



# برنامه درسی

رشته: ریاضیات و کاربردها

گرایش: آنالیز

دوره : کارشناسی ارشد

و

رشته: ریاضی

گرایش: آنالیز

دوره : دکتری

دانشکده: علوم ریاضی

مصوب جلسه مورخ ۱۴۰۰/۰۵/۰۴ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه

این برنامه براساس آیین‌نامه شماره ۲۱/۲۳۸۰۶ وزارت علوم تحقیقات و فناوری در خصوص تفویض اختیارات برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌های دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده علوم ریاضی تدوین شده و در جلسه مورخ ۱۴۰۰/۰۵/۰۴ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه به تصویب رسیده

است.



# مصوبه شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه فردوسی مشهد

رشته: ریاضیات و کاربردها

گرایش: آنالیز

دوره : کارشناسی ارشد

و

رشته: ریاضی

گرایش: آنالیز

دوره: دکتری

برنامه درسی دوره های کارشناسی ارشد و دکتری که توسط اعضای هیات علمی گروه آموزشی ریاضی محض تدوین شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.

- هر نوع تغییر در برنامه درسی مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه برسد.

ایمان الله بیگدلی  
مدیر برنامه ریزی و توسعه آموزش دانشگاه

مرتضی کوهی  
رئیس گروه برنامه ریزی آموزشی و درسی دانشگاه

رضا پیش قدم  
معاون آموزشی دانشگاه

رأی صادره جلسه مورخ ۱۴۰۰/۰۵/۰۴ شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی ریاضیات و کاربردها گرایش آنالیز در مقطع کارشناسی ارشد و ریاضی گرایش آنالیز در مقطع دکتری صحیح است. به واحد ذی ربط ابلاغ شود.

محمد کافی  
رئیس دانشگاه





## معاونت آموزشی

شورای برنامه ریزی درسی

برنامه درسی

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: ریاضیات و کاربردها

گرایش: آنالیز

و

دوره: دکتری

رشته: ریاضی

گرایش: آنالیز





## فصل اول

### مشخصات کلی



## بسمه تعالی

### دوره کارشناسی ارشد

#### تعریف و هدف رشته

آنالیز نام عمومی آن بخش‌هایی از ریاضیات است که با مفاهیم حد و همگرایی مربوط‌اند و در آن‌ها موضوعاتی مثل پیوستگی و انتگرال‌گیری و مشتق‌پذیری و توابع غیر جبری بررسی می‌شود. این موضوعات را معمولاً در عرصه اعداد حقیقی یا اعداد مختلط و توابع مربوط به آن‌ها بحث می‌کنند ولی می‌توان آن‌ها را در هر فضایی از موجودات ریاضی که در آن مفهوم "نزدیکی" (فضای توپولوژیک) یا "فاصله" (فضای متریک) وجود دارد به کار برد. آنالیز ریاضی از کوشش‌های مربوط به دقیق کردن مبانی و تعریف‌های حسابان سر برآورده است. دوره کارشناسی ارشد آنالیز یکی از دوره‌های آموزشی-پژوهشی در سطح تحصیلات تکمیلی از نظام آموزش عالی است که بعد از دوره کارشناسی آغاز و به اعطای مدرک رسمی دانشگاهی می‌انجامد و به دنبال پرورش متخصصانی جهت بررسی و حل مسائل نظری و عملی مربوط به آنالیز است.

#### ضرورت و اهمیت رشته

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

#### نقش، توانایی و شایستگی دانش‌آموختگان

فارغ‌التحصیلان دوره کارشناسی ارشد آنالیز قادرند:  
به‌عنوان متخصص در زمینه‌های نظری و عملی مسائل مربوط به آنالیز را حل و بحث نمایند.  
در یافتن ساختار مدل‌های ریاضی سایر رشته‌ها همکاری نمایند.

#### طول دوره و شکل نظام

مدت مجاز تحصیل در این دوره ۴ نیمسال تحصیلی (۲ سال) و به شیوه آموزشی-پژوهشی می‌باشد.

#### تعداد و نوع واحدهای درسی

تعداد واحدهای درسی ۳۲ واحد به شرح زیر است:



واحدهای تخصصی الزامی: ۱۲ واحد

دروس تخصصی اختیاری: ۱۴ واحد (دانشجویان ملزم هستند حداقل دو درس به جز سمینار را از جدول شماره ۳ (دروس

اختیاری کارشناسی ارشد) و مابقی را از جدول شماره ۵ (دروس مشترک کارشناسی ارشد و دکتری) اخذ نمایند

پایان نامه: ۶ واحد

دانشجویان ورودی از رشته‌های غیر مرتبط یا دانشجویانی که دروس مربوط به این رشته را در دوره کارشناسی اخذ

نکرده‌اند لازم است به تشخیص گروه آموزشی دروس جبرانی را از جدول شماره ۱ اخذ نمایند. لازم به ذکر است

واحدهای جبرانی نباید از سقف ۱۲ واحد بیشتر باشد.

### شرایط و ضوابط ورود به دوره

مطابق با ضوابط و مقررات وزارت علوم؛ تحقیقات و فناوری می‌باشد.



## دوره دکتری

### تعریف رشته

آنالیز نام عمومی آن بخش‌هایی از ریاضیات است که با مفاهیم حد و همگرایی مربوط‌اند و در آن‌ها موضوعاتی مثل پیوستگی و انتگرال‌گیری و مشتق‌پذیری و توابع غیر جبری بررسی می‌شود. این موضوعات را معمولاً در عرصه اعداد حقیقی یا اعداد مختلط و توابع مربوط به آن‌ها بحث می‌کنند ولی می‌توان آن‌ها را در هر فضایی از موجودات ریاضی که در آن مفهوم "نزدیکی" (فضای توپولوژیک) یا "فاصله" (فضای متریک) وجود دارد به کار برد. آنالیز ریاضی از کوشش‌های مربوط به دقیق کردن مبانی و تعریف‌های حسابان سر برآورده است. دوره دکتری آنالیز ریاضی یکی از دوره‌های آموزشی- پژوهشی در سطح تحصیلات تکمیلی از نظام آموزش عالی است که بعد از دوره کارشناسی ارشد آغاز و به اعطای مدرک دکتری تخصصی آنالیز ریاضی منجر می‌گردد.

### هدف رشته

هدف از ایجاد دوره دکتری آنالیز ریاضی، تربیت نیروی انسانی متخصص و آشنا به آخرین دستاوردهای علمی در شاخه تخصصی آنالیز ریاضی می‌باشد که بتواند هم در راستای گسترش مرزهای دانش در این شاخه گام بردارد و هم پیش‌نیازهای لازم برای متخصصین علوم کاربردی مرتبط را فراهم نماید.

