



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



برنامه درسی رشته

# ریاضیات و کاربردها

## Mathematics and Applications

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته



کرایش

جبر Algebra

گروه علوم پایه

پیشنهادی کارگروه تخصصی علوم ریاضی



بیت

نام رشته: ریاضیات و کاربردها

عنوان گرایش: جبر

گروه تحصیلی: علوم پایه

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

زیرگروه تحصیلی: علوم ریاضی

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی: کارگروه تخصصی علوم ریاضی

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته ریاضیات و کاربردها گرایش جبر، در جلسه شماره ۱۷۱ تاریخ ۱۴۰۲/۰۴/۱۲ کمیسیون برنامه ریزی درسی، محتوا و سرفصل رشته‌های تحصیلی به شرح زیر تصویب شد: ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- این برنامه درسی، جایگزین برنامه درسی رشته ریاضیات و کاربردها گرایش جبر مصوب جلسه ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی و تاریخ ۱۳۹۷/۱۰/۰۵ کارگروه تخصصی علوم ریاضی می‌شود.

ماده سه- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می‌شود.

ماده چهار- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر رضا نقی زاده

مدیر کل دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

و دبیر کمیسیون

دکتر قاسم عموعابدینی

معاون آموزشی و رئیس کمیسیون





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

**برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها**  
**گرایش جبر**



# فصل اول

## مشخصات دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها گرایش جبر



مقدمه

جبر شاخه ای از ریاضیات است که به مطالعه مجموعه های ناتهی تحت یک یا چند عمل می پردازد. در حالی که با جبرهای متناهی کار می کنیم، دانشی مناسب از برنامه نویسی با کامپیوتر نیز برای آموزش و پژوهش خوب در این رشته مورد نیاز است. این شاخه یکی از گرایش های رشته ریاضیات و کاربردها است که در آن به تربیت متخصصینی پرداخته می شود که توانایی کار با نمادهای انتزاعی، محاسبات روی آن ها و درک ارتباط بین این مفاهیم با مسایل دنیای واقعی در فیزیک، شیمی، زیست شناسی، کامپیوتر و حتی بخش هایی از اقتصاد و علوم انسانی را دارا باشند. بدین دلیل علی رغم این که خواستگاه اصلی جبر ریاضیات محض است، می توان آن را به عنوان دانشی کاملا کاربردی نیز نگریست.

## تعریف

دوره کارشناسی ارشد جبر یکی از دوره های آموزشی- پژوهشی در سطح تحصیلات تکمیلی از نظام آموزش عالی است که بعد از دوره کارشناسی آغاز و به اعطای مدرک رسمی دانشگاهی می انجامد. این دوره از نظر اجرایی تابع ضوابط، مقررات و آیین نامه های مصوب شورای برنامه ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است.

## اهداف

به طور کلی، هدف دوره های تحصیلات تکمیلی رشته ریاضیات کاربرد ها گرایش جبر تداوم و تکمیل دوره های کارشناسی، در راستای آمادگی برای حضور در عرصه های پژوهشی است. هدف اصلی در این دوره کارشناسی ارشد آشنایی بیشتر با بخش های متفاوت جبر و مطالعه و درک مقاله های پژوهشی در این زمین است. از اهداف دیگر این دوره می توان به موارد زیر اشاره داشت:

- تامین نیروی کارآمد در یادگیری و انتقال مباحث بنیادین جبر
- تربیت نیروی متخصص در زمینه کاربردهای متنوع جبر در صنعت و سایر علوم
- تربیت نیروهایی با توانمندی بالا در تجزیه و تحلیل مباحث اصلی جبر و حرکت به سمت مرزهای دانش

## نقش و توانایی

دانش آموختگان دوره کارشناسی ارشد جبر افزون بر داشتن توانایی تدریس (یا همکاری در تدریس) درس های ریاضیات پایه برای سایر رشته ها و دیگر سطح های آموزشی، می توانند زیر نظر پژوهشگران ارشد یا به طور گروهی به پژوهش در جبر محض یا جبر محاسباتی بپردازند. همچنین می توانند با پیوستن به گروه های پژوهشی میان رشته ای در حل و بحث مسائل جبر کاربردی به متخصصین سایر رشته ها در یافتن مدل های ریاضی مشاوره دهند. نیز انتظار می رود دانش آموختگان دوره کارشناسی ارشد آمادگی لازم را برای ادامه تحصیل در گرایش های دیگر ریاضی و رشته های مرتبط داشته باشند.

## ضرورت و اهمیت



جهت نیل به اهداف توسعه اقتصادی-اجتماعی کشور لازم است در تمام زمینه های علوم و مهندسی، کارشناسانی متبحر داشته باشیم. این متخصصین باید بتوانند بدون نیاز به کمک متخصصین خارجی، نیازهای علمی و پژوهشی کشور را مرتفع سازند. جبر یکی از بخش های مهم ریاضی است که در فرآیند توسعه تاریخی آن طی چهارصد سال اخیر ارتباط تنگاتنگی با سایر بخش های ریاضیات و همچنین فیزیک، شیمی، الکترونیک و کامپیوتر برقرار نموده است. پیشرفت در بسیاری از شاخه های جدید علم ریاضی مانند کد و رمز بدون داشتن دانش کافی از جبر شدنی نیست. بنابراین علاوه بر نیاز آشکار کشور به پرورش پژوهشگران تراز اول برای حضور در عرصه های ممتاز پژوهشی جبر در دنیا، نیاز به این متخصصان به دلیل جایگاهی که جبر در ریاضیات کاربردی و بین رشته ای ایفا می کند، ضروری است.

## کلیات برنامه

**عنوان دوره: کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها- گرایش جبر**

**پیشنیاز ورود:** دارا بودن مدرک کارشناسی در یکی از رشته های مجموعه علوم ریاضی، فیزیک و یا مهندسی

**آزمون ورودی:** آزمون ورودی مطابق برنامه کنکور سراسری کارشناسی ارشد که توسط سازمان سنجش برگزار می گردد می باشد و مواد آزمون عمومی، مشترک و تخصصی این گرایش مطابق جدول مواد درسی و ضرایب مربوطه که همه ساله توسط کارگروه برنامه ریزی علوم ریاضی وزارت تعیین و به سازمان سنجش اعلام می گردد خواهد بود.

**مقررات عمومی:** کلیه دانشگاه هایی که قبلاً مجوز اجرای رشته ریاضیات و کاربردها ( و یا ریاضی محض) گرایش جبر را اخذ کرده اند و پذیرش دانشجو داشته اند کماکان می توانند به همان شیوه پیشین به اجرای این برنامه مبادرت نمایند. سایر دانشگاه ها باید نسبت به مجوز این رشته از دفتر گسترش وزارت علوم اقدام نمایند

## طول دوره و شکل نظام

دوره کارشناسی ارشد مطابق با آیین نامه جاری دوره کارشناسی ارشد وزارت عتف است.

## تعداد و نوع واحدهای درسی



## توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس تخصصی	۸
دروس اختیاری	۱۳ - ۱۶
سمینار	۲
پایان نامه	۶
جمع	۲۹ - ۳۲

## نحوه انتخاب درس ها

تعداد واحدهای درسی دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها گرایش جبر حداقل ۲۹ واحد و حداکثر ۳۲ واحد به قرار زیر است:

**دروس های تخصصی:** ۸ واحد، شامل ۲ درس به صورت زیر است:

- انتخاب درس جبر پیشرفته از جدول درس اصلی تخصصی (سرشاخه) گرایش جبر (جدول شماره ۱)
- انتخاب یک درس از جدول دروس تخصصی (جدول شماره ۲)

**دروس های اختیاری:** شامل ۴ درس به صورت زیر است:

- انتخاب حداقل ۲ درس از جدول درس های اختیاری گرایش جبر (جدول شماره ۳)

سایر درس های باقیمانده اختیاری با نظر استاد راهنما می تواند به روش های زیر انتخاب شود:

- از جدول شماره ۳
- حداکثر یک درس از جدول شماره ۲ به شرط اینکه با درس تخصصی انتخاب شده از این جدول در یک گرایش نباشد
- حداکثر یک درس از درس های تخصصی یا اختیاری سایر گرایش های کارشناسی ارشد رشته های ریاضیات و کاربردها ، ریاضی کاربردی و یا رشته های مرتبط با نظر استاد راهنما و موافقت گروه
- از جدول درس های تخصصی دوره دکتری ریاضی زیربرنامه جبر

سمینار: ۲ واحد

پایان نامه: ۶ واحد



**تبصره ۱:** اخذ درس سمینار و پایان نامه در نیمسال اول تحصیلی مجاز نیست. برای اخذ درس سمینار نیاز به گذراندن دست کم ۸ واحد درسی و برای اخذ پایان نامه دست کم ۱۲ واحد ( که شامل درس های تخصصی باشد) و موافقت گروه الزامی است.

**تبصره ۲:** دانشجویان دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها گرایش جبر با اخذ دست کم ۶ واحد تمام وقت محسوب می شوند.

