز هارمونیک و...، همچنین فراهم کردن مقدمات ریاضی لازم برای ورود به حوزه های کمی اخیرتر مانند پژوهش های دونالدسون، مک مولن، میرزاخانی و...

پ) سرفصل ها:

صفحه هذلولوی، ساختارهای هذلولوی، چسباندن، پوشش فراگیر، عمودها، ژئودزیک های بسته، مختصات فنشل-نیلسن، رویه های ریمان فشرده، رویه های ریمان با نشان (g, n) ، مدل هذلولیوار، چندضلعی های هذلولوی تعمیم یافته، مثلثات هذلولوی و کاربردهای آن روی رویه های ریمان، تعمیم برخی مفاهیم در حالت خمیدگی متغیر، Y -بخش ها و Y -بخش های علامت دار، پارامتر پیچش، نشان $(1,1)$ ، گراف های مکعبی، یقه ها، ژئودزیک های بسته غیر ساده، تیزی ها، قضیه یقه، قضیه برس، افرازاها، چنبره مودار، ثابت برس، فضاهای تایچمولر، رویه های ریمان علامت دار، مدل هایی برای فضای تایچمولر، ساختار تحلیلی حقیقی فضای تایچمولر، فاصله در فضای تایچمولر، گروه پیمانه ای تایچمولر، فضاهای پیمانه ای، گروه های فوخی و مختصات برس. سرفصل فوق، مطالعه نظریه رویه های ریمان با رویکردی بیشتر مبتنی بر هندسه هذلولوی است. به عنوان سرفصلی جایگزین می توان مطالب منبع [۲] را در نظر گرفت.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- Peter Buser, Geometry and Spectra of Compact Riemann Surfaces, Birkhäuser Boston, 1992.
 - 2- Simon Donaldson, Riemann Surfaces, Oxford University Press, 2011.
 - 3- Otto Forster (Author), Bruce Gilligan (Translator), Lectures on Riemann Surfaces, Springer (Graduate Texts in Mathematics, 81), 1981.
 - 4- Jürgen Jost, Compact Riemann Surfaces: An Introduction to Contemporary Mathematics (3rd Edition), Springer (Universitext), 2006.
 - 5- Rick Miranda, Algebraic Curves and Riemann Surfaces, American Mathematical Society (Graduate Studies in Mathematics, Vol 5), 1995.
- Hershel M. Farkas & Irwin Kra, Riemann Surfaces (2nd Edition), Springer (Graduate Texts in Mathematics, 71), 1991.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه گره			
عنوان درس به انگلیسی:		Knot Theory	
دروس پیش نیاز:		نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:		تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
		پروژه/رساله / پایان نامه ☐	
		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☐ نیست ☒	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است ☒

ب) هدف کلی: آشنایی با نظری ریاضی گره ها و پیوندها.

اهداف ویژه:

- آشنایی با نظریه ریاضی گره ها (و پیوندها) به عنوان بخشی از هندسه و توپولوژی بعد پایین و مطالعه ناوردهای مهم این نظریه مانند چندجمله ای اسکالندر، چندجمله ای جونز، گروه بنیادی مکمل گره ها و... و نحوه محاسبه آنها، همچنین مطالعه ارتباط نظریه گره ها با توپولوژی خمینه های ۳ بعدی.

پ) سرفصل ها:

تعریف گره ها و پیوندها در خمینه ها، رویه های سافرت، تجزیه گره ها و گره های اول، چندجمله ای جونز، هندسه پیوندهای متناوب، چندجمله ای جونز پیوندهای متناوب، چندجمله ای الکساندر، فضاهای پوششی مکمل پیوندها، چندجمله ای کانوی، پوشش های منشعب دوری و ماتریس گوریتس، ناوردهای آرف و چندجمله ای جونز، گروه بنیادی گره ها (گروه بنیادی مکمل پیوندها)، ساختن ۳-خمینه ها توسط جراحی روی کره ۳-بعدی، ناوردهای خمینه های ۳-بعدی حاصل از چندجمله ای جونز، روش های محاسبه ناوردهای کوانتومی، تعمیم های چندجمله ای جونز، چندجمله ای های هامفلی و کافمن. البته با توجه به تنوع و گستردگی مطالب در نظریه گره ها، می توان در سرفصل تغییراتی اعمال کرد. به عنوان مثالی از یک سرفصل جایگزین؛ با حفظ بخش های نخستین، اما کاستن از برخی مطالب مربوط به چندجمله ای جونز و افزودن مطالبی از نظریه مورس و هندسه سیمپلکتیک، می توان به سمت معرفی هومولوژی هیگارد-فلور حرکت کرد