### ضرورت و اهمیت رشته

با توجه به گسترش روزافزون ریاضیات به‌ویژه آنالیز ریاضی و به‌علاوه کاربرد آن در دیگر زمینه‌های علمی و همچنین نیاز دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی کشور به متخصصین این شاخه از ریاضیات، تحقق آن ضروری و در اولویت قرار می‌گیرد.

### نقش، توانایی و شایستگی دانش‌آموختگان

دانش‌آموختگان این دوره توانایی آن را خواهند داشت که در زمینه‌های نظری مسائل مربوط به آنالیز ریاضی را حل و بحث نموده و به‌عنوان متخصص در یافتن مدل‌های ریاضی سایر رشته‌ها همکاری نمایند. به‌علاوه از دیدگاه گسترش مرزهای دانش می‌توانند به پیشبرد شاخه تخصصی خود در سطوح بین‌المللی با انتشار کارهای پژوهشی خود در این شاخه مؤثر واقع گردند.



## طول دوره و شکل نظام

مدت مجاز تحصیل در این دوره به شیوه آموزشی-پژوهشی ۸ نیمسال (۴ سال) تحصیلی می‌باشد.

## تعداد و نوع واحدها درسی

تعداد واحدهای درسی ۳۶ واحد به شرح زیر است:

واحدهای تخصصی الزامی: ۸ واحد (دانشجویان ملزم هستند حداقل دو درس را از جدول شماره ۵ (دروس مشترک کارشناسی ارشد و دکتری را که در مقطع قبل نگذرانده‌اند) اخذ نمایند).

دروس تخصصی اختیاری: ۸ واحد (دانشجویان می‌توانند این دروس را از جدول شماره ۶ اخذ نمایند).

رساله: ۲۰ واحد

دانشجویان ورودی از رشته‌های غیر مرتبط یا دانشجویانی که دروس مربوط به این رشته را در دوره کارشناسی ارشد اخذ نکرده‌اند به تشخیص گروه آموزشی لازم است به تشخیص گروه آموزشی دروس جبرانی را از جدول شماره ۳ اخذ نمایند. لازم به ذکر است واحدهای جبرانی نباید از سقف ۸ واحد بیشتر باشد.

## شرایط و ضوابط ورود به دوره

مطابق با ضوابط و مقررات وزارت علوم؛ تحقیقات و فناوری می‌باشد.







## فصل دوم

### جداول دروس



جدول ۱- دروس جبرانی کارشناسی ارشد

پیش نیاز	تعداد ساعات				تعداد واحد				نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری		
مبانی آنالیز ریاضی	۴۸	۰	۰	۴۸	۳	۰	۰	۳	آنالیز ریاضی ۱	۱
مبانی آنالیز ریاضی	۴۸	۰	۰	۴۸	۳	۰	۰	۳	توپولوژی عمومی ۱	۲
مبانی آنالیز ریاضی	۴۸	۰	۰	۴۸	۳	۰	۰	۳	توابع مختلط	۳
	۱۴۴	۰	۰	۱۴۴	۹	۰	۰	۹	جمع	

جدول ۲- دروس تخصصی کارشناسی ارشد

پیش نیاز	تعداد ساعات				تعداد واحد				نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری		
-	۴۸	۰	۰	۴۸	۳	۰	۰	۳	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری	۱
هم نیاز با نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری	۴۸	۰	۰	۴۸	۳	۰	۰	۳	مبانی آنالیز تابعی	۲
-	۳۲	۰	۰	۳۲	۲	۰	۰	۲	بنیادهای توپولوژی	۳
-	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	یک درس از سایر سرشاخه‌های ریاضیات و کاربردها	۴
	۱۹۲	۰	۰	۱۹۲	۱۲	۰	۰	۱۲	جمع	



جدول ۳- دروس اختیاری کارشناسی ارشد<sup>۱</sup>

ردیف	نام درس	تعداد واحد				تعداد ساعات			
		نظری	نظری- محاسباتی	عملی	جمع	نظری	نظری- محاسباتی	عملی	جمع
۱	آنالیز تابعی ۱	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۲	آنالیز تابعی ۲	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۳	آنالیز تابعی کاربردی	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۴	آنالیز هارمونیک	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۵	آنالیز موجک‌ها	۳	۱	۰	۴	۴۸	۱۶	۰	۶۴
۶	آنالیز حقیقی ۲	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۷	نظریه عملگرها	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۸	فضاهای تابعی	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۹	آنالیز ماتریسی	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۰	آنالیز غیر هموار	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۱	آنالیز محدب	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۲	آنالیز تابعی غیرخطی	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۳	آنالیز تغییراتی	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۴	آنالیز مختلط	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۵	توابع مختلط چند متغیره	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۶	آنالیز فوریه و پردازش سیگنال	۳	۱	۰	۴	۴۸	۱۶	۰	۷۲
۱۷	قاب‌ها در فضاهای متناهی البعد	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۸	مباحث ویژه در آنالیز *	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۹	سمینار	۲	۰	۰	۲	۳۲	۰	۰	۳۲
	<b>جمع</b>	<b>۷۲</b>	<b>۲</b>	<b>۰</b>	<b>۷۴</b>	<b>۱۱۵۲</b>	<b>۳۲</b>	<b>۰</b>	<b>۱۱۹۲</b>

۱. دانشجویان کارشناسی ارشد لازم است حداقل ۲ درس (به جز سمینار) از این جدول اخذ نمایند.



جدول ۴- دروس جبرانی دکتری

پیش نیاز	تعداد ساعات				تعداد واحد				نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری		
مبانی آنالیز تابعی	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	آنالیز تابعی ۱	۱
نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری - مبانی آنالیز تابعی	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	آنالیز هارمونیک	۲
-	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	آنالیز مختلط	۳
آنالیز تابعی ۱	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	نظریه عملگرها	۴
	۲۵۶	۰	۰	۲۵۶	۱۶	۰	۰	۱۶	جمع	

جدول ۵- دروس مشترک کارشناسی ارشد و دکتری

پیش نیاز	تعداد ساعات				تعداد واحد				نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری	جمع	عملی	نظری- محاسباتی	نظری		
آنالیز تابعی ۱ یا آنالیز حقیقی ۲	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	جبرهای باناخ	۱
آنالیز تابعی ۱ یا آنالیز حقیقی ۲	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	نظریه عملگرهای پیشرفته	۲
آنالیز تابعی ۱ یا آنالیز حقیقی ۲	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	آنالیز هارمونیک پیشرفته	۳
آنالیز هارمونیک	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	آنالیز هارمونیک کاربردی	۴
مبانی آنالیز تابعی	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	فضاهای باناخ پیشرفته	۵
آنالیز تابعی ۱	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	آنالیز تابعی غیرخطی پیشرفته	۶
آنالیز تابعی ۱ یا آنالیز تابعی غیرخطی	۶۴	۰	۰	۶۴	۴	۰	۰	۴	آنالیز مختلط پیشرفته	۷
	۴۴۸	۰	۰	۴۴۸	۲۸	۰	۰	۲۸	جمع	