**تبصره ۳:** دانشجو در طول تحصیل خود نمی تواند بیش از یک درس با عنوان مباحث ویژه اختیار کند.

**تبصره ۴:** گذراندن دروس پیش نیاز برای دانشجویانی که این دروس را در دوره کارشناسی نگذرانده اند با موافقت گروه و دانشکده بر اساس مقررات دانشگاه بلامانع است.

**تبصره ۵:** دروس تخصصی می توانند همزمان با ارایه درس دارای کلاس حل تمرین باشند. برای سایر دروس بر اساس نیاز و صلاحدید و موافقت گروه ، ارایه کلاس حل تمرین بلامانع است.

**تبصره ۶:** گروههای مجری می توانند حداکثر یک درس جدید را به عنوان درس اختیاری مطابق با روال جاری دانشگاه مصوب و به جدول شماره ۳ اضافه نمایند. البته لازم است معاون آموزشی دانشگاه درس مربوطه به همراه سرفصل را حداکثر یک ماه پس از تصویب به کارگروه برنامه ریزی وزارت اعلام نماید.





# فصل دوم

## جدول‌های دروس



جدول شماره ۱ : درس اصلی تخصصی (سرشاخه) گرایش جبر

همیناز	پیشنیاز	ساعت			تعداد واحد	نام درس	شماره درس
		عملی	نظری	جمع			
	----		۶۴	۶۴	۴	جبر پیشرفته	۱

جدول شماره ۲ : درس های تخصصی گرایش جبر

هم نیاز	پیشنیاز	ساعت			تعداد واحد	نام درس	شماره درس
		عملی	نظری	جمع			
	----		۶۴	۶۴	۴	آنالیز حقیقی ۱	۱
	----		۶۴	۶۴	۴	هندسه خمینه ها ۱	۲
	----		۶۴	۶۴	۴	توپولوژی جبری ۱	۳



### جدول شماره ۳: درس های اختیاری گرایش جبر

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز	هم نیاز
			جمع	نظری	عملی		
۱	گروه های متناهی	۴	۶۴	۶۴		جبر ۲ (کارشناسی)	
۲	گروه های نامتناهی	۴	۶۴	۶۴		جبر ۲ (کارشناسی)	
۳	نظریه نمایش گروه ها	۴	۶۴	۶۴		مبانی ماتریس ها و جبر خطی (کارشناسی) و جبر پیشرفته	
۴	نظریه محاسباتی گروه ها	۴	۶۴	۶۴		جبر ۲ (کارشناسی)	
۵	نمایش آزاد گروه ها	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	
۶	نظریه نمایش تکواره ها	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	
۷	نظریه نیم گروه ها	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	
۸	جبر جابجایی	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	
۹	جبر جابجایی ترکیبیاتی	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	
۱۰	جبر جابجایی محاسباتی	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	
۱۱	جبر همولوژی	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	
۱۲	جبرهای غیر شرکت پذیر	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	
۱۳	نظریه حلقه ها	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	
۱۴	نظریه حلقه های مدرج	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	
۱۵	نظریه بافه ها	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	
۱۶	نظریه فریم ها	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	
۱۷	نظریه k	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	
۱۸	نظریه رسته	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	
۱۹	جبر جامع	۴	۶۴	۶۴		جبر پیشرفته	



جبر پیشرفته	۶۴	۶۴	۴	جبرهای لی با بعد متناهی	۲۰
جبرهای لی با بعد متناهی	۶۴	۶۴	۴	جبرهای لی با بعد نا متناهی	۲۱
جبر پیشرفته	۶۴	۶۴	۴	نظریه مشبکه	۲۲
جبر پیشرفته	۶۴	۶۴	۴	ابرساختارهای جبری	۲۳
جبر پیشرفته	۶۴	۶۴	۴	ساختارهای جبری فازی	۲۴
جبر پیشرفته	۶۴	۶۴	۴	هندسه محدب و جبرهای وابسته به آن	۲۵
جبر پیشرفته	۶۴	۶۴	۴	هندسه جبری	۲۶
جبر پیشرفته	۶۴	۶۴	۴	نظریه جبری اعداد	۲۷
جبر پیشرفته	۶۴	۶۴	۴	نظریه اتوماتا و زبان پیشرفته	۲۸
جبر پیشرفته	۶۴	۶۴	۴	جبرهای مرتب شده	۲۹
جبر پیشرفته	۶۴	۶۴	۴	جبرهای استلزامی	۳۰
جبر پیشرفته	۶۴	۶۴	۴	ساختارهای جبری منطقی	۳۱
نظریه گراف و مبانی جبر (کارشناسی)	۶۴	۶۴	۴	گراف ها و گروه ها	۳۲
جبر پیشرفته	۶۴	۶۴	۴	حلقه ها و گراف ها	۳۳
جبر پیشرفته	۶۴	۶۴	۴	مباحث ویژه در جبر	۳۴



# فصل سوم

سرفصل درس های دوره

کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها گرایش جبر



عنوان درس		فارسی		جبر پیشرفته		
		انگلیسی		Advanced Algebra		
نوع واحد	پایه	اصولی	تخصصی		اختیاری	
			نظری	عملی		
دروس پیش نیاز	تعداد واحد	تعداد ساعت	۴	۶۴	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
					نظری	عملی
	آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>					
	سفر علمی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>					
	کارگاه: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>					
	آزمایشگاه: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>					
	سمینار: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>					
	حل تمرین: دارد <input type="checkbox"/> نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد <input checked="" type="checkbox"/>					

هدف آشنایی دانشجویان با ساختارهای مهم جبری

### سرفصل

۱. مفاهیمی از نظریه رسته ها: تعاریف رسته، ضرب و هم‌ضرب، شئی آزاد به همراه مثال در هر قسمت، ضرب و جمع مستقیم در رسته گروه‌ها، گروه‌های آزاد و مفاهیم ضرب آزاد و مولد و رابطه در آنها، گروه‌های آبلی آزاد
۲. مفاهیمی از نظریه مدول‌ها: تعریف مدول و مثال‌های متنوع از آن، جمع و ضرب خانواده مدول‌ها، هم‌بختی و خواص مرتبط در مدول‌ها، دنباله‌های دقیق و دنباله‌های دقیق شکافته شده و خواص آنها، مدول‌های آزاد، مدول‌های تصویری و خواص آن‌ها و بررسی وجود آن‌ها، مدول‌های انژکتیو و بررسی خواص آن‌ها (قضایای وجود مدول‌های انژکتیو به صورت مختصر ارائه شود)، ضرب تانسوری مدول‌ها
۳. مفاهیمی از نظری حلقه‌های جابجایی: شرط‌های زنجیری، حلقه و مدول‌های نوتری و آرتینی و قضایای اصلی آن‌ها، قضیه کرول، لم ناکایاما، قضیه پایه هیلبرت

### مراجع

1. Thomas W. Hungerford, Algebra. Graduate Texts in Mathematics, ۷۳. Springer-Verlag, New York-Berlin, ۲۰۰۳.
2. Serge Lang, Algebra. Revised third edition. Graduate Texts in Mathematics, ۲۱۱. Springer-Verlag, New York, ۲۰۰۲.
3. Joseph J. Rotman, Advanced Modern Algebra. Part ۱. Third edition. Graduate Studies in Mathematics, ۱۶۵. American Mathematical Society, Providence, RI, ۲۰۱۵.
4. Joseph J. Rotman, Advanced Modern Algebra. Part ۲. Third edition. With a foreword by Bruce Reznick. Graduate Studies in Mathematics, ۱۸۰. American Mathematical Society, Providence, RI, ۲۰۱۷.



عنوان درس		فارسی	آنالیز حقیقی ۱	
		انگلیسی	Real Analysis ۱	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	تخصصی
اصلی	عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	عملی	نظری
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	عملی	نظری
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	عملی	نظری
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	عملی	نظری
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	عملی	نظری
حل تمرین: دارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف: آشنایی دانشجویان با مفاهیم بنیادین نظریه اندازه، نظریه انتگرال لبگ، فضاهای باناخ، هیلبرت و فضاهای  $L^p$

**سرفصل: سیگماجبر:** جبر، سیگماجبر، خانواده یکنوا از مجموعه ها، سیگماجبر تولید شده، سیگماجبر بورل، اندازه: اندازه مثبت، خواص اندازه و قضایای مربوطه، اندازه خارجی، مجموعه های اندازه پذیر، فضای اندازه کامل، اندازه لبگ روی مجموعه اعداد حقیقی و فضای اقلیدسی  $n$ -بعدی، قضایای مربوطه، مجموعه اندازه ناپذیر، **انتگرال:** توابع اندازه پذیر، تقریب توابع اندازه پذیر توسط توابع ساده، انتگرال و خواص آن، توابع انتگرال پذیر، قضیه همگرایی یکنوا، لم فاتو، قضیه همگرایی مغلوب، مقایسه انتگرال لبگ و ریمن، **انواع همگرایی:** همگرایی نقطه وار، همگرایی در اندازه، قضیه اگوروف، **فضاهای نرم دار:** عملگرهای خطی پیوسته، تابعک های پیوسته و فضای دوگان، فضای باناخ و خواص آن، **فضاهای هیلبرت:** ضرب داخلی و قضایای مربوطه مانند نامساوی کوشی شوارتز، فضای هیلبرت، پایه متعامد یکه، اتحاد پارسوال، کمترین فاصله تا مجموعه محدب، تصویر متعامد، قضیه نمایش ریس، **فضاهای  $L^p$ :** معرفی فضاهای  $L^p$ ، نامساوی هولدر و مینکوفسکی، انواع همگرایی در  $L^p$ ، معرفی دوگان فضای  $L^p$

مراجع:

۱-C. D. Aliprantis and O. Burkinshaw, Principles of Real Analysis, Academic Press, ۱۹۹۸.