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۲۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه ::

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- W.B.Raymond Lickorish, An Introduction to Knot Theory, Springer (Graduate Texts in Mathematics, 175), 1997.
- 2- - Louis H. Kauffman, Formal Knot Theory, Dover Publications, 2006.
- 3- - Dale Rolfsen, Knots and Links, American Mathematical Society, 2003.
- Vassily Olegovich Manturov, Knot Theory (2nd Edition), CRC Press, 2020.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: گروههای توپولوژیک و گروههای لی			
عنوان درس به انگلیسی:		Topological groups and Lie groups	
دروس پیش نیاز:		هندسه خمینه ها	
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		مرتبط با آمایش موسسه	
☐ نظری ☐ عملی ☐ نظری-عملی		☐ پایه ☐ تخصصی الزامی ☒ تخصصی اختیاری پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری	
☐ نیست ☐ است			

ب) هدف کلی: آشنایی با یکی از کاربردی ترین ابزار در کل ریاضی محض

اهداف ویژه:

-آشنایی با گروههای توپولوژیک

پ) سرفصلها:

گروههای توپولوژیک، تعریف گروههای توپولوژیک، مثالهایی از گروههای توپولوژیک مانند دایره و گروههای ماتریسی، نگاشت های انتقال راست و چپ، تجزیه یک گروه توپولوژیک به مولفه های همبندی، عمل یک گروه توپولوژیک روی فضاهای توپولوژیک و بویژه روی گروههای توپولوژیک دیگر، فضاهای خارج قسمتی، گروههای لی، یادآوری تعریف یک خمینه هموار، تعریف یک گروه لی، مثال از گروههای لی، نگاشت نمایی $\exp$ برای یک گروه لی، فرمول کمپل-هاسدورف برای گروههای لی، فضای مماس یک گروه لی و ساختار جبر لی، فضای دوگان فضای مماس و ساختار جبر پواسون، عمل گروه لی بر گروههای دیگر، نمایش یک گروه لی، عمل الحاقی گروه لی روی جبر لی خودش و نمایش الحاقی یک گروه لی، مطالبی در مورد دسته بندی کارتان و همچنین گروههای لی فشرده.

همچنین در صورت وجود وقت میتوان به مطالبی اضافه تر پرداخت مانند: در باره هومولوژی گروههای، معرفی فضاهای EG و BG برای یک گروه لی، معرفی کوهومولوژی فضای دسته بندی به عنوان کوهومولوژی گروه وابسته، حدس میلنور درباره کوهومولوژی گروههای لی.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه::

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. J. F. Adams. Lectures on Lie groups. W. A. Benjamin Inc. 1969
2. R. Switzer. Homology, homotopy, and their applications, Springer
3. W. Rossmann. Lie groups. An introduction through linear groups. Oxford Graduate Texts in Mathematics. Oxford University Press. 2002
4. A. Kirillov, An introduction to Lie groups and Lie algebras, Cambridge, 2017.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: هندسه جبری		
عنوان درس به انگلیسی:	Algebraic Geometry	
دروس پیش نیاز:	جبر پیشرفته	
دروس هم نیاز:		
تعداد واحد:	۴	تخصصی الزامی ☐ پایه ☐ نظری ☒
تعداد ساعت:	۶۴	تخصصی اختیاری ☒ پروژه/رساله/پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐ نظری-عملی ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است		

ب) هدف کلی: هدف از این درس معرفی مفاهیم اولیه هندسه جبری و آشنایی با ابزارهای جبر جابه جایی در هندسه جبری است.

اهداف ویژه:

- ایجاد یک واژه نامه بین گزاره ها و مفاهیم جبری و گزاره ها و مفاهیم هندسی

- نمایش سودمندی روش های جبر جابه جایی در بررسی نتایج هندسی

پ) سرفصل ها:

چند گونا های آفین، و توپولوژی زاریسکی و حلقه مختصاتی، چند گونا های تصویری و پوشش آفین آن ها، حلقه مختصاتی همگن چند گونا های تصویری، چند گونا های شبه تصویری، توابع منظم روی چند گونا های آفین و تصویری و توصیف جبری آن ها، ریختپایی ها بین چند گونا های دلخواه، نشانیدن ورونزه، ضرب چند گونا های آفین و تصویری و نشانیدن سگره، توابع گویاروی چند گونا ها، حلقه موضعی و میدان تابعی چند گونا ها، پایه آفین برای توپولوژی زاریسکی چند گونا ها، نگاشت های گویا بین چند گونا ها و ارتباط آن ها با میدان های تابعی چند گونا ها، هم ارزی دوسوگویای چند گونا با یک ابر رویه، فراگستری چند گونا های آفین دریک نقطه، چند گونا های ناتکین و حلقه های موضعی نوتری منظم، کامل سازی حلقه های موضعی و یکریختی تحلیلی نقاط چند گونا ها، فضای مماس زاریسکی و مخروط تماس، تقاطع در فضای تصویری، قضیه تقاطع آفین، قضیه تقاطع تصویری، چند جمله یی هیلبرت یک چند گونا ی تصویری، تعمیم قضیه بزو در مورد اشتراک چند گونا های تصویری و ابر رویه ها