جدول ۶- دروس اختیاری دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحد				تعداد ساعات			
		نظری	نظری- محاسباتی	عملی	جمع	نظری	نظری- محاسباتی	عملی	جمع
۱	قاب‌ها در فضای هیلبرت	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۲	جبرهای $C^*$ و $W^*$	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۳	فضاهای عملگری	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۴	دینامیک عملگرهای خطی	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۵	آنالیز ماتریسی پیشرفته	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۶	$C^*$ -مدول‌های هیلبرت	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۷	نظریه طیفی	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۸	نمایش‌های جبرهای $C^*$	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۹	نیم‌گروه عملگرهای خطی	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۰	جبرهای هاف فون نویمان و گروه‌های کوانتمی	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۱	میانگین پذیری جبرهای باناخ	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۲	آنالیز زمان فرکانس و پردازش سیگنال	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۳	آنالیز موجکی پیشرفته	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۴	قاب‌ها و دنباله قاب‌ها در $L^2(R)$	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۵	نظریه عملگرها در فضاهای تابعی	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۶	جبرهای یکنواخت	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۷	جبرهای تابعی باناخ	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۸	کاربردهای آنالیز موجکی	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۱۹	کاربردهای آنالیز ماتریسی	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۲۰	کاربردهای آنالیز محدب	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۲۱	برد عددی و کاربردهای آن	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
۲۲	مباحث ویژه در آنالیز ریاضی	۴	۰	۰	۴	۶۴	۰	۰	۶۴
	جمع	۸۸	۰	۰	۸۸	۱۴۰۸	۰	۰	۱۴۰۸



## فصل سوم

### سرفصل دروس



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری

عنوان درس (انگلیسی): **Measure Theory and Integration**

نوع درس: تخصصی      پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد  ندارد       پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: -

تعداد واحد: ۳      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۴۸

## اهداف درس

یادگیری مفاهیم پایه‌ای نظریه‌ای اندازه و انتگرال و فضاهای وابسته

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تسلط بر مفاهیم فضای اندازه، انواع اندازه، فضاهای تابعی وابسته و خواص آنها

## سرفصل درس

- مفاهیم نظریه اندازه از جمله سیگما-جبر
- مجموعه‌های بورل و اندازه
- اندازه بورل
- اندازه بیرونی و قضیه‌ی کاراتودوری
- ساختار اندازه لبگ روی اعداد حقیقی
- معرفی انتگرال لبگ و خواص آن
- قضیه‌های همگرایی (همگرایی یکنوا و تسلطی لبگ)
- اندازه‌ی حاصل ضربی
- قضیه فوینی\*
- اندازه حقیقی و مختلط و تجزیه‌های هان و جردن\*
- قضیه‌ی رادن-نیکودیم\*
- قضیه‌ی نمایش ریس\*
- فضاهای  $L^p$
- قضیه‌ی ریس-فیشر



• معرفی دوگان فضاهای  $L^p$

• معرفی فضای اندازه‌ها و معرفی دوگان  $C_0(X)$

موارد با \* می‌توانند بدون اثبات ارائه شوند.

### روش یاددهی - یادگیری

روش توضیحی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

### روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۲۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	-
		عملکردی: -	

### فهرست منابع

#### منابع اصلی

Folland, G. B. (1999). *Real Analysis*, J. Wiley & Sons.

Rudin, W. (1987). *Real and Complex Analysis*, McGraw-Hill.

Salamon, Dietmar A. (2016). *Measure and Integration*, European Mathematical Society.

#### منابع فرعی

Aliprantis, C.D. & Burkinshaw, O. (1998). *Principles of Real Analysis*, Academic Press.

Kubrusky, C. S. (2006). *Measure Theory, A First Course*, Academic Press.

Royden, H. L. & Fitzpatrick, P. (2010). *Real Analysis*, Pearson.

Stein, E. M. & Shakarchi, R. (2005). *Real Analysis: Measure Theory, Integration, and Hilbert Spaces*, Princeton University Press.





## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): مبانی آنالیز تابعی

عنوان درس (انگلیسی): **Basics of Functional Analysis**

نوع درس: تخصصی      پیش نیاز/هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/هم نیاز: نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری

تعداد واحد: ۳      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۴۸

## اهداف درس

آشنایی با مفاهیم بنیادین فضاهای نرم‌مدار، باناخ و هیلبرت و شناخت انواع عملگرها روی فضاهای هیلبرت

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تسلط بر مفاهیم مثال‌ها و قضایای پایه‌ای مربوط به فضاهای باناخ و هیلبرت

## سرفصل درس

- مفاهیم اولیه‌ی فضاهای باناخ
- فضای تبدیلات خطی کران‌دار
- فضای نرم‌مدار خارج‌قسمتی، دوگان فضاهای نرم‌دار
- قضیه‌های هان-باناخ، نگاشت باز\*
- گراف بسته
- کران‌داری یکنواخت و قضیه‌ی باناخ-اشتینهاوس
- الحاقی یک تبدیل خطی کران‌دار
- مفاهیم مقدماتی فضاهای هیلبرت شامل قضیه‌ی نمایش ریس، پایه‌های متعامد یکه
- فضای  $B(H)$  شامل معرفی الحاقی یک عملگر، عملگرهای تصویری، خود الحاق، مثبت و یکانی عملگرهای فشرده و عملگر فشرده‌م

## روش یاددهی - یادگیری

روش توضیحی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

## فهرست منابع

### منابع اصلی

Conway, John B. (1997). *A Course in Functional Analysis*, 2<sup>nd</sup> ed. Springer-Verlag.

Folland, G. B. (1999). *Real Analysis*, J. Wiley & Sons.

Robinson, J. C. (2020). *An Introduction to Functional Analysis*, 1<sup>st</sup> Edition, Cambridge Univ. Press.

### منابع فرعی

Kreyszig, Erwin. (1978). *Introductory Functional Analysis with Applications*, JohnWiley.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): بنیادهای توپولوژی

عنوان درس (انگلیسی): Foundations of Topology

نوع درس: تخصصی      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: هم نیاز با توپولوژی

تعداد واحد: ۲      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۳۲

## اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و بنیادی توپولوژی پایه و مفهیمی توپولوژیکی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری در درک مفاهیم توپولوژیکی

## سرفصل درس

- یادآوری مفاهیم اساسی توپولوژی
- توپولوژی حاصل ضربی
- توپولوژی خارج قسمتی
- توپولوژی ضعیف
- فشردگی موضعی، فیلترها و تورها
- یادآوری اصول جداسازی و شمارایی
- لم اوریسون\*
- قضیه تیخونوف\*
- یکنواختی‌ها و توپولوژی یکنواخت
- قضیه‌ی آسکولی-آرزا
- قضیه‌ی استون و ایراشتراس
- توپولوژی‌های روی  $C_c(X)$



## روش یاددهی - یادگیری

روش توضیحی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

## فهرست منابع

Munkres, J. R. (2000). *Topology*, 2<sup>nd</sup> Edition. Prentice Hall, Inc.