۲-G. B. Folland, Real Analysis, Modern Techniques and Their Applications, J. Wiley & Sons, ۱۹۹۹.

۳- C. S. Kubrusly, Measure Theory, A First Course, Academic Press, ۲۰۰۶

W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw-Hill, ۱۹۸۷.



◦-E. M. Stein and R. Shakarchi, Real Analysis: Measure Theory, Integration and Hilbert Spaces, Princeton University Press, ۲۰۰۵.





عنوان درس		فارسی	هندسه خمینه ها ۱			
		انگلیسی	Geometry of Manifolds ۱			
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز			
پایه	نظری	عملی	نظری	عملی	تخصصی	
					نظری	عملی
اصلی	نظری	عملی	نظری	عملی	اختیاری	
					نظری	عملی
آموزش تکمیلی عملی:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
سفر علمی:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
کارگاه:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
آزمایشگاه:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
سمینار:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				

هدف درس: آشنایی با خمینه های و زیر خمینه های توپولوژیک و هموار و نگاشت های هموار بین آنها

سر فصل:

قضایای اساسی در زمینه خمینه های دیفرانسیل پذیر. حساب دیفرانسیل و انتگرال بر خمینه ها. کلاف مماس، میدان های برداری. خم های انتگرال. آشنایی با گروه و جبر لی، عمل گروه لی بر خمینه ها. خمینه های خارج قسمت. کلافهای تانسوری. میدان های تانسوری و فرمها

مراجع:

بهروز بید آباد: هندسه منیفلد انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر

۱- Abraham, R.; Marsden, J. E.; Ratiu, T.; Manifolds, tensor analysis, and applications. Third edition. Springer-Verlag, New York, ۲۰۰۲.

۲- Boothby, William M.; An introduction to differentiable manifolds and Riemannian geometry. Second edition. Academic Press, Inc., Orlando, FL, ۱۹۸۶.

۳- F. Brickel, R.S. Clark : Differentiable manifolds, an introduction; Van Nostrand Reinhold ۱۹۷۰

۴- Lee, John M.; Introduction to smooth manifolds. Second edition. Springer, New York, ۲۰۱۳.

۵- Spivak, Michael; A comprehensive introduction to differential geometry. Vol. I. Second edition. Publish or Perish, Inc., Wilmington, Del., ۱۹۷۹.



عنوان درس		فارسی	توپولوژی جبری ۱					
		انگلیسی	Algebraic Topology ۱					
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	اختیاری		تخصصی			
			عملی	نظری	عملی	نظری		
پایه	۴	۶۴	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input type="checkbox"/>	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input type="checkbox"/>	آموزش تکمیلی عملی:	
							سفر علمی:	
							کارگاه:	
							آزمایشگاه:	
							سمینار:	
							حل تمرین: دارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد

هدف درس: آشنایی با گروه بنیادی و فضای پوششی، مانستگي تکين و سادگی

سر فصل:

گروه‌های بنیادی و فضاهای پوشش. اشاره به مفاهیم اولیه نظریه هموتوپي همولوژی (مانستگي) تکين و سادگی اشاره‌ای به نظریه کوه‌مولوژی (همانستگي) تکين قضیه‌های منحنی ژردان (حالت کلی). توپ مودار، ناوردایی دامنه، نقطه ثابت براور. رده بندی رویه‌های همبند فشرده (مقایسه فضاهای توپولوژیک مختلف با هم به وسیله گروه‌های بنیادی) و در صورت امکان اشاره‌ای به گروه‌های هموتوپي بالا. اصول ایلنبرگ-استینراد، حاصل ضرب‌های کاپ و کپ، دوگانگی، کاربرد در فضاهای مأنوس..

مراجع:

- ۱- Bredon, Glen E. ; Topology and geometry. *Springer-Verlag, New York*, ۱۹۹۳.
- ۲-Fulton, William,; Algebraic topology. A first course. *Springer-Verlag, New York*, ۱۹۹۵.
- ۳-Hatcher, Allen, ; Algebraic topology. *Cambridge University Press, Cambridge*, ۲۰۰۲.
- ۴- Massey, William S.; A basic course in algebraic topology. *Springer-Verlag, New York*, ۱۹۹۱.
- ۵-Munkres, James R.; Topology: a first course. *Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.*, ۲۰۰۰.
- ۶-Munkres, James R.; Elements of algebraic topology. *Addison-Wesley Publishing Company, Menlo Park, CA*, ۱۹۸۴.
- ۷-Rotman, Joseph J.; An introduction to algebraic topology. *Springer-Verlag, New York*, ۱۹۸۸.
- ۸-Spanier, Edwin H.; Algebraic topology. Corrected reprint. *Springer-Verlag, New York-Berlin*, ۱۹۸۱.



عنوان درس		فارسی	گروه‌های متناهی	
		انگلیسی	Finite Groups	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
			عملی	نظری
اصلی			تخصصی	
نظری			عملی	نظری
عملی			نظری	عملی
آموزش تکمیلی عملی:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
سفر علمی:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
کارگاه:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
آزمایشگاه:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
سمینار:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
حل تمرین: ندارد			نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

#### هدف

آشنایی با برخی مفاهیم و قضایای اساسی در نظریه گروه‌های متناهی

#### سرفصل

مروری بر عمل گروه روی مجموعه و قضایای سیلو، عمل گروه روی گروه‌ها، حاصل ضرب مستقیم گروه‌ها، حاصل ضرب نیمه مستقیم گروه‌ها، حاصل ضرب حلقوی گروه‌ها، ساختار گروه‌های آبلی با تولید متناهی، سری‌ها، لم زاسنهائوس، لم شرایر، قضیه جردن‌هلدر، گروه حل پذیر و قضایای مربوطه و ساختار زیر گروه‌های می‌نیمال، گروه پوچ توان و قضایای مربوطه، زیر گروه فراتینی، قضیه فی‌تینگ، قضیه پایه برنساید

#### مراجع

1. Derek 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. J. S. Rose, A Course on Group Theory, Reprint of the 1978 Original, Dover Publications, Inc. New York, 1994.
4. Jean-Pierre Serre, Finite Groups: An Introduction. With assistance in translation provided by Garving K. Luli and Pin Yu, Surveys of Modern Mathematics, 10. International Press, Somerville, MA; Higher Education Press, Beijing, 2016.



عنوان درس		فارسی		گروه‌های نامتناهی		
		انگلیسی		Infinite Groups		
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز			
پایه	نظری	عملی	اصلی		تخصصی	
			نظری	عملی	نظری	عملی
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	اختیاری		نظری	
			عملی	نظری	عملی	نظری
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد					

هدف مطالعه و آشنایی با ساختار برخی از گروه‌های نامتناهی

#### سرفصل

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

#### مراجع

1. J. C. Lennox and D. J. S. Robinson, The Theory of Infinite Soluble Groups, Oxford Mathematical Monographs, The Clarendon Press, Oxford University Press, Oxford, ۲۰۰۴.
۲. Derek J. S. Robinson, A Course in the Theory of Groups, ۲nd ed., Springer-Verlag, New York, ۱۹۹۵.



عنوان درس		فارسی	نظریه نمایش گروه‌ها	
		انگلیسی	Representation Theory of Groups	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	تخصصی
نظری			عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد □	ندارد ■		
سفر علمی:	دارد □	ندارد ■		
کارگاه:	دارد □	ندارد ■		
آزمایشگاه:	دارد □	ندارد ■		
سمینار:	دارد □	ندارد ■		
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف: استفاده از مفاهیم نظریه گروه‌ها و جبر خطی در دستیابی به مفاهیم جدید که خود نیز کاربردهای فراوانی در زمینه‌های مختلف ریاضی و فیزیک دارند.