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۲۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- R. Hartshorne, Algebraic Geometry, GTM 52, Springer-Verlag, New York-Heidelberg, 1977.
- 2- I. Shafarevich, Basic Algebraic Geometry 1, Varieties in Projective Space, Third Ed., Translated from the 2007 third Russian edition. Springer, Heidelberg, 2013.
- 3- D. Bump, Algebraic Geometry, World Scientific Publishing Co., Inc., River Edge, NJ, 1998.
- 4- D. Perrin, Algebraic Geometry, An Introduction, Translated from the 1995 French original by Catriona Maclean, Universitext, Springer-Verlag, London, Ltd., EDP Sciences, Les Ulis, 2008.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: کوهمولوژی در هندسه جبری			
عنوان درس به انگلیسی:		Cohomology in Algebraic Geometry	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	هندسه جبری	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله/پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است

ب) هدف کلی: هدف از این درس آشنایی با تابعگن های مشتق شده و کوهمولوژی بافه ها، مطالعه کوهمولوژی طرح های آفین و تصویری و آشنایی با کوهمولوژی چک و دوگانگی سر است.

اهداف ویژه:

- ایجاد انگیزه برای ضرورت مطالعه کوهمولوژی
- آشنایی با برخی از قضایای مهم مانند قضیه دوگانگی سر

پ) سرفصل ها:

تابعگن مشتق شده یک تابعگن بین رسته های آبل، کوهمولوژی بافه ها و قضیه میرایی گروتندیک، کوهمولوژی طرح های آفین نوتری، کوهمولوژی چک و ارتباط آن با کوهمولوژی بافه ها، کوهمولوژی فضای تصویری و قضیه سر، گروه ها و بافه های Ext، قضیه دوگانگی سر در مورد فضای تصویری، قضیه دوگانگی سر در مورد طرح های تصویری و قضیه باقیمانده سر.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- R. Hartshorne, Algebraic Geometry, GTM 52, Springer-Verlag, New York-Heidelberg, 1977.
- 2- R. Godement, Topologie Algébrique et Théorie des Faisceaux. (French) Troisième édition revue et corrigée. Publications de l'Institut de Mathématique de l'Université de Strasbourg, XIII. Actualités Scientifiques et Industrielles, No. 1252, Hermann, Paris, 1973.
- 3- A. Grothendieck, et al., Cohomologie Locale des Faisceaux Cohérents et Théorèmes de Lefschetz Locaux et Globaux (SGA 2), Société Mathématique de France, Paris, 2005.
- 4- K. Ueno, Algebraic Geometry 2, Sheaves and Cohomology, Translated from the 1997 Japanese original by Goro Kato. Translations of Mathematical Monographs, 197, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2001.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: خم‌ها و رویه‌های جبری			
عنوان درس به انگلیسی:		Algebraic Curves and Surfaces	
نوع درس و واحد			
دروس پیش‌نیاز:	هندسه جبری	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله / پایان‌نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با مأموریت موسسه نیست ☒	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

ب) هدف کلی: هدف از این درس آشنایی با قضایای ریمان - راخ در مورد خم‌ها و رویه‌های مجرد، رده بندی خم‌ها در P^3 و هندسه رویه‌های جبری است.

اهداف ویژه:

- کاربرد روش‌های ارائه شده در درس‌های پیشین هندسه جبری
- بررسی مسائل رده بندی، به عنوان مسائل راهنما، برای این اشیا هندسی

پ) سرفصل‌ها:

قضیه ریمان-راخ در مورد خم‌ها با بیان و برهان کوهمولوژیک، قضیه هورویتز، نشانیدن خم‌ها در فضای تصویری، خم‌های بیضوی و توابع بیضوی، نشانیدن متعارف خم‌ها، رده بندی خم‌ها در P^3 ، قضیه ریمان-راخ در مورد رویه‌ها، قضیه اندیس هاج، فرض ناکایی-مویسه زان، رویه‌های خط دار و قضیه عطیه، تبدیل‌های مونوئیدی، فراگستری رویه‌ها، رویه درجه سوم در P^3 ، تبدیل‌های دوسوگویا و قضیه کاستلنوو، رده بندی رویه‌ها.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- R. Hartshorne, Algebraic Geometry, GTM 52, Springer-Verlag, New York-Heidelberg, 2013.
- 2- O. Zariski, Algebraic Surfaces, with appendices by S. S. Abhyankar, J. Lipman and D. Mumford, Preface to the appendices by Mumford, Reprint of the second (1971) edition, Classics in Mathematics, Springer-Verlag, Berlin, 1995.
- 3- D. Eisenbud, J. Harris, Curves in Projective Space, Les Presses de l' Université de Montreal, Montreal, 1982.
- 4- L. Badesco, Algebraic Surfaces, Springer-Verlag, 2001.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



فصل سوم

ویژگی‌های دروس

گرایش گراف و ترکیبیات



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه گراف پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Graph Theory	
دروس پیش نیاز:	نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:	☐ پایه ☐ نظری ☐ تخصصی الزامی ☐ عملی	
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی
تعداد ساعت:	۶۴	☐ پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه
☐ نیست		☐ است

ب) هدف کلی: در این درس دانشجویان با موضوعات محوری نظریه گراف از جمله تطابق‌ها، تجزیه گراف‌ها، رنگ آمیزی‌های مختلف گراف‌ها و تورنمنت‌ها آشنا می‌شوند. در واقع هدف از این درس این است که دانشجویان برای مطالعه مقالات تحقیقاتی در زمینه نظریه گراف آماده شوند.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مباحث پیشرفته نظریه گراف، تقویت توانایی تحلیل و حل مسائل باز در زمینه نظریه گراف و کاربردهای آن در علوم کامپیوتر

پ) سرفصل‌ها:

همبندی و قضیه Menger، همبندی یالی، تطابق‌ها و قضیه Hall، قضایای Tutte و Berge-Tutte، تجزیه گوشی و سایر تجزیه‌های گراف‌ها، پوشش‌های رأسی و یالی، مجموعه غالب، اعداد Ramsey، گراف‌های اویلری و همیلتونی، رنگ آمیزی رأسی و قضیه Brooks، چندجمله‌ای رنگی، گراف‌های تام و گراف‌های وتری، رنگ آمیزی یالی و قضیه Vizing، رنگ آمیزی لیستی، گراف‌های مسطح و مسطح بیرونی، قضیه پنج‌رنگ، گراف‌های جهتدار، پوشش‌های مسیری و قضیه Gallai-Milgram، تورنمنت‌ها، شار و قضیه Ford-Fulkerson.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادهی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه::

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- B. Bollobas, Modern Graph Theory, Springer-Verlag, 2001.
- 2- J. A. Bondy, U. S. R. Murty, Graph Theory, Springer-Verlag, 2008.
- 3- R. Diestel, Graph Theory, Springer-Verlag, 1997.
- 4- D. West, Introduction to Graph Theory, Prentice Hall; Upper Saddle River, NJ, 1996.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: آنالیز ترکیبی			
نوع درس و واحد		Combinatorial Analysis	
پایه ☐ نظری ☒		عنوان درس به انگلیسی:	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐		دروس پیش نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		دروس هم نیاز:	
پروژه/رساله / پایان نامه ☐		۴	تعداد واحد:
مهارتی-اشتغال پذیری ☐		۶۴	تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☒ نیست			

ب) هدف کلی: در این درس دانشجویان موضوعات محوری ترکیبیاتاز جمله ترکیبیات شمارشی، ترکیبیات مجموعه‌ها، توابع مولد، روابط بازگشتی و طرح‌های ترکیبیاتی را به صورت مفصل مطالعه می‌کنند و در واقع دانشجویان برای مطالعه مقالات تحقیقاتی در زمینه ترکیبیات آماده می‌شوند. در پایان، دانشجویان با مقدمات نظریه کدگذاری آشنا می‌شوند و آماده گذراندن درس‌های پیشرفته‌تری در این زمینه خواهند بود.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مباحث پیشرفته ترکیبیات از جمله ترکیبیات فرینه ترکیبیات شمارشی و مباحث مرتبط با دیگر شاخه‌های ریاضیات.