Wilansky, A. (1970). *Topology for Analysis*, Ginn and Company.



## دروس اختیاری کارشناسی ارشد

### مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): <b>آنالیز تابعی ۱</b>	
عنوان درس (انگلیسی): <b>Functional Analysis I</b>	
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز / هم نیاز: دارد ■
	ندارد □
تعداد واحد: ۴	تعداد ساعت: ۶۴

### اهداف درس

فراگیری مباحث پایه‌ای آنالیز تابعی
------------------------------------

### توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

درک مفاهیم بنیادین آنالیز تابعی و فضاهای توپولوژیک برداری
---

### سرفصل درس

<ul style="list-style-type: none"><li>• فضاهای توپولوژیک برداری</li><li>• نیم نرم‌ها و فضاهای محدب موضعی</li><li>• قضاهای با بعد متناهی</li><li>• فضاهای متریک پذیر و نرم پذیر</li><li>• فضاهای خارج قسمتی، مثال‌ها، رسته بشر</li><li>• صورت توپولوژیک قضایای نگاشت باز، باناخ اشتینهاوس و نگاشت بسته (بدون اثبات)</li><li>• قضیه هان-باناخ</li><li>• صورت‌های هندسی و نتایج آن</li><li>• توپولوژی‌های ضعیف و ضعیف*</li><li>• همگرایی در این توپولوژی‌ها</li><li>• قضیه باناخ آلاگلو و کرین میلمن (بدون اثبات)</li><li>• مقدمه جبرهای باناخ، معکوس پذیری، ایده آل‌ها و رادیکال‌ها، طیف و شعاع طیفی، حسابان تابعی تحلیلی</li></ul>
---



- جبرهای باناخ جابجایی
- مشخصه‌ها و قضیه نمایش گلفند.

### روش یاددهی - یادگیری

روش توضیحی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

### روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۳۰	نوشتاری یا شفاهی: ٪۵۰	-
		عملکردی: -	

### فهرست منابع

#### منابع اصلی

Conway, J. B. (1990). *A Course in Functional Analysis*, 2<sup>nd</sup> Edition. Graduate Texts in Mathematics, 96. Springer-Verlag, New York.

Rudin, W. (1991). *Functional Analysis*, 2<sup>nd</sup> Edition. International Series in Pure and Applied Mathematics. McGraw-Hill, Inc, New York.

Voigt, J. (2020). *A Course on Topological Vector Spaces*, Compact Textbooks in Mathematics. Birkhäuser/Springer, Cham.

#### منابع فرعی

Kadison, R. V. & Ringrose, J. R. (1983). *Fundamentals of the Theory of Operator Algebras*, Vol. I. Elementary theory, Pure and Applied Mathematics, 100, Academic Press, Inc, New York.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز تابعی ۲**

عنوان درس (انگلیسی): **Functional Analysis II**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: آنالیز تابعی ۱

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری-      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

فراگیری برخی مفاهیم پیشرفته‌ی آنالیز تابعی

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

شناخت انواع توپولوژی و برخی فضاها‌ی مورد نیاز در آنالیز تابعی

## سرفصل درس

- مقدمه‌ای در توپولوژی‌های ضعیف و ضعیف\* روی فضاها‌ی باناخ و دوگان آن
- جدا پذیری و متریک پذیری توپولوژی ضعیف\*
- دسته‌بندی فضاها‌ی انعکاسی
- فضای  $C(X)$
- قضیه استون و ایراشتراس و نتایج آن و دوگان  $C(X)$
- قضیه نقطه ثابت شودر
- قضیه نقطه ثابت مارکوف کاکوتانی

## روش یاددهی - یادگیری

روش توضیحی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

## روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۲۰	%۳۰	نوشتاری یا شفاهی: %۵۰	-
		عملکردی: -	



Conway, J. B. (1990). *A Course in Functional Analysis*. 2<sup>nd</sup> Ed. Graduate Texts in Mathematics, 96. Springer-Verlag, New York.

Robinson, J. (2020). *An Introduction to Functional Analysis*, Cambridge University Press.

Schechter, M. (2002). *Principles of Functional Analysis*, 2<sup>nd</sup> Ed. Graduate Studies in Mathematics, 36. American Mathematical Society, Providence, RI.





## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز تابعی کاربردی**

عنوان درس (انگلیسی): **Applied Functional Analysis**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: مبانی آنالیز تابعی

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با فضاهای باناخ، فضاهای هیلبرت، توزیع‌ها، فضاهای سوبولف و جواب‌های ضعیف معادلات دیفرانسیل

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

درک کاربردهای مختلف آنالیز تابعی

## سرفصل درس

- فضاهای باناخ: تعریف فضای باناخ و مثال‌هایی از فضاهای توابع پیوسته و ضعیف و ضعیف-ستاره، فضاهای بازتابی، فضای توابع پیوسته کراندار، قضیه تقریب اشتون-وایراشتراس، قضیه فشردگی آسکولی
- عملگرهای خطی کراندار: اصل کران‌داری یکنواخت، قضیه نگاشت باز، عملگرهای الحاقی، عملگرهای فشردده
- فضاهای هیلبرت: فضای ضرب داخلی، تصویر متعامد، قضیه ریس، متعامدسازی، عملگرهای معین مثبت، همگرایی ضعیف، عملگرهای فشردده و عملگرهای الحاقی روی فضای هیلبرت
- توزیع‌ها: توابع تست و تعریف توزیع، محمل توزیع، پیچش توابع و توزیع‌ها، جواب‌های اساسی، فضای شوارتس، تبدیل فوریه در  $L^1$  و  $L^2$  فوریه معکوس
- فضاهای سوبولف: تعریف فضاهای سوبولف، تقریب با توابع هموار، قضایای توسیع، قضایای جانشانی، قضایای فشردگی، فضاهای دوگان، تعریف فضاهای سوبولف با تبدیل فوریه، فضاهای سوبولف کسری، قضیه اثر
- جواب‌های ضعیف: مسائل تغییراتی، مثال از معادلات بیضوی، منظمی جواب‌های ضعیف، روش گلرکین، قضیه لکس - میلگرام، اصل ماکزیمم، مسائل مقدار ویژه
- نیم‌گروه‌ها: عملگرهای خطی بیکران، نگاشت نمایی، قضیه هیله - یوشیدا، مثال از معادلات گرما و موج و شرودینگر و غیره



## روش یاددهی - یادگیری

روش توضیحی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

## فهرست منابع

### منابع اصلی

Atkinson, K. & Han, W. (2009). *Theoretical Numerical Analysis. A Functional Analysis Framework*, 3rd Edition, Springer.