### سرفصل

یادآوری مفاهیمی از نظریه گروه‌ها و جبر خطی، مطالعه  $FG$ -مدول‌ها، قضیه شور، قضیه مشکه، روابط تعامد سطری و ستونی، سرشت گروه، سرشت گروه‌های آبله، درجه سرشت‌های تحویل‌ناپذیر، جدول سرشت، جدول سرشت برخی گروه‌های خاص، حاصل ضرب سرشت‌ها، سرشت جایگشتی، عدد کلاسی، گروه فروبنیوس، سرشت القایی، نظریه کلیفورد، فرابری سرشت‌های و قضیه تقابل فروبنیوس، روش‌های محاسبه جدول سرشت گروه‌های متناهی شامل الگوریتم محاسبه سرشت‌های تحویل‌ناپذیر در گروه‌های شامل یک زیرگروه از اندیس ۲، قضیه  $p^a q^b$  برنساید. (اختیاری: کاربردهای نظریه نمایش در فیزیک و شیمی)

### مراجع

۱. I. Martin Isaacs, *Character Theory of Finite Groups*, Academic Press, New York, AMS Chelsea Publishing, Providence, RI, ۲۰۰۶.
  ۲. L. Dornhoff, *Group Representation Theory: Ordinary Representation Theory*, Marcel Dekker, New York, ۱۹۷۱.
  ۳. B. Huppert, *Character Theory of Finite Groups*, de Gruyter Berlin, ۱۹۹۸.
  ۴. G. James and M. Liebeck, *Representations and Characters of Groups*, Cambridge University Press, Cambridge, ۱۹۹۳.
- D. A. Craven, *Representation Theory of Finite Groups: A Guidebook*, Universitext, Springer, Cham, ۲۰۱۹.



عنوان درس		فارسی	نظریه محاسباتی گروه	
		انگلیسی	Computational Group Theory	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
			عملی	نظری
اصلی			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
نظری			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
عملی			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
آموزش تکمیلی عملی:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
سفر علمی:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
کارگاه:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
آزمایشگاه:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
سمینار:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
حل تمرین: ندارد			نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با روش های الگوریتمیک در نظریه گروه ها و آموزش پیاده سازی این الگوریتم ها به زبان های GAP و Sage است.

#### سرفصل

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

#### مراجع

۱. Derek F. Holt, Bettina Eick, Eamonn A. O'Brien, *Handbook of Computational Group Theory*, Chapman and Hall/CRC, ۲۰۰۵.
۲. Arjeh M. Cohen, Hans Cuypers, Hans (Eds.), *Some Tapas of Computer Algebra, Algorithms and Computation in Mathematics ۴* (۱۹۹۹). Springer-Verlag (In particular, Chapter ۸: Working with finite groups; Project ۶: The small Mathieu groups)



۳. G. Butler, *Fundamental Algorithms for Permutation Groups*, Lecture Notes in Computer Science ۰۰۹, Springer-Verlag, ۱۹۹۱.
۴. Alexander Hulpke, *Abstract Algebra in GAP*, Preprint ۲۰۱۱.



عنوان درس		فارسی	نمایش آزاد گروه‌ها	
		انگلیسی	Free presentation of groups	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
			تخصصی	اصلی
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف آشنایی دانشجویان تحصیلات تکمیلی در گرایش جبر با مفهوم ارائه گروه‌ها و بدست آوردن توانایی محاسبات با آنها.

### سرفصل

گروه‌های آزاد، خواص مقدماتی گروه‌های آزاد، قضیه نیلسن-شرایر-نمایش آزاد گروه‌ها، قضیه فوندایک، تبدیلات تیتز، نمایش آزاد حاصل ضرب دکارتی، نمایش آزاد برخی گروه‌های کلاسیک مانند گروه‌های  $S_n$ ,  $A_n$ ,  $D_n$ ,  $Q_{4n}$ ، گروه‌های فوندایک، گروه‌های آبلی آزاد، قضیه ددکیند، قضیه اساسی گروه‌های آبلی متناهی مولد و الگوریتم محاسبه نمایش آبلی شده گروه‌ها، شمارش همدسته‌ها (آلگوریتم تد-کاگستر)، نمایش زیرگروه‌ها، فرآیند بازنویسی ردمایستر-شرایر، الگوریتم تعدیل یافته تد-کاگستر، معرفی گروه‌های مثلثی و محاسبه گروه‌های فوندایک به عنوان زیرگروه آن، گروه‌های به طور دوری نمایش داده شده و گروه‌های فیبوناتچی، معرفی برخی گروه‌ها.

### مراجع

۱. H. S. M. Coxeter and W. O. J. Moster, *Generators and relations for Discrete Groups*, 4<sup>th</sup> edition, Springer-Verlag, Berlin ۱۹۷۹.
۲. D. L. Johnson, *Presentations of Groups*, second edition, Cambridge University Press, Cambridge ۱۹۹۷.
۳. D. L. Johnson, *Topics in the Theory of Group Presentations*, Cambridge University Press, Cambridge, ۱۹۸۰.





عنوان درس		فارسی		نظریه نمایش تکواره‌ها	
		انگلیسی		Representation Theory of Monoids	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
پایه	نظری	۴	۶۴	اختیاری	
	عملی			نظری	عملی
جبر پیشرفته	آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
	سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
	کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
	آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
	سمینار:	دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
	حل تمرین:	ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

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

### سرفصل

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

### مراجع

۱. M. Kip, U. Knauer and A. V. Mikhalev, *Monoids, Acts, and Categories*, De Gruyter Expositions in Mathematics ۲۹, ۲۰۰۰.
۲. B. Steinberg, *Representation Theory of Finite Monoids*, Springer-Verlag, Berlin, ۲۰۱۶.



عنوان درس		فارسی	نظریه نیمگروه‌ها	
		انگلیسی	Theory of Semigroups	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
			عملی	نظری
اصلی	۴	۶۴	تخصصی	
			عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سفر علمی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
کارگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
آزمایشگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سمینار: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
حل تمرین: ندارد				
نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				

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

#### سرفصل

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

#### مراجع

1. John M. Howie, *Fundamental of Semigroup Theory*, London Math Society Monographs, ۱۹۹۶.
2. A. H. Clifford and G. B. Preston, *The Algebraic Theory of Semigroups*, Vol I, II American Mathematical Society, ۱۹۶۷, Reprint ۲۰۱۰.
3. K. B. Sinha and S. Srivastava, *Theory of Semigroups and Applications*, Springer-Verlag, Berlin, ۲۰۱۷.



عنوان درس		فارسی	جبر جابه‌جایی	
		انگلیسی	Commutative Algebra	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
نظری			عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف آشنایی دانشجویان با حلقه‌های جابجایی و جایگاه آنها در جبر

#### سرفصل

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

#### مراجع

۱. M. F. Atiyah and I. G. Macdonald, *Introduction to Commutative Algebra*, Student economy edition, Addison-Wesley Series in Mathematics. Westview Press, Boulder, CO, ۲۰۱۶.
۲. R. Y. Sharp, *Steps in Commutative Algebra*, Second edition, London Mathematical Society Student Texts, ۵۱, Cambridge University Press, Cambridge, ۲۰۰۰.



عنوان درس		فارسی	جبر جابه‌جایی ترکیبیاتی				
		انگلیسی	Combinatorial Commutative Algebra				
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز				
پایه	۴	۶۴	اختیاری		تخصصی		اصلی
			عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
آموزش تکمیلی عملی:		دارد □		ندارد ■			
سفر علمی:		دارد □		ندارد ■			
کارگاه:		دارد □		ندارد ■			
آزمایشگاه:		دارد □		ندارد ■			
سمینار:		دارد □		ندارد ■			
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد					

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

### سرفصل

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

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

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

### مراجع

Miller, B. Sturmfels, *Combinatorial Commutative Algebra*, Graduate Texts in Mathematics, vol. ۲۲۷, Springer-Verlag, New York, ۲۰۰۵.



۲. J. Herzog, T. Hibi, *Monomial Ideals*,. Graduate Texts in Mathematics, ۲۶۰. Springer-Verlag London, Ltd., London, ۲۰۱۱.
۳. R. H. Villarreal, *Monomial Algebras*, Second Edition, Monographs and Research Notes in Mathematics, Chapman and Hall/CRC, ۲۰۱۵.
۴. I. Peeva, *Graded Syzygies, Algebra and Applications*, ۱۴. Springer-Verlag London, Ltd., London, ۲۰۱۱.
۵. R. P. Stanley, *Combinatorics and Commutative Algebra*, ۲nd ed.. Progress in Mathematics ۴۱, Birkhauser, ۱۹۹۶.