پ) سرفصل‌ها:

SDRها و قضیه Hall، اعداد Ramsey و کاربردهای آن، قضیه Erdos-Szekeres مجموعه‌های مرتب جزئی و قضیه Dilworth، لم Sperner، قضیه Erdos-Ko-Rado و تعمیم‌های آن، توابع مولد، روابط بازگشتی، اعداد استرلینگ، پرمنت، حدس Van Der Wearden و اثبات آن، مربع‌های لاتین و مربع‌های لاتین متعامد، ماتریس‌های Hadamard، طرح‌های بلوکی، سیستم‌های سه تایی Steiner، قضیه Baranyai، مقدمه‌ای بر نظریه کدگذاری.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال

۳۰ درصد آزمون پایان نیم‌سال

۵۰ درصد آزمون پایانی

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: ::

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- B. E. Sagan, Combinatorics: The art of counting, AMS, 2020.
- 2- P. J. Cameron, Combinatorics: Topics, Techniques and Algorithms, New York, Cambridge University Press, 1994.
- 3- J. Riordan, Introduction to Combinatorial Analysis, Dover Publications, Inc. Mineola, New York, 2002.
- 4- J. H. van Lint, R. M. Wilson, A Course in Combinatorics, Second Edition, 2001.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: نظریه جبری گراف			
عنوان درس به انگلیسی:		Algebraic Graph Theory	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:			
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه	
نیست		است	

ب) هدف کلی: در این درس دانشجویان با استفاده از روش های جبری برای حل مسایل نظریه گراف آشنا می شود. همچنین می آموزند که از گراف ها برای نمایش برخی ساختارهای جبری و بررسی خواص آن ها استفاده کنند. موضوعات محوری این درس عبارتند از طیف گراف ها، چندجمله ای های متناظر با گراف ها و گراف هایی که با استفاده از گروه ها تعریف می شوند.

اهداف ویژه:

- مطالعه ساختارهای گراف با استفاده از تکنیک های جبر خطی و نظریه گروه ها- ارتقا توانایی تحلیل و پژوهش در مسائل پیشرفته نظریه جبری گراف و کاربردهای آن در ساختارهای ترکیباتی پیچیده

پ) سرفصل ها:

جبر خطی در نظریه گراف، طیف گراف ها، طیف گراف های منظم و قضیه Hoffman، طیف گراف های خطی، دورها و برش ها، زیردرخت های فراگیر و ساختارهای وابسته به آن، اعداد درختی، بسط های دترمینانی، تجربه های گراف ها و ارتباط آن ها با طیف، چندجمله ای رنگی گراف ها و ارتباط آن با زیر درخت های فراگیر، بسط چندجمله ای رنگی با استفاده از زیر گراف ها، چندجمله ای Tutte، خودریختی گراف ها، گراف های انتقالی رأسی، گراف های Cayley، گراف های متقارن، گراف های فاصله انتقالی، گراف Kneser، گراف Johnson، مطالعه هسته ماتریس وقوع گراف ها.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه ::

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- N. Biggs, Algebraic Graph Theory, Cambridge University Press, 1993.
- 2- B. Brualdi, H. J. Ryser, Combinatorial Matrix Theory, Cambridge University Press, 1991.
- 3- R. B. Bapat, Graphs and matrices, Springer, 2010.
- 4- C. Godsil and G. Royle, Algebraic Graph Theory, Springer-Verlag, 2001.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: ترکیبیات جبری		
عنوان درس به انگلیسی:	Algebraic Combinatorics	
دروس پیش نیاز:	نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:	☐ پایه ☐ نظری ☐ تخصصی الزامی ☐ عملی ☐ تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی	
تعداد واحد:	۴	☐ پروژه/رساله / پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری
تعداد ساعت:	۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ نیست ☐ است		

ب) هدف کلی: در این درس دانشجویان مهارت برقراری ارتباط بین دو شاخه از ریاضیات یعنی جبر و ترکیبیات را بدست خواهند آورد و با موضوعات متنوعی مانند چندجمله‌ای‌های مختلف وابسته به گراف‌ها، خواص مجموعه‌های مرتب جزئی و دیاگرام‌های یانگ آشنا خواهند شد.

اهداف ویژه:

- مطالعه ابزارهای جبری و ترکیبیاتی پیشرفته از جمله نظریه نمایش، چندجمله‌ای‌های مقارن، و توابع مولد در تحلیل ساختارهای ترکیبیاتی

پ) سرفصل‌ها:

چندجمله‌ای تطابقی گرافها و روابط بازگشتی آن، توصیف انتگرالی چندجمله‌ایهای تطابقی، چندجمله‌ای رُخ، اعداد اوایلر و استرلینگ، چندجمله‌ای مشخصه گراف‌ها و روابط بازگشتی آن، ارتباط چندجمله‌ای مشخصه و گشتها، مقادیر ویژه ماتریس مجاورت، تجزیه طیفی، توابع مولد گشتها، قضیه Jacobi، اتحاد Christoffel-Darboux، مکعب‌ها و تبدیلات Radon، گشتهای تصادفی، خاصیت Sperner، عملگرها روی جبرهای بول و شمارش با استفاده از آن، دیاگرام Young، قضیه ماتریس-درخت، گرافهای اوپلری جهتدار.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد
آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه ::