Aubin, J. P. (2000). *Applied Functional Analysis*, 2nd Edition, Pure and Applied Mathematics. Wiley-Interscience, New York.

Bressan, A. (2013). *Lecture Notes on Functional Analysis with Applications to Linear Partial Differential Equations*, American Mathematical Society.

Brezis, H. (2011). *Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations*, Springer.

Demkowicz, L. F. & Tinsley, O. J. (2010). *Applied Functional Analysis*, 2nd Edition, CRC Press, Boca Raton, FL.

### منابع فرعی

Kesavan, S. (1989). *Topics in Functional Analysis*, New Age International (P) Ltd.

Milan, M. (1998). *Applied Functional Analysis and Partial Differential Equations*, World Scientific Publishing Co. Inc, River Edge, NJ.

Zeidler, E. (1995). *Applied Functional Analysis. Main Principles and their Applications*, Applied Mathematical Sciences, 109, Springer-Verlag, New York.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز هارمونیک**

عنوان درس (انگلیسی): **Harmonic Analysis**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری

و مبانی آنالیز تابعی

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

بررسی و مطالعه مفاهیم آنالیز هارمونیک به ویژه نظریه گروه‌های توپولوژی، نمایش‌ها و جبرهای پیچشی و اندازه‌ها روی گروه‌های توپولوژیک

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

شناخت مفاهیم پایه‌ی گروه‌های توپولوژیک

## سرفصل درس

- نظریه گروه‌های توپولوژیک
- وجود اندازه‌ی هار روی گروه‌های توپولوژیک موضع فشرده، تابع مدولی، پیچش و جبر پیچشی  $L^1(G)$
- وجود همانی تقریبی کراندار روی این جبر و ایدال‌های آن
- جبر پیچشی اندازه‌ها روی گروه توپولوژیک،  $M(G)$ ، ارتباط آن با  $L^1(G)$
- تبدیل فوریه و گروه دوگان
- نمایش‌های یکانی و تابع‌های از نوع مثبت
- قضیه‌ی دوگانی پونترآگین و عکس تبدیل فوریه

## روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	۳۰٪	۲۰٪

## فهرست منابع

### منابع اصلی

Deitmar, A. & Echterhoff, S. (2016). *Principles of Harmonic Analysis*, Springer.

Folland, G. B. (1995). *A Course in Abstract Harmonic Analysis*, CRC Press.

Hewitt, E. & Ross, K. A. (1963). *Abstract Harmonic Analysis*, Vol I, II, Springer-Verlag.

### منابع فرعی

Kaniuth, E. (2009). *A Course in Commutative Banach Algebras*, Springer-Verlag New York.

Reitter, H. & Stegeman, J. D. (2000). *Classical Harmonic Analysis and Locally Compact Groups*, London Mathematical Society.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز موجک‌ها**

عنوان درس (انگلیسی): **Wavelet Analysis**

نوع درس: اختیاری      پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ■      ندارد □

پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: نظریه‌ی اندازه

و انتگرال گیری و مبانی آنالیز تابعی

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: ۳ واحد نظری - ۱ واحد نظری - محاسباتی      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با نظریه موجک و کاربردهای آن

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

شناخت موجک‌ها و تبدیلات موجکی

## سرفصل درس

- مروری بر فضاهاى هیلبرت و پایه‌های متعامد یکه
- عملگرهای روی فضاهاى هیلبرت
- مقدمه‌ای بر آنالیز فوریه (قضایای پلانچرل و معکوس فوریه)
- نرم‌افزار متلب در آنالیز فوری
- مقدمه‌ای بر قاب‌ها و عملگرهای آن
- سیستم‌ها و قاب‌های گابور، تبدیل زاك، کاربردها و نرم‌افزار متلب
- تبدیلات موجک (پیوسته و گسسته)
- قاب‌های موجکی، کاربردها و نرم‌افزار، متلب (جعبه‌ابزار موجک در متلب)
- آنالیز چند ریزه‌ساز، ساختن موجک، مثال‌ها (موجک هار)، کاربردها (با متلب)

## روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

## تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه

نرم افزار ریاضی MATLAB

## فهرست منابع

### منابع اصلی

Christinsen, O. (2016). *An Introduction to Frames and Riesz Bass*, Second ed, Springer-Verlag.

Debnath, L. (2001). *Wavelet Transforms and Their Applications*, Birkhauser.

Grochenig, K. (2001). *Foundations of Time Frequency Analysis*, Birkhauser.

Mallat, S. (2009). *A Wavelet Tour of Signal Processing*, Elsevier Inc.

### منابع فرعی

Heil C.E. & Walnut, D.F. (1989). *Continuous and discrete wavelet transforms*, SIAM Review, 31, 628-666.

Hong, D.; Wang J. & Gardner, R. (2005). *Real Analysis with an Introduction to Wavelets and Applications*, Elsevier Inc.

Walker, J.S. (2008). *A Primer on Wavelets and Their Scientific Applications*, Chapman and Hall/CRC.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز حقیقی ۲**

عنوان درس (انگلیسی): **Real Analysis II**

نوع درس: اختیاری    پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ■    ندارد □    پیش‌نیاز / هم‌نیاز: نظریه‌ی اندازه و انتگرال‌گیری و

مبانی آنالیز تابعی

تعداد واحد: ۴

نوع واحد: نظری

## اهداف درس

آشنایی با مفاهیم تکمیلی آنالیز حقیقی، نظریه اندازه‌های مختلط و علامت‌دار، قضیه نمایش ریس و دوگان‌های برخی فضاهاى باناخ

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری وابسته به مفاهیم پیشرفته‌ی آنالیز حقیقی موردنیاز در دروس پیشرفته‌ی آنالیز

## سرفصل درس

- اندازه‌های مختلط و علامت‌دار
- تغییرات کل
- انتگرال‌پذیری
- قضیه تجزیه هان و جردن
- توابع انتگرال‌پذیر نسبت به اندازه‌های علامت‌دار
- پیوستگی مطلق
- قضیه رادون نیکودیم
- دوگان فضای  $L^p(\mu)$  اندازه حاصل‌ضربی
- قضایای فوبینی و تونلی
- قضیه‌های نمایش ریس
- دوگان فضای  $C_0(X)$



• آشنایی با انواع همگرایی دنباله‌ی توابع از جمله همگرایی در اندازه

### روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

### روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۲۰	%۳۰	نوشتاری یا شفاهی: %۵۰	-
		عملکردی: -	

### فهرست منابع

#### منابع اصلی

Folland, G. B. (2013). *Real Analysis, Modern Techniques and Their Applications*, John Wiley & Sons.

Rudin, W. (1986). *Real and Complex Analysis*, McGraw-Hill.

#### منابع فرعی

Hewitt, E. & Stromberg, K. (1965). *Real and Abstract Analysis*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.





## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه عملگرها

عنوان درس (انگلیسی): Operator Theory

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز / هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز / هم نیاز: آنالیز تابعی ۱

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

فراگیری مباحث مربوط به عملگرهای روی فضاهای باناخ و هیلبرت

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری دانشجویان در مورد عملگرهای روی فضاهای باناخ و هیلبرت

## سرفصل درس

- جبرهای باناخ  $B(X)$
- عملگرهای فشرده و فشرده ضعیف
- عملگرهای فرد هولم
- طیف عملگرهای فشرده
- الحاق عملگرها روی فضاهای باناخ و الحاق عملگرهای فشرده
- فضای  $B(H)$  و جبرهای  $C^*$
- حسابان تابعی و حسابان طیفی برای عملگرهای نرمال
- تابعک‌های خطی مثبت
- نگاشت‌های مثبت

## روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	۳۰٪	۲۰٪

## فهرست منابع

Kadison, R. V. & Ringrose, J. R. (1983). *Fundamentals of the theory of operator algebras*. Vol. I. Elementary theory. Pure and Applied Mathematics, 100. Academic Press, Inc, New York.

Murphy, G. J. (1990). *C\*-algebras and operator theory*. Academic Press, Inc, Boston, MA.

Muscat, J. (2014). *Functional analysis. An introduction to metric spaces, Hilbert spaces, and Banach algebras*, Springer, Cham.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): فضاهای تابعی

عنوان درس (انگلیسی): Function Spaces

نوع درس: اختیاری      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: مبانی آنالیز تابعی و نظریه‌ی

اندازه و انتگرال گیری

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با مفاهیمی چون اندازه‌های برداری، انتگرال بوخنر و خاصیت رادون-نیکودیم و بررسی ویژگی‌های هندسی فضاهای تابعی

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری در زمینه فضاهای تابعی و برخی خواص آن‌ها

## سرفصل درس

- اندازه‌های برداری
- انتگرال بوخنر
- انتگرال پتیس
- قضایای تحلیلی رادون-نیکودیم و عملگرها بر  $L^1(\mu)$
- خاصیت رادون-نیکودیم، دوگان فضای  $L^p(\mu, X)$
- فضاهای گلفاند
- نمایش عملگرهای فشرده و ضعیف فشرده بین فضای توابع پیوسته
- نمایش عملگرهای مطلقاً جمع‌پذیر بین فضای توابع
- قضیه کرین-میلن، خاصیت کرین-میلن و خاصیت رادون-نیکودیم

## روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	۳۰٪	۲۰٪

## فهرست منابع

Diestel, J. & Uhl. Jr, J. J. (1977). *Vector Measures*, AMS.

Diestel, J. & Jarchow, H. & Tonge, A. (1995). *Absolutely Summing Operator*, Cambridge University Press.

Fleming, R. J. & Jamison, J. E. (2008). *Isometries on Banach spaces: function spaces*. Chapman & Hall, Vol.I & II.

Singh, R. K. & Manhas, J. S. (1993). *Composition Operators on Functions Spaces*, North-Holland.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز ماتریسی**

عنوان درس (انگلیسی): **Matrix Analysis**

نوع درس: اختیاری      پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: مبانی آنالیز تابعی

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با انواع ماتریس‌ها و خواص آنالیزی برخی مجموعه‌های خاص از آن‌ها و همچنین تجزیه‌های ماتریسی

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری دانشجویان در خصوص ماتریس‌ها، خواص آن‌ها، تجزیه‌های آن‌ها و برخی نامساوی‌های ماتریسی

## سرفصل درس

- تجزیه‌های ماتریسی
- تجزیه SVD
- تجزیه شور
- تجزیه بالا مثلثی
- ماتریس‌های نرمال
- هرمیتی و مثبت
- توابع ماتریسی
- میانگین‌های ماتریسی
- نامساوی‌های ماتریسی و نامساوی‌های مقادیر ویژه
- نرم‌های ماتریسی، نرم‌های یکانی پایا، نامساوی‌های نرمی

## روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ.



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	۳۰٪	۲۰٪

## فهرست منابع

Bhatia, R. (1997). *Matrix analysis*. Graduate Texts in Mathematics, 169. Springer-Verlag, New York.

Hiai, F. & Petz, D. (2014). *Introduction to matrix analysis and applications*. Universitext. Springer, Cham; Hindustan Book Agency, New Delhi.

Zhang, F. (2011). *Matrix theory. Basic results and techniques*, 2<sup>nd</sup> Edition. Universitext. Springer, New York.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز غیر هموار**

عنوان درس (انگلیسی): **Nonsmooth Analysis**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

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

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

درک روش‌های پیشرفته مربوط به تحلیل‌های چندمتغیره گسسته در تحقیقات کاربردی

## سرفصل درس

- مثال‌هایی از مسائل غیر هموار
- مخروط‌های نرمال، تقریبی
- زیر گرادیان تقریبی، زیر گرادیان کلارک و زیر گرادیان حدی
- قوانین جمع
- زنجیره‌ای و ترکیب مربوط به زیر گرادیان تقریبی و بقیه زیر گرادیان‌ها
- مخروط‌های مماس و خواص آن‌ها
- توابع منظم و مجموعه‌های منظم
- مسائل بهینه‌سازی مقید غیر هموار، قضیه حل‌پذیری
- معادلات شمولی در نظریه کنترل و روش حل آن‌ها
- فیدبک
- پایایی سیستم‌های کنترل
- نقطه تعادل در مسائل کنترل



## روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

## فهرست منابع

Clarke, F. H. & Ledyaev, Yu. S. & Stern, R. J. & Wolenski, P. R. (1998). *Nonsmooth Analysis and Control Theory*, Graduate Texts in Mathematics 178, Springer, NY.

Clarke, F. H. (1983). *Optimization and Nonsmooth Analysis*, Wiley Interscience, New York.

Schirotzek, W. (2007). *Nonsmooth Analysis*, Springer, NY.





## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز محدب**

عنوان درس (انگلیسی): **Convex Analysis**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: نظریه‌ی اندازه و

انتگرال گیری و مبانی آنالیز تابعی

تعداد ساعت: ۶۴

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۴

## اهداف درس

مطالعه و بررسی مفاهیم اصلی آنالیز محدب که در نظریه بهینه‌سازی و آنالیز تابعی

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در حل مسائل نظری و کاربردی

## سرفصل درس

- 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 چندوجهی
- قضیه هلی و دستگاه نابرابری‌ها
- یکنوایی زیر گرادیان



## روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

## فهرست منابع

Borwein J. M. & Lewis, A. S. (2000). *Convex Analysis and Nonlinear Optimization Theory and Examples*, Springer.

Rockafelar, R. T. (1972). *Convex Analysis*, Princeton, N. J.