عنوان درس		فارسی		عنوان انگلیسی		
		جبر جابه‌جایی محاسباتی		Computational Commutative Algebra		
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز			
			پایه	اصلی		
جبر پیشرفته	۴	۶۴	اختیاری	تخصصی	عملی	نظری
			عملی	نظری	عملی	نظری
	آموزش تکمیلی عملی:		دارد □	ندارد ■		
	سفر علمی:		دارد □	ندارد ■		
	کارگاه:		دارد □	ندارد ■		
	آزمایشگاه:		دارد □	ندارد ■		
	سمینار:		دارد □	ندارد ■		
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				

هدف جبر جابه‌جایی محاسباتی بخشی از یک شاخه وسیع تر به نام محاسبات نمادین یا جبر کامپیوتری می باشد. دانشجویان پس از گذراندن این درس ضمن آشنایی با برخی از الگوریتم های اساسی در شاخه جبر جابه‌جایی محاسباتی و کامپیوتری، قادر خواهند بود نسبت به ساخت مثال‌های مورد نیاز برای اثبات درستی یا در جهت نشان دادن نقیض یک گزاره داده شده اقدام نمایند و به عنوان مثال بر حسب مورد طیفی از ایده آل هایی که یک خاصیت داده شده برای آنها صادق می باشد (یا نمی باشد) را بسازند. تمامی الگوریتم های بیان شده در این درس روی چند جمله‌ای‌ها با ضرایب واقع در یک میدان داده شده فرمول بندی می شوند. برخی از نرم افزارهای جبر کامپیوتری برای پیاده سازی الگوریتم‌های این درس عبارتند از Singular، CoCoA و Macaulay ۲

### سرفصل

حلقه‌های چند جمله‌ای و حلقه‌های تجزیه یکتا، ایده‌آل‌های تک جمله‌ای و لم دیکسون، ترتیب‌ها و وزن‌های تک جمله‌ای، جملات و ایده‌آل‌های پیشرو، الگوریتم تقسیم روس حلقه‌های چند جمله‌ای، الگوریتم بوخبرگر برای تولید پایه گروبنر،  $S$  چند جمله‌ای‌ها، همگن سازی، ایده‌آل‌های پیشرو عام (Generic initial ideals). ایده‌آل‌های تک جمله‌ای بورل ثابت (Borel fixed)، توابع هیلبرت و قضایای مکالی و کروسکال – کاتانوا (Kruskal – Katona)، تحلیل‌های ایده‌آل‌های تک جمله‌ای و فرمول Eliahou-kervaire. توان‌های ایده‌آل‌های تک جمله‌ای، محاسبات الگوریتمی در حلقه‌های خارج قسمتی  $k[x_1, \dots, x_n]/I$  برخی از کاربردهای پایه گروبنر: (آ) کاربردهایی در جبر همولوژی (محاسبه مدول‌های سیزیجی، محاسبه هسته و تصویر همریختی‌ها، محاسبه عمق (depth) مدول‌ها، محاسبه مدول‌های ایجاد شده از روی همریختی‌ها (Hom-modules) تحلیل‌های آزاد مندرج). (ب) کاربردهایی در هندسه جبری (انتخاب به اختیار مدرس) (چند گونای وابسته به ایده‌آل‌های تک جمله‌ای، متمم یک ایده‌آل تک جمله‌ای، قضیه صفرسازی هیلبرت، چند گونا‌های آفین، دستگاه‌های معادلات چند جمله‌ای، محاسبه مولفه‌های تحویل‌ناپذیر یک چند گونا به منظور پیدا کردن تجزیه اولیه، محاسبه بستارهای تصویری برای همگن سازی، محاسبه بعد چند گونا‌های آفین یا تصویری).

مراجع



١. M. Kreuzer, and L. Robbiano, *Computational Commutative Algebra 1*, Springer- Verlag Berlin Heidelberg, ٢٠٠٠.
٢. M. Kreuzer, and L. Robbiano, *Computational Commutative Algebra ٢*, Springer- Verlag Berlin Heidelberg, ٢٠٠٥.
٣. Herzog, T, Hibi, *Monomial Ideals*, Springer, New York, ٢٠١١.
٤. D. Cox, J. Little, and D. O Shea, *Ideals, Varieties, and Algorithms*, Springer, New York, ١٩٩٢.
٥. W. Vascancelos, *Computational Methods in Commutative Algebra and Algebraic Geometry, Algorithms and Computations in Math. 2*, Springer, Berlin ١٩٩٨.
٦. D. Eisenbud, D. R. Grayson, M. Stillman, and B. Sturmfels (eds.), *Computations in Algebraic Geometry with Macaulay 2, Algorithms and Comoutation in Math. 8*, Springer, Berlin ٢٠٠٢.
٧. D. Eisenbud, *Commutative Algebra with a view Toward Algebraic Geometry*, Graduate Texts in Mathematics ١٥٠, Springer, New York, ١٩٩٥.
٨. CoCoA Team, The CoCoA Project: main web page <http://cocoa.dima.unige.it>



عنوان درس		فارسی	جبر همولوژی
		انگلیسی	Homological Algebra
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه	۴	۶۴	جبر پیشرفته
نظری			
عملی			
اصولی			
تخصصی			
اختیاری			
عملی			
نظری			
آموزش تکمیلی عملی:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
سفر علمی:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
کارگاه:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
آزمایشگاه:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
سمینار:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف آشنایی دانشجویان با مفاهیم جبر همولوژی و کاربردهای آنها

### سرفصل

یادآوری حاصل ضرب تانسوری مدولها، رشته ها، تابعگونها و آشنایی با تابعگون تانسور و Hom و بررسی رفتار آنها با دنباله های دقیق کوتاه، تابعگون حد مستقیم، آشنایی مقدماتی با تابعگون حد معکوس، تابعگون های مشتق شده و کار برد آنها در بررسی بعدهای همولوژیک.

### مراجع

- Joseph J. Rotman, *An Introduction to Homological Algebra*, Second edition. Universitext, Springer, New York, ۲۰۰۹.
- A. I. Kostrikin and I. R. Shafarevich, *Homological Algebra*, Springer-Verlag, Berlin, ۱۹۹۴.





عنوان درس		فارسی		انگلیسی		
		جبرهای غیر شرکت پذیر		Non- associative Algebras		
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز			
پایه	۴	۶۴	اختیاری		تخصصی	
			عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد					

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

### سرفصل

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

جبرهای الترناتیو: جبرهای پوچ توان، تجزیه پیرس، رادیکال و جبرهای نیم ساده، جبرهای کیلی، جبرهای الترناتیو ساده.

قضیه اساسی و دبرن، فرم های نرم، مشتقات، جبر لی ساده از نوع G

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

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

### مراجع

1. K. Mc Cirimmun, *A Taste of Jordan Algebras*, Springer-Verlag, New York, ۲۰۰۴.
۲. R. D. Schafer, *An Introduction to Non-Associative Algebras*, Academic Press, New York, ۱۹۶۶.



عنوان درس		فارسی	نظریه حلقه‌ها
		انگلیسی	Theory of Rings
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه	۴	۶۴	اختیاری
			تخصصی
نظری	عملی	نظری	عملی
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		

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

### سرفصل

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

### مراجع

۱. N. Herstein, *Non Commutative Rings*, Carus Mathematical Monographs, ۱۵, Mathematical Association of America, Washington DC, ۱۹۹۴.
۲. T. Y. Lam, *A First Course in Noncommutative Rings*, Second edition. Graduate Texts in Mathematics, ۱۳۱, Springer-Verlag, New York, ۲۰۰۱.



عنوان درس		فارسی	نظریه حلقه‌های مدرج	
		انگلیسی	Graded Ring Theory	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
			عملی	نظری
اصلی	۴	۶۴	تخصصی	
			عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سفر علمی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
کارگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
آزمایشگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سمینار: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
حل تمرین: ندارد				
نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				

هدف آشنا نمودن دانشجو با مفاهیم نظریه حلقه‌ها و مدول‌های مدرج.

#### سرفصل

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

#### مراجع

۱. N. Bourbaki, *Elements of Mathematics: Commutative Algebra*, Hermann, Paris, ۱۹۷۲.
۲. H. Matsumura, *Commutative Theory*, Cambridge University Press, Cambridge, ۱۹۹۰.
۳. C. Nastasescu and F. Van Oystaeyen, *Graded Ring Theory*, North-Holland, Amsterdam, ۱۹۸۲.
۴. D. G. Northcott, *Lessons on Rings, Modules and Multiplicities*, Cambridge University Press, Cambridge, ۱۹۶۸.



عنوان درس		فارسی	نظریه بافه‌ها
		انگلیسی	Sheef Theory
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز
پایه	۴	۶۴	اختیاری
			تخصصی
اصلی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		

هدف سوق دادن دانشجو به مطالعه و تحقیق در زمینه هندسه جبری

#### سرفصل

مفاهیم مربوط به بافه‌ها و بافه‌های ضعیف و ساقه‌ها، بافه حاصل شده از یک بافه ضعیف، بافه مورفیزم‌ها و بافه‌های مشتق شده از آن، بافه تانسور و بافه‌های مشتق شده از آن، اسکیم و مثال‌هایی از اسکیم نوتری و مثال‌هایی از بافه‌های کوهرنت.