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- C. D. Godsil, Algebraic Combinatorics, Chapman and Hall, 1993.
- 2- R. P. Stanley, Algebraic Combinatorics: Walks, Trees, Tableaux, and More, Springer-Verlag, 2013.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: مباحثی در ترکیبیات			
عنوان درس به انگلیسی: Topics in Combinatorics		نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:		پروژه/رساله/پایان نامه ☐ مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه ☐ نیست ☒	
		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه ☐ است ☐	

ب) هدف کلی: آشنایی دانشجویان با موضوعات پژوهشی روز در ترکیبیات

اهداف ویژه:

-اهداف ویژه در این درس بنا بر صلاحدید استاد تعیین میشود

پ) سرفصل ها:

سرفصل مطالب این درس جهت اجرا در آن نیم سال تحصیلی که مورد درخواست قرار گرفته باشد توسط استاد مربوطه به بخش ریاضی ارائه می شود. این

سرفصل پس از تصویب در شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده و پیش از انتخاب واحد نیم سال مربوطه جهت رویت دانشجویان اعلان خواهد شد.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۲۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد

آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه ::

چ) منابع علمی پیشنهادی:

متناسب با درس ارائه شده توسط مدرس تعیین می شود.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: جبرهای تک جمله‌ای		
عنوان درس به انگلیسی: Monomial Algebras	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:	جبر پیشرفته	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۶۴	پروژه/رساله/پایان نامه ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☒ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐	

ب) هدف کلی: هدف از این درس آشناسازی دانشجویان با ابزار مورد استفاده در تحقیقات مربوط به جبرهای تک جمله‌ای است.

اهداف ویژه:

- مطالعه ساختار و خواص جبری و همولوژیک جبرهای تک جمله‌ای با تأکید بر ایده‌آل‌های مونومایی، توابع هیلبرت و رزولوشن‌های مینیمال
- تقویت توانایی پژوهش در ارتباط میان جبرهای تک جمله‌ای و موضوعات پیشرفته ترکیبیات، نظریه گراف، و کاربردهای آن در هندسه جبری و بهینه‌سازی.

پ) سرفصل‌ها:

ایده‌آل‌های تک جمله‌ای آزاد از مربع و مجتمع‌های سادگی، توابع هیلبرت و قضیه‌های مکالی و کروسکال - کاتونا، تحلیل‌های آزاد ایده‌آل‌های تک جمله‌ای و فرمول Eliahou - Kervaire، دوگان الکساندر و تحلیل‌ها (فرمول هاگستر، محک ریسر و قضیه Eagon-Renier، ایده‌آل‌های خطی مولفه‌ای Componentwise linear ideals، جبرهای ریز وابسته به ایده‌آل‌های تک جمله‌ای، کاربردهایی از بهینه‌سازی ترکیبیاتی.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادهی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۲۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۳۰ درصد
- آزمون پایانی ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه ::

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- R. Villarreal, Monomial Algebras, 2nd Edition, Taylor and Francis Group, CRC Press, 2015.
- 2- J. Herzog and T. Hibi, Monomial Ideals, Springer, 2011.

خ) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: جبر جابه‌جایی ترکیبیاتی			
عنوان درس به انگلیسی:		Combinatorial Commutative Algebra	
نوع درس و واحد			
دروس پیش‌نیاز:		جبر پیشرفته	
دروس هم‌نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه	
☐ نیست ☐ است		☐ نیست ☐ است	

ب) هدف کلی: هدف این درس آشنایی با مبادی جبر جابه‌جایی ترکیبیاتی، ایده‌آل‌های تکجمله‌یی و حلقه‌های استنلی-ریسner، ایده‌آل‌های دوجمله‌یی و حلقه‌های نیم‌گروهی است.

اهداف ویژه:

- مطالعه عمیق ساختارهای جبری جابجایی مرتبط با ایده‌آل‌های مونومایی، رزولوشن‌های مینیمال و همولوژی چندجمله‌ای‌ها با تأکید بر دیدگاه ترکیبیاتی.
- تقویت توانایی پژوهش و تحلیل مسائل پیشرفته در تقاطع ترکیبیات و جبر جابجایی، و بررسی کاربردهای آن در نظریه گراف، هندسه جبری و بهینه‌سازی ترکیبیاتی.
- نشان دادن این موضوع که چگونه ترکیبیات می‌تواند در ایجاد ارائه مثال‌های جبری خاص مفید باشد.
- نشان دادن این واقعیت که چگونه جبر جابه‌جایی در اثبات قضایای مهم ترکیبیات موثر بوده است.