Zalinescu, C. (2002). *Convex Analysis in General Vector spaces*, World Scientific.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز تابعی غیر خطی**

عنوان درس (انگلیسی): **Nonlinear Functional Analysis**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: مبانی آنالیز تابعی و نظریه‌ی

اندازه و انتگرال گیری

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

معرفی مزدوج توابع و کاربردهای آن در زیر دیفرانسیل توابع و خواص زیر دیفرانسیل و کاربرد آن در بهینه‌سازی و مسائل مینیماکس

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در کاربردهای آنالیز تابعی

## سرفصل درس

- نابرابری‌های تغییراتی اکلند و قضیه نقطه ثابت کارستی
- مزدوج توابع و خواص آن‌ها
- حساب زیر دیفرانسیل مخروط‌های نرمال و مماس
- خواص جواب‌ها از مسائل مینیمم‌سازی محدب، گرادیان و زیر گرادیان تعمیم یافته از توابع موضعاً محدب
- مخروط نرمال و مماس زیر مجموعه‌های دلخواه
- قضیه کی فن - فون نیومن
- بررسی جواب معادلات غیر خطی،
- نابرابری‌های تغییراتی و شبه نابرابری‌های تغییراتی
- مدل فون نیومن
- قضیه پرون، فروبینوس و پوشائی
- M-ماتریس



• قضیه‌ی KKM و ارتباط آن با قضیه نقطه ثابت برائت

### روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

### روش ارزیابی

ارزشیایی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۲۰	%۳۰	نوشتاری یا شفاهی: %۵۰	-
		عملکردی: -	

### فهرست منابع

Aubin, J. P. (1998). *Optima and Equilibria, An Introduction to Nonlinear Analysis*, Springer.

Border, K. C. (1985). *Fixed Point Theorems with Applications to Economics and Game Theory*, Cambridge University Press.

Klaus, D. (1985). *Nonlinear Functional Analysis*, Springer.

Takahashi, W. (2000). *Nonlinear Functional Analysis*, Yokohama Pub.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز تغییراتی**

عنوان درس (انگلیسی): **Variational Analysis**

نوع درس: اختیاری  
پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □  
پیش نیاز/ هم نیاز: آنالیز محدب  
تعداد واحد: ۴  
نوع واحد: نظری  
تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

بررسی نظریه اصول تغییراتی و کاربردهای آن

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در مباحث اصول تغییراتی و برخی کاربردهای آن

## سرفصل درس

- اصول تغییراتی اکلند
- فرم‌های هندسی اصول تغییراتی کاربرد اصول تغییراتی در قضایای نقطه ثابت
- اصول تغییراتی بوروین پرایس
- تکنیک‌های تغییراتی در نظریه زیر دیفرانسیل
- قضایای میانگین و کاربردهای آن
- قوانین زنجیره‌ای و توابع لیاپانوف
- دیفرانسیل‌های تعمیم یافته در فضاها با ناخ
- زیر دیفرانسیل توابع مجموعه مقدار
- تکنیک‌های تغییراتی در آنالیز محدب
- اصل فرین در آنالیز تغییراتی

## روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

## فهرست منابع

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



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز مختلط**

عنوان درس (انگلیسی): **Complex Analysis**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز / هم نیاز: دارد       ندارد       پیش نیاز / هم نیاز: -

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

بررسی قضایای بنیادی مربوط به نظریه توابع مختلط

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری دانشجویان در مباحث پیشرفته‌ی آنالیز هارمونیک

## سرفصل درس

- توابع تحلیلی و سری‌های توانی
- قضیه کشی در حالت کلی
- فرمول انتگرال کوشی
- توابع تام و برخه ریخت
- قضیه آدامار
- رویه‌های ریمانی
- نگاشت‌های هم‌مدیس
- قضیه نگاشت باز، مانده و کاربردهای آن
- اصل ماکزیمم قدر مطلق
- قضیه نگاشت ریمن
- توابع ویراشتراوس
- قضایای پیکار
- قضیه بلاک، قضیه رونگه، قضیه میتاگ لفلر



- توابع همساز. اصل بازتابی شوارتس - قضیه روشه - لم شو ارتس - کریستوفل - خانواده‌های نرمال و فشردگی - قضیه مانتل - قضیه حاصل ضرب و ایرشتراس - تابع زتای ریمان

### روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

### روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۲۰	%۳۰	نوشتاری یا شفاهی: %۵۰	-
		عملکردی: -	

### فهرست منابع

Conway, B. (1978). *Functions of One Complex Variable*, Second Edition, Springer-Verlag.

Gamelin, T. W. (2000). *Complex Analysis*, Springer.

Krantz, S. G. (2008). *A Guide to Complex Variables*, MAA.

Narasimhan, R. & Nievergelt, Y. (2001). *Complex Analysis in One Variable*, 2<sup>nd</sup> Edition, Birkhäuser.

Rudin, W. (1974). *Real and Complex Analysis*, McGraw-Hill.





## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): توابع مختلط چند متغیره

عنوان درس (انگلیسی): Complex Functions of Several Variables

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: آنالیز مختلط

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

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

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری دانشجویان درباره‌ی خواص توابع مختلط چند متغیره

## سرفصل درس

- هندسه مختلط
- فرم‌های هرمیتی و حاصل ضرب‌های داخلی
- دامنه‌های رینهارد
- سری‌های توانی (چند متغیره)
- نگاشته‌های دیفرانسیل پذیر مختلط
- توابع هلمولر فیک
- فرمول انتگرال کشی (چند متغیره) شکل هارتوژ
- معادلات کشی ریمان
- ژاکوبین مختلط
- قضایای نگاشت وارون و پیوستگی
- توابع هارمونیک و چند زیر هارمونیک و خواص آن‌ها
- شبه تحذب، تحذب هلمولر فیک و قضیه کارتان تولن
- دامنه‌های هلمولر فیک، دامنه‌های ریمانی روی، پوش هلمولر فیک



- قضیه آماده‌سازی و ایراشتراوس
- مجموعه‌های تحلیلی و پوشش‌های شاخه شده

### روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

### روش ارزیابی

ارزیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۳۰	نوشتاری یا شفاهی: ٪۵۰ عملکردی: -	-

### فهرست منابع

Fritzsche, F. & Grauert, H. (2002). *From Holomorphic Functions to Complex Manifolds*, Springer-Verlag.

Gunning, R. C. (1990). *Introduction to Holomorphic Functions of Several Variables*, Vol I, II. Wadsworth Brooks Cole .