#### مراجع

۱. R. Hartshorne, *Algebraic Geometry*, Springer-Verlag, Graduate texts in Mathematics ۵۲, Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, ۱۹۷۷.
۲. B. R. Tennison, *Sheaf Theory*, Volume ۲۰ of LMS. Lecture Note Series., Cambridge University Press, ۱۹۷۵.
۳. S. Mac Lane, and I. Moerdijk, *Sheaves in Geometry and Logic*, English summary, A first Introduction to Topos Theory, Corrected reprint of the ۱۹۹۲ edition, Universitext, Springer-Verlag, New York, ۱۹۹۴.
۴. G. E. Bredon, *Sheaf Theory*, Second edition, Graduate Texts in Mathematics, ۱۷۰. Springer-Verlag, New York, ۱۹۹۷.
۵. B. R. Tennison, *Sheaf Theory*, London Mathematical Society Lecture Note Series ۲۰, Cambridge University Press, Cambridge, Cambridge, ۱۹۷۵.



عنوان درس		فارسی	نظریه فریمها
		انگلیسی	Theory of Frames
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه	۴	۶۴	
اصلی	اختیاری	تخصصی	نظری
عملی	عملی	عملی	عملی
نظری	نظری	نظری	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	جبر پیشرفته
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		

هدف هدف از این درس آشنایی با تعمیم جبری فضاهای توپولوژیک است، که در آن لزوماً نیازی به اصل انتخاب نیست. این ساختار جبری، که رابطه‌ی نزدیکی با جبر هاییتینگ، و در نتیجه با منطق، دارد، دارای کاربردهای خوبی در علوم کامپیوتر نیز هست.

### سرفصل

فریم و همریختی فریمها، رسته فریمها، زیرفریم، رابطه فریمها و فضاهای توپولوژیک، تابعگون الحاقی بین فریمها و فضاهای توپولوژیک، فریمهای فضایی، فضاهای سوپر، فریمهای منظم فشرده، فشرده سازی و دوگانی بین رسته فریمهای فشرده منظم و رسته فضاهای فشرده هاسدورف، فریمهای پیوسته و موروثی

### مراجع

۱. J. Picado and A. Pultr, *Frames and Locales: Topology without Points*, Birkhauser, ۲۰۱۲.
۲. Peter T. Johnstone, *Stone Spaces*, Cambridge University Press, Cambridge, ۱۹۸۶.
۳. S. Vickers, *Topology via Logic*, Cambridge Tracts in Theoretical Computer Science ۵, Cambridge University Press, Cambridge, ۱۹۸۹.
۴. M. M. Ebrahimi and M. Mahmoudi, *Frames*, Technical Report, Shahid Beheshti University, ۱۹۹۶.



عنوان درس		فارسی		انگلیسی		نظریه K	
				K- Theory			
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	اختیاری		تخصصی	
پایه	۴	۶۴		عملی	نظری	عملی	نظری
اصلی				عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:				دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سفر علمی:				دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
کارگاه:				دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آزمایشگاه:				دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سمینار:				دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
حل تمرین: ندارد				نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف مطالعه نظریه K از دیدگاه جبری و مطالعه کاربردهای آن در نظریه حلقه‌ها و نظریه گروه‌ها

#### سرفصل

گروه گروتندیک یک حلقه، معرفی G. یک حلقه، K. برای حلقه‌های خاص،  $K_1$  برای حلقه‌های خاص، K. و  $K_1$  برای رسته ها،  $K_2$  و کاربردهای آن، ساختار + و نظریه K از دیدگاه Quillen.

#### مراجع

1. B. A. Magurn, *An Algebraic Introduction to K-Theory*, Cambridge University press, Cambridge, ۲۰۰۲.
2. J. Rosenberg, *Algebraic K-Theory and its Applications*, Graduate Texts in Math. ۱۴۷, Springer Verlag, New York ۱۹۹۴.
3. V. Srinivas, *Algebraic K-Theory*, Progress in Math., Vol. ۹۰, Birkhuser, ۱۹۹۶.
4. J. Milnor, *Introduction to Algebraic K-Theory*, Annals of Mathematics Studies, Princeton University Press, ۱۹۷۲.
5. M. Karoubi, *K-Theory: An Introduction*, Classics in Mathematics, Springer-Verlag, Berlin, ۱۹۷۸.



عنوان درس		فارسی	نظریه رسته
		انگلیسی	Category Theory
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه	۴	۶۴	
اصلی	اختیاری		
عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد □	ندارد ■	
سفر علمی:	دارد □	ندارد ■	
کارگاه:	دارد □	ندارد ■	جبر پیشرفته
آزمایشگاه:	دارد □	ندارد ■	
سمینار:	دارد □	ندارد ■	
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		

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

### سرفصل

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

### مراجع

1. J. Adamek, H. Herrlich, G. E. Strecker, *Abstract and Concrete Categories: The Joy of Cats*, John Wiley and Sons, ۱۹۹۰.
2. T. S. Blyth, *Categories*, John Wiley and Sons, ۱۹۸۶.
3. S. Mac Lane, *Categories for the Working Mathematician*, Springer, Berlin, ۱۹۷۸.
4. S. Awodey, *Category Theory*, Oxford University Press, Oxford, ۲۰۱۰.
5. T. Leinster, *Basic Category Theory*, Cambridge University Press, Cambridge, ۲۰۱۴.
6. H. Simmons, *An Introduction to Category Theory*, Cambridge University Press, Cambridge, ۲۰۱۱.



۷. B.C. Pierce, *Basic Category Theory for Computer Scientists*, Foundations of Computing, The MIT Press, ۱۹۹۱.





عنوان درس		فارسی	انگلیسی	جبر جامع			
		Universal Algebra					
نوع واحد	پایه	اصولی	تخصصی		اختیاری		
			عملی	نظری	عملی	نظری	
جبر پیشرفته	تعداد واحد	۴					
	تعداد ساعت	۶۴					
	آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
	سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
	کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
	آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
	سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد						

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

### سرفصل

جبر جامع (ساختار کلی جبری)، زیرجبر جامع، همریختی جبرهای جامع، رابطه هم‌نهستی، خارج قسمت جبر جامع، قضیه‌های یکرختی جبرهای جامع، مشبکه زیرجبرها، مشبکه هم‌نهستی‌ها، ضرب، زیرضرب، جبرهای تجزیه‌ناپذیر و تحویل‌ناپذیر، قضیه نمایش بیرخوف (نمایش هر جبر برحسب تحویل‌ناپذیرها)، جبر ساده، وارپته، جبر آزاد، مفاهیم معادله و اتحاد، جبرهای معادله‌ای، قضیه بیرخوف (معادل بودن وارپته و کلاس‌های معادله‌ای).

### مراجع

۱. S. Burris and H. P. Sankapanavar, *A Course in Universal Algebra*, Springer, ۱۹۸۱.
۲. G. Grätzer, *Universal Algebra*, Springer, Berlin, ۱۹۷۹.
۳. P. M. Cohn, *Universal Algebra*, Mathematics and Its Applications, Springer, New York, ۱۹۸۱.
۴. K. Denecke and S. L. Wismath, *Universal Algebra and Applications in Theoretical Computer Science*, Chapman and Hall, ۲۰۰۲.
۵. K. Denecke and S. L. Wismath, *Universal Algebra and Coalgebra*, World Scientific Publishing Company, ۲۰۰۹.



عنوان درس		فارسی	جبرهای لی با بعد متناهی						
		انگلیسی	Finite Dimensional Lie Algebras						
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز						
پایه	۴	۶۴	اختیاری		تخصصی		اصلی		
			عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	
آموزش تکمیلی عملی:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>					
سفر علمی:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>					
کارگاه:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>					
آزمایشگاه:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>					
سمینار:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>					
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد							

هدف مطالعه مفاهیم اولیه جبرهای لی، طبقه بندی جبرهای لی مختلط با بعد متناهی

#### سرفصل

مفاهیم اولیه: تعاریف و مثال‌های مقدماتی، ایده‌آل‌ها و هم‌ریختی‌ها، یکرختی و نمایش جبرهای لی، خود ریختی‌ها، جبرهای پوچ توان و حل پذیر.

جبرهای لی نیم‌ساده: قضایای لی و کارتان، فرم کیلینگ تحویل پذیری کامل نمایش‌ها، نمایش‌های  $(\mathfrak{g}, F)$ ، تجزیه به فضاهای ریشه.

سیستم‌های ریشه: تعریف اصولی یک سیستم ریشه متناهی، ریشه‌های ساده و گروه وایل، طبقه‌بندی سیستم‌های ریشه، ساختن سیستم‌های ریشه و خودریختی‌های سیستم ریشه، نظریه وزن‌ها.

یکریختی و قضایای تزویجی: قضیه یکرختی، زیر جبرهای کارتان، قضایای تزویجی.

اشاره مختصری به قضیه وجود و نظریه نمایش.