پ) سرفصل‌ها:

ایده‌آل‌های تکجمله‌یی و حلقه‌های استنلی-ریسner. تجزیه اولیه ایده‌آل‌های تکجمله‌یی، قطبی‌سازی ایده‌آل‌های تکجمله‌یی، مجتمع‌های سادگی، f -بردارها و h -بردارها، همولوژی مجتمع‌های سادگی، دوگان الکساندر، ایده‌آل‌های استنلی-ریسner، فرمول هاکستر درباره اعداد بتی، سری هیلبرت حلقه‌های استنلی-ریسner، مجتمع‌های سادگی کوهن-مکالی و پوسته‌پذیر (و برخی تعمیم‌های آن‌ها)، کره‌های سادگی، (اثبات درستی) حدس کران بالا، ایده‌آل‌های یالی پاد زنجیرها، ایده‌آل‌های یالی گراف‌ها، گراف‌های وتری و کوهن-مکالی، قضایای ساختاری گراف‌های کوهن-مکالی، اعداد بتی ایده‌آل‌های یالی ایده‌آل‌های دوجمله‌یی و حلقه‌های نیم‌گروهی. ایده‌آل‌های دوجمله‌یی و رادیکال آن‌ها، ایده‌آل‌های شبکه‌یی، ایده‌آل‌های توریک، نیم‌گروه‌های عددی و حلقه‌های نیم‌گروهی آن‌ها، ایده‌آل‌های توریک خم‌های تکجمله‌یی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه ::



- 1- R. Villarreal, Monomial Algebras, 2nd Edition, Taylor and Francis Group, CRC Press, 2015.
- 2- J. Herzog and T. Hibi, Monomial Ideals, Springer, 2011.
- 3- E. Miller and B. Sturmfels, Combinatorial Commutative Algebra, GTM 227, Springer, 2005.
- 4- R. Stanley, Combinatorics and Commutative Algebra, Progress in Mathematics, Birkhauser, 1996.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: گروه‌های کاکستر		
عنوان درس به انگلیسی:	Coxeter Groups	
دروس پیش‌نیاز:		
دروس هم‌نیاز:		
تعداد واحد:	۴	
تعداد ساعت:	۶۴	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه	
■ نیست	□ است	
نظری	پایه	□
عملی	تخصصی الزامی	□
نظری-عملی	تخصصی اختیاری	■
	پروژه/رساله / پایان‌نامه	□
	مهارتی-اشتغال پذیری	□

ب) هدف کلی: هدف این درس معرفی و مطالعه‌ی دقیق گروه‌های کاکستر است. علی‌الخصوص، مفاهیمی مرتبط از نظریه‌ی ترکیباتی گروه‌ها و ترکیبات توپولوژیک مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت.

اهداف ویژه:

- مطالعه ساختار و ویژگی‌های گروه‌های کاکستر شامل ماتریس‌های نمایش، سیستم‌های ریشه و جبر بازتاب‌ها با دیدگاه جبری و هندسی.
- همچنین تقویت توانایی پژوهش در تحلیل گروه‌های کاکستر، بررسی کاربردهای آن‌ها در ترکیبات جبری، هندسه رتبه‌ای و نظریه‌ی گروه‌های بازتابی.

پ) سرفصل‌ها:

این درس شامل سه بخش خواهد بود. در بخش اول به مرور و معرفی مجموعه‌ای از ایده‌های هندسی، توپولوژیک و ترکیباتی در مطالعه‌ی نمونه‌های خاص از گروه‌های کاکستر (از جمله گروه‌های جایگشتی) می‌پردازیم. بخش دوم صرف مطالعه‌ی ساختارهای ترکیباتی وابسته به گروه‌های کاکستر، نظیر ترتیب بروها و واژه‌های تقلیل یافته می‌شود. این بخش با حل مسأله‌ی واژه (word problem) برای گروه‌های کاکستر به کمک نظریه‌ی اتومات به پایان می‌رسد. در بخش پایانی نگاهی اجمالی به ساختمان‌های تیتز (Tits buildings) و نظریه‌ی کژدان-لوستیگخواهیم داشت. در پایان به تعدادی دیگر از ارتباطات این نظریه با بخش‌های دیگر از ریاضیات، من جمله هندسه‌ی متریک، اشاره خواهیم کرد. رئوس مطالب عبارتند از: گروه‌های انعکاس متناهی، سیستم‌های ریشه، چیدمان ابرصفحات، دسته‌بندی گروه‌های انعکاس متناهی، گروه‌های انعکاس آفین، گروه‌های کاکستر، ترتیب بروها، ترتیب ضعیف و واژه‌های تقلیل یافته، مسأله‌ی واژه، گروه‌ها با (B, N) -زوج، ساختمان‌های تیتز، جبرهای هکه (Hecke algebras) و چندجمله‌نی‌های کژدان-لوستیگ.