#### مراجع

۱. W. Graaf; *Lie Algebras, Theory and Algorithms*, Elsevier, ۲۰۰۰.

E. Humphreys, *Introduction to Lie Algebras and Representation Theory*, Springer-Verlag, ۱۹۷۲.



۳. N. Jacobson, *Lie Algebras*, Dover, ۱۹۶۲.

۴. H. Samelson, *Notes on Lie Algebras*, Springer-Verlag, ۱۹۹۰.



عنوان درس		فارسی		انگلیسی		
		جبرهای لی با بعد نامتناهی		Infinite Dimensional Lie Algebras		
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز			
پایه	۴	۶۴		اختیاری	تخصصی	اصلی
نظری				عملی	نظری	عملی
آموزش تکمیلی عملی:				دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
سفر علمی:				دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
کارگاه:				دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
آزمایشگاه:				دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
سمینار:				دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
حل تمرین: ندارد				نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		

هدف آشنایی با جبرهای لی با بعد نامتناهی و مثال‌های مهم این نوع جبرها، آشنایی با نقش تجزیه مثلثی در مطالعه جبرهای لی با بعد نامتناهی.

### سرفصل

تعاریف اساسی تنسوری، متقارن، خارجی، جبرهای لی وایراسورا و هایزنبرگ، مفاهیم مدرج‌سازی، مشتق جبرهای لی، نمایش جبرهای لی، فرم‌های دوخطی پایا، جبرهای پوششی جهانی، توسعه‌های مرکزی، جبرهای لی آزاد، فرمول کمپل-بیکر-هاسدورف، تجزیه مثلثی و تجزیه به فضاهای وزنی، مدول با بالاترین وزن، مدول‌های ورما، نظریه  $SL_2(K)$ ، سیستم‌های ریشه متناهی، گروه‌های کاستر و دیاگرام دینکین-کاکستر، طبقه بندی سیستم‌های رشته متناهی، ساختن جبرهای لی از شبکه‌ها، جبرهای لی کانترگردینت و گروه‌های وایل.

### مراجع

۱. J. Humphreys, *Introduction to Finite Dimensional Lie Algebras and Representations*, Springer-Verlag, ۱۹۷۲.
۲. N. Jacobson, *Lie Algebras*, Dover, ۱۹۶۲.
۳. V. Kac, *Infinite Dimensional Lie Algebras*, Cambridge University Press, ۱۹۸۵.
۴. R. V. Moody and A. Pianzola, *Lie Algebras with Triangular Decompositions*, John Wiley, ۱۹۹۵.



عنوان درس		فارسی	انگلیسی	نظریه مشبکه					
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز					
جبر پیشرفته	پایه	۴	۶۴	اختیاری		تخصصی	اصلی	نظری	
	نظری			عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	
	آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
	سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
	کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
	آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
	سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
	حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد							

هدف آشنایی با نظریه مشبکه

### سرفصل

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

### مراجع

۱. G. Grätzer, *Lattice Theory: Foundation*, Birkhäuser/Springer Basel AG, Basel, ۲۰۱۱.
۲. B. A. Davey and H. A. Priestley, *Introduction to Lattices and Order*, Second edition, Cambridge University Press, New York, ۲۰۰۲.
۳. S. Roman, *Lattices and Ordered Sets*, Springer, New York, ۲۰۰۸.
۴. D. E. Rutherford, *Introduction to Lattice Theory*, Hafner Publishing Co., New York, ۱۹۶۵.
۵. G. Grätzer, *Lattice Theory: First Concepts and Distributive Lattices*, W. H. Freeman and Co., San Francisco, Calif., ۱۹۷۱.



عنوان درس		فارسی		انگلیسی		ابرساختارهای جبری			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	Algebraic Hyperstructures		دروس پیش نیاز			
جبر پیشرفته	پایه	۴	۶۴	اختیاری		تخصصی		اصلی	
	نظری			عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	
	آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
	سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
	کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
	آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
	سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
	حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد							

هدف آشنایی با ابرساختارهای جبری و کاربردهای آنها

#### سرفصل

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

#### مراجع

1. P. Corsini and V. Leoreanu, *Applications of Hyperstructure Theory*, Advances in Mathematics (Dordrecht) ۵, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, ۲۰۰۳.
2. T. Vougiouklis, *Hyperstructures and their Representations*, Hadronic Press Monographs in Mathematics, Hadronic Press, Inc., Palm Harbor, FL, ۱۹۹۴.
3. B. Davvaz and V. Leoreanu-Fotea, *Hyperring Theory and Applications*, International Academic Press, USA, ۲۰۰۷.
4. B. Davvaz, *Polygroup Theory and Related Systems*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Hackensack, NJ, ۲۰۱۳.
5. B. Davvaz, *Semihypergroup Theory*, Elsevier/Academic Press, London, ۲۰۱۶.



عنوان درس		فارسی		ساختارهای جبری فازی		
		انگلیسی		Fuzzy Algebraic Structures		
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز			
پایه	۴	۶۴	اختیاری		تخصصی	
			عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد					

هدف آشنایی با ساختارهای جبری فازی

### سرفصل

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

### مراجع

۱. J. N. Mordeson and D. S. Malik, *Fuzzy Commutative Algebra*, With a foreword by Azriel Rosenfeld, World Scientific Publishing Co., Inc., River Edge, NJ, ۱۹۹۸.
۲. J. N. Mordeson, K. R. Bhutani and A. Rosenfeld, *Fuzzy Group Theory*, Studies in Fuzziness and Soft Computing. Springer, ۲۰۰۵.



عنوان درس		فارسی		هندسه محدب و جبرهای وابسته به آن	
		انگلیسی		Convex Geometry and its Associated Algebras	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز		
پایه	۴	۶۴	جبر پیشرفته	اصولی	اختیاری
				عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد □	ندارد ■			
سفر علمی:	دارد □	ندارد ■			
کارگاه:	دارد □	ندارد ■			
آزمایشگاه:	دارد □	ندارد ■			
سمینار:	دارد □	ندارد ■			
حل تمرین: ندارد				نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف آشنایی با جنبه‌های گوناگون هندسه‌ی محدب، با دیدگاه‌های جبری و ترکیبیاتی

### سرفصل

هندسه: فضاهاى آفین، مجموعه‌های محدب و یادآوری خواص ابتدایی آنها، معرفی پلی توپ‌ها، پلی هدرن‌ها و مخروط‌ها به همراه مثال‌های معروف و مهم آنها، قضایای رده بندی پلی توپ‌ها، پلی هدرن‌ها و مخروط‌ها.

لم **Farkas**: صورت‌های مختلف این لم و برخی کاربردها.

ترکیبیات: پلی توپ‌های وجهی، پلی توپ دوگان، وجهی پلی توپ‌ها، پلی توپ‌های سادگی، پلی توپ‌های ساده، مجتمع‌های پلی هدرونی و مجتمع‌های سادگی و برخی ویژگی‌های آنها مانند صدف واری،  $f$ -بردارها،  $h$ -بردارها و مشخصه اویلر. جبر: حلقه‌های مدرج و مدول‌های مدرج، سری هیلبرت، حلقه‌ها و مدول‌های کوهن-مکالی، حلقه‌ی چند جمله‌ای‌ها و ایده‌ال‌های تک جمله‌ای، حلقه‌های استنلی-ریزنر و خواص آنها، جبرها و ایده‌آل‌های توریک، جبرهای پلی توپی و خواص آنها.

### مراجع

1. W. Bruns and J. Gubeladze, *Polytopes, Rings, and K-Theory*. Springer Monographs in Mathematics, Springer, ۲۰۰۹.
2. G. M. Ziegler, *Lectures on Polytopes*, Graduate Texts in Mathematics ۱۵۲, Springer, ۱۹۹۵.
3. T. Hibi, *Algebraic Combinatorics on Convex Polytopes*. Carlsaw Publications, ۱۹۹۲.





عنوان درس		فارسی	هندسه جبری
		انگلیسی	Algebraic Geometry
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه	۴	۶۴	
اصلی	اختیاری		
عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	جبر پیشرفته
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
حل تمرین:	ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف مطالعه و بررسی مفاهیم مقدماتی در هندسه جبری

#### سرفصل

منحنی های جبری در صفحه، منحنی های گویا، ای بسته و توابع منظم و نگاشتهای منظم در فضاهای آفین مجموعه ه، توابع گویا و نگاشتهای گویا، بسته و توابع منظم و توابع گویا و نگاشتهای منظم روی وارپته های تقریباً تصویری و مجموعه های آنها، ضرب وارپته های تقریباً تصویری، بستار یک وارپته تصویری، نگاشتهای متناهی، قضیه نرمالیزاسیون، بعد، بعد مقطع دو ابر صفحه، قضیه بعد فیبرها، مختصات چاو برای یک وارپته تصویری، حلقه، وضعی در یک نقطه، فضای مماس و انوریان بودن آن، مخروط مماس، امترهای موضعی در یک نقطه و استفاده از سری های توانی پار، وارپته های حقیقی و مختلط، زیر وارپته با کودیمانسیون یک، زیر وارپته های ناتکین، یکتائی، تجزیه حلقه موضعی در نقاط ساده، ساختمان ایزومرفیسم دو گویا، زیر وارپته های استثنائی، نرمالیزاسیون وارپته های آفین، رمیفیکاسیون، نرمالیزاسیون منحنی ها

#### مراجع

1. P. Griffiths and J. Harris, *Principles of Algebraic Geometry*, John Wiley, New York, ۱۹۷۸.
2. R. Hartshorne, *Algebraic Geometry*, Springer-Verlag, Graduate texts in Mathematics ۵۲, New York, Heidelberg, Berlin, ۱۹۷۷.