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف: ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه::

چ) منابع علمی پیشنهادی:

- 1- P. Abramenko and K.S. Brown, Buildings, Springer, 2011.
- 2- A. Björner and F. Brenti, Combinatorics of Coxeter Groups, Springer, 2005.
- 3- H.S. M. Coxeter, Regular Polytopes, Third Ed., Dover Publications, 1973.
- 4- J. E. Humphreys, Reflection Groups and Coxeter Groups, Cambridge University Press, 1990.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.



الف) عنوان درس به فارسی: سمینار		
نوع درس و واحد	Seminar	
پایه ☐ نظری ☒	عنوان درس به انگلیسی:	
تخصصی الزامی ☐ عملی ☐	دروس پیش نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	دروس هم نیاز:	
پروژه/رساله / پایان نامه ☐	۲	تعداد واحد:
مهارتی-اشتغال پذیری ☐	۳۲	تعداد ساعت:
مرتبط با آموزش/مأموریت موسسه ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	
نیست ☒		

ب) هدف کلی: ایجاد توانمندی در دانشجویان برای انجام یک پژوهش علمی در حوزه‌ای از ریاضیات، شامل جستجوی منابع، تحلیل مطالب علمی، نگارش و ارائه نتایج تحقیق.

اهداف ویژه:

- این درس با هدف آشنایی دانشجویان با فرآیند انجام تحقیق علمی برگزار می‌شود. دانشجویان در طول این درس با جستجوی منابع معتبر، تحلیل مقالات علمی، نگارش متون علمی و ارائه شفاهی نتایج آشنا می‌شوند. همچنین دانشجویان در طی این درس بر روی یک موضوع تحقیقاتی خاص (با هماهنگی استاد راهنما یا استاد درس) مطالعه عمیق انجام می‌دهند و تجربه عملی در روند انجام تحقیق کسب می‌کنند.

پ) سرفصل‌ها:

۱- **مقدمه‌ای بر تحقیق در ریاضیات:** تعریف تحقیق علمی در ریاضیات، انواع تحقیقات (نظری، محاسباتی، تجربی)، مروری بر حوزه‌های تحقیق در ریاضیات

۲- **جستجو و ارزیابی منابع علمی:** آشنایی با پایگاه‌های داده تخصصی ریاضیات و علوم کاربردی، ارزیابی کیفیت مقالات و نشریات، مدیریت منابع و استفاده از نرم‌افزارهای مدیریت مراجع، نحوه سازمان‌دهی اطلاعات جمع‌آوری شده

۳- **نگارش علمی در ریاضیات:** آشنایی با ساختار استاندارد مقاله ریاضی، نحوه ارائه نتایج ریاضی و عددی، اصول نگارش دقیق، رعایت اصول اخلاق در پژوهش و اجتناب از سرقت علمی

۴- **ارائه شفاهی مطالب علمی:** تقویت مهارت‌های تهیه و تنظیم اسلایدهای علمی، تکنیک‌های موثر در ارائه شفاهی، پاسخگویی به پرسش‌ها و برقراری تعامل با مخاطبان

۵- **مطالعه و ارائه یک موضوع تحقیقاتی:** انتخاب یک موضوع تحقیقاتی در ریاضیات، انجام مطالعه عمیق، تحلیل و گزارش نتایج، نگارش و تهیه یک گزارش علمی (به صورت مقاله کوتاه یا گزارش)، ارائه شفاهی نتایج در جلسه سمینار

۶- **آشنایی با روش‌های تحقیق در هوش مصنوعی:** تحقیقات تجربی، مقایسه الگوریتم‌ها، تحلیل داده

ت) روش یاددهی-یادگیری متناسب با محتوا و هدف:



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میانی نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایانی	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Nicholas J. Higham, Handbook of Writing for the Mathematical Sciences, 3rd Edition, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, 2020.
2. Janice R. Matthews, Robert W. Matthews, Successful Scientific Writing, 4th edition Cambridge University Press, 2014.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: امکان برگزاری درس به صورت الکترونیکی وجود دارد.