عنوان درس		فارسی	نظریه جبری اعداد	
		انگلیسی	Algebraic Number Theory	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
نظری			عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف آشنایی با اعداد جبری و خواص اساسی آنها و مباحث مرتبط

#### سرفصل

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

#### مراجع

۱. M. Ram Murty and J. Esmonde, *Problems in Algebraic Number Theory*, ۲nd ed., Springer, ۲۰۰۴.
۲. S. Lange, *Algebraic Number Theory*, Springer, New York, ۱۹۹۴.
۳. R. B. Ash, *A Course in Algebraic Number Theory*, Dover Publications Inc. Mineola, New York, ۲۰۱۰.



عنوان درس		فارسی	نظریه اتوماتا و زبان پیشرفته					
		انگلیسی	Automata Theory and Advanced Language					
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز					
پایه	۴	۶۴	اختیاری		تخصصی		اصلی	
			عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سفر علمی:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
کارگاه:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
آزمایشگاه:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سمینار:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد						

هدف مروری بر اتوماتای pushdown و ماشین های تورنیگ و اتوماتا در کاتگوری

سر فصل

اتوماتای Pushdown، تشخیص پشته حافظه غیرفنی، اتوماتای Pushdown، و زبان آزاد از متن، خواص پستاری زبان آزاد از متن، ماشین های Turing، ماشین های تورنیگ غیرقطعی، ماشین های تورنیگ و زبان آزاد از متن، مجموعه های که TM تشخیص نیستند. وارپته و F وارپته، F-جبر، اتوماتا در کاتگوری.

مراجع

- 1- J. Adámek and V. Trnková, *Automata and Algebras in Categories, Mathematics and Its Applications: East European Series*, ۳۷. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, ۱۹۹۰.
- ۲- D. D'Angeli and E. Rodaro, Groups and Semigroups Defined by Colorings of Synchronizing Automata, *Internat. J. Algebra Comput.* ۲۴ (۶) (۲۰۱۴) ۷۷۳-۷۹۳.
- ۳- J. M. Howie, *Automata and Languages*, Oxford Science Publications, Oxford University Press, Clarendon Press, ۱۹۹۱.



عنوان درس		فارسی	جبرهای مرتب شده	
		انگلیسی	Ordered Algebras	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
			عملی	نظری
اصلی	۴	۶۴	تخصصی	
			عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سفر علمی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
کارگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
آزمایشگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سمینار: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
حل تمرین: ندارد				
نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				

هدف آشنایی با ساختارهای جبری مرتب

### سرفصل

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

### مراجع

1. T. S. Blyth, *Lattices and Ordered Algebraic Structures*, Universitext, Springer-Verlag London, Ltd., London, ۲۰۰۵.
2. G. Birkhoff, *Lattice Theory*, Third edition. American Mathematical Society Colloquium Publications, Vol. XXV American Mathematical Society, Providence, R.I. ۱۹۶۷
3. S. A. Steinberg, *Lattice-Ordered Rings and Modules*, Springer, New York, ۲۰۱۰.



عنوان درس		فارسی		انگلیسی								
		جبرهای استلزامی										
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	اختیاری		تخصصی		اصلی		پایه			
			عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری		
جبر پیشرفته	۴	۶۴										
			آموزش تکمیلی عملی:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
			سفر علمی:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
			کارگاه:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
			آزمایشگاه:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
			سمینار:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>						
			حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد							

هدف آشنایی با جبرهای استلزامی و فیلترها

#### سر فصل

مجموعه های مرتب، شبکه، شبکه باقیمانده، جبرهای استلزامی شبکه، جبرهای H- استلزامی شبکه، همریختی، فیلترها، فیلترهای استلزامی (مثبت)، فیلترهای شرکت پذیر و اول، فیلترهای جذبی، فیلترهای فازی، LI- ایده آلهای، LI- ایده آلهای فازی LI- ایده آلهای شهودی فازی، روابط همنهشتی، قضیه نمایشی، رابطه جبرهای استلزامی شبکه با جبرهای BCK، رابطه جبرهای استلزامی شبکه با MV- جبرها، رسته جبرهای استلزامی شبکه

#### مراجع

- ۱- Yang Xu, Da Ruan, Keyun Qin and Jun Liu, *Lattice-Valued Logic*, Springer- Verlag, ۲۰۰۳.



عنوان درس		فارسی	ساختارهای جبری منطقی					
		انگلیسی	Logical Algebraic Structures					
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز					
پایه	۴	۶۴	اختیاری		تخصصی		اصلی	
			عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سفر علمی:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
کارگاه:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
آزمایشگاه:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سمینار:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد						

هدف آشنایی با روابط بین منطق و ساختارهای جبری

#### سرفصل

مشبکه، مشبکه توزیع پذیر و مدولار، جبر بولی، خواص مقدماتی BCK- جبرها و BCI- جبرها، جبرهای p-نیم ساده، BCI- ایده آلها، روابط همنهشتی و جبرهای خارج قسمتی، BCK- جبرهای استلزامی مثبت (استلزامی، جابجایی)، (شبه) BCI- همریختیها، BCI- ایده آلهای استلزامی مثبت (استلزامی، جابجایی) با شرط (S)، BCI- جبرهای نرمال، رادیکال ایده آل در BCK و BCI- جبرها.

#### مراجع

1. Y. Huang, BCI-Algebra, Science Press, ۲۰۰۶ - Mathematics - ۳۵۶ pages
2. J. Meng and Y. B. Jun, BCK-algebras. *Kyung Moon Sa, Seoul*, ۱۹۹۴.



عنوان درس		فارسی		گراف‌ها و گروه‌ها		
		انگلیسی		Graphs and Groups		
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز			
پایه	۴	۶۴	اختیاری		تخصصی	
			عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد □	ندارد ■				
سفر علمی:	دارد □	ندارد ■				
کارگاه:	دارد □	ندارد ■				
آزمایشگاه:	دارد □	ندارد ■				
سمینار:	دارد □	ندارد ■				
حل تمرین: دارد/ ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد					

هدف:

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

سرفصل:

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

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

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

مراجع:

N. Biggs, "Algebraic Graph Theory", ۲<sup>nd</sup> ed., Cambridge University Press, Cambridge,

C. Godsil and G. Royle, "Algebraic Graph Theory", Springer, New York, ۲۰۰۱.



۳- D. J. S. Robinson, A Course in the Theory of Groups, Springer-Verlag: New York-  
Heidelberg Berlin, ۱۹۸۲.





عنوان درس		فارسی		حلقه‌ها و گراف‌ها	
		انگلیسی		Rings and Graphs	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	
پایه	نظری	۴	۶۴	اختیاری	
	عملی			تخصصی	
آموزش تکمیلی عملی:	نظری			دارد	ندارد
	عملی			دارد	ندارد
سفر علمی:	نظری			دارد	ندارد
	عملی			دارد	ندارد
کارگاه:	نظری			دارد	ندارد
	عملی			دارد	ندارد
آزمایشگاه:	نظری			دارد	ندارد
	عملی			دارد	ندارد
سمینار:	نظری			دارد	ندارد
	عملی			دارد	ندارد
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف:

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

سرفصل:

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

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

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

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

مراجع:



١- T. Hibi and H. Herzog, Monomial ideals, Springer, Graduate Texts in Mathematics, Vol. ٢٦٠, New York, ٢٠١١.

٢- M. Kreuzer and L. Robbiano, Computational Commutative Algebra, Springer, ٢٠٠٨.

٣- C. Godsil and G.F. Royle, Algebraic Graph Theory, Springer Graduate Texts in Mathematics, Vol. ٢٠٧, New York, ٢٠٠١.

٤- J. Harris, J.L. Hirst and N. Mossinghoff, Combinatorics and Graph Theory, Springer, ٢٠٠٨.



عنوان درس		فارسی	مباحث ویژه در جبر	
		انگلیسی	Special Topics in Algebra	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
			عملی	نظری
اصلی	۴	۶۴	تخصصی	
			عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سفر علمی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
کارگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
آزمایشگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سمینار: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
حل تمرین: ندارد			نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

درسی است در سطح کارشناسی ارشد یا بالاتر در زمینه جبر که سرفصل و ریز موارد درسی مربوطه قبل از ارائه بایستی به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه یا دانشکده برسد. این درس در نوبت بعدی می تواند با سرفصل تصویب شده قبلی ارایه گردد و یا دارای سرفصل جدید باشد که مجدداً بایستی به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه یا دانشکده برسد.