Kaup, L. & Kaup, B. (1983). *Holomorphic Functions of Several Variables*, Walter de Gruyter.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز فوریه و پردازش سیگنال**

عنوان درس (انگلیسی): **Fourier Analysis and Signal Processing**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: نظریه‌ی اندازه

و انتگرال گیری و مبانی آنالیز تابعی

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: ۳ واحد نظری ۱ واحد نظری محاسباتی      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی نظری با آنالیز فوریه و کاربردهای عملی آن در پردازش سیگنال و تصویر

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در آنالیز فوریه و پردازش سیگنال‌ها

## سرفصل درس

- معرفی سیگنال و سیستم‌های تحت انتقال (زمان) پایا
- سری فوریه و تبدیل فوریه روی دستگاه اعداد حقیقی
- تبدیل فوریه سریع و بسته‌ی تبدیل فوریه در نرم‌افزار متلب
- قضایای نمونه‌گزینی و پدیده گیس
- پردازش سیگنال و تصویر
- نرم‌افزار متلب در پردازش سیگنال و تصویر

## روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	



منابع اصلی

Chitode, J. S. (2009). *Signals and systems*, Technical Publishings Pune.

Folland, G. B. (1992). *Fourier Analysis*, American Mathematical Society.

Mallat, S. (2009). *A Wavelet Tour of Signal Processing*, Elsevier.

Oppenheim, V. & Willsky, A. S. & Nawab, S. H. (1997). *Signals and systems*, Prentice Hall.

منابع فرعی

Folland, G. B. (2013). *Real Analysis: Modern Techniques and Their Applications*, John Wiley & Sons.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): قاب‌ها در فضاهای متناهی البعد

عنوان درس (انگلیسی): **Frames in Finite Dimensional Spaces**

نوع درس: اختیاری      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: مبانی آنالیز تابعی

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با مفاهیم اساسی قاب‌ها در فضای متناهی و کاربردهای آن‌ها

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری دانشجویان در نظریه قاب‌ها در فضای متناهی البعد و شناخت کاربردهای آن

## سرفصل درس

- مروری بر نظریه‌ی عملگرها در فضاهای از بعد متناهی نظیر معکوس مور-پنروز عملگرها، ریشه‌ی دوم عملگر، تابک اثر و قضیه‌ی طیفی
- مفهوم قاب و عملگرهای نظیر آن
- قاب‌ها و ماتریس‌ها
- پتانسیل قاب
- الگوریتم‌های عددی
- قاب‌ها در صفحه
- اتساع قاب‌ها
- دوگان قاب و قاب‌های متعامد
- قاب‌های مجزا
- تجزیه‌های عملگر قاب
- قاب‌های همساز، قاب‌های گروه
- قضیه‌های راد-هورن و کاربردها
- قاب‌های گابور در فضای متناهی البعد



- نمونه‌گزینی و نمونه‌گزینی در فضاهای از بعد متناهی
- کاربردی از نمونه‌گزینی در پردازش سیگنال

### روش یاددهی - یادگیری

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

### روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۳۰	نوشتاری یا شفاهی: ٪۵۰ عملکردی: -	-

### فهرست منابع

#### منابع اصلی

Casazza, H. & Kutynniok, P. G. (2013). *Finite Frames, Theory and Applications*, Springer.

Han, D. & Kornelson, K. & Larson, D. & Weber, E. (2007). *Frames for Undergraduates*, American Mathematical Society.

#### منابع فرعی

Christinsen, O. (2016). *An Introduction to Frames and Riesz Basis*, 2<sup>nd</sup> Edition, Springer.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **مباحث ویژه در آنالیز**

عنوان درس (انگلیسی): **Special Topics in Mathematical Analysis**

نوع درس: اختیاری      پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد  ندارد       پیش‌نیاز / هم‌نیاز: -

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

در این درس مباحث جدید آنالیز و در مرزهای دانش آموزش داده می‌شود.

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- توانایی به کار بردن روش‌ها و تکنیک‌های جدید در حوزه آنالیز

## سرفصل درس:

این درس در هر ترم بر اساس پیشنهاد اعضای گروه یک یا دو مبحث جدید و پیشرفته به صورت ویژه به دانشجویان آموزش داده می‌شود. سرفصل درس از سوی پیشنهاددهنده در ابتدای هر ترم بعد از تأیید شورای آموزشی گروه به دانشجویان ارائه می‌شود. استاد مربوطه موظف است دو ماه قبل از شروع نیمسال، طرح درس را در جلسه شورای تحصیلات تکمیلی ارائه و به تصویب رساند.

طبعاً این درس در سال‌های آتی با نام خاص خود ارائه خواهد شد و در لیست جدول دروس اختیاری قرار خواهد گرفت.

## روش یاددهی - یادگیری

نظر گروه



## دروس مشترک کارشناسی ارشد و دکتری

### مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): <b>جبرهای باناخ</b>	
عنوان درس (انگلیسی): <b>Banach Algebras</b>	
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □
تعداد واحد: ۴	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۶۴	

### اهداف درس

آشنایی با مفاهیم پیشرفته مربوط به نظریه جبرهای باناخ

### توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

توان شناخت مفاهیم پیشرفته‌ی در جبرهای باناخ

### سرفصل درس

- جبرهای نرم دار و جبرهای باناخ
- عناصر وارون‌پذیر
- طیف، شعاع طیفی و قضیه‌های مربوط، نرم‌های معادل، یک‌همانی تقریبی، قضیه تجزیه کوهن
- انتگرال برداری مقدار و حساب تابعی یک متغیره تحلیل
- قضیه نگاش طیفی
- جبرهای باناخ جابه‌جایی
- جبرهای توابع پیوسته
- جبرهای باناخ سری‌های توانی
- هم‌ریختی‌ها، ایده آل‌ها، فضای ایده‌آل بیشین، رادیکال، تبدیل و نمایش گلفاند
- پیوستگی خودکار هم‌ریختی‌ها
- جبرهای باناخ با برگشت
- مقدماتی از  $C^*$  جبرها، جبرهای - خارج‌قسمتی، جبرهای باناخ نیم ساده، نظریه نمایش





- لم رنسفورد و قضیه یکتایی نرم جانسون و تعمیم آن
- قضیه بنیادی کراننداری
- ضرب تانسوری جبرهای باناخ، مدولهای یک جبر باناخ و نظریه نمایش
- اشتقاقهای پیوسته و ناپیوسته، اشتقاقهای درونی
- میانگین پذیری روی جبرهای باناخ

### روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

### روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	۳۰٪	۲۰٪

### فهرست منابع

#### منابع اصلی

Bonsall F. F. & Duncan, J. (1973). *Complete normed algebras*, Springer-Verlag.

Dales, G. H. et.al. (2003). *Introduction to Banach algebras, Operators and Harmonic Analysis*, Cambridge University Press.

#### منابع فرعی

Allan, G. R. (2011). *Introduction to Banach Spaces and Algebras*, Oxford Graduate Texts in Mathematics, Oxford University Press.

Aupetit, B. (1991). *A Primer on Spectral Theory*, Springer-Verlag.

Dales, H. G. (2000). *Banach Algebras and Automatic Continuity*, Oxford University Press, Clarendon Press.

Kaniuth, E. (2009). *A Course in Commutative Banach Algebras*, Springer.

Palmer, T. W. (Vol. 1, 1994 and Vol. 2, 2001). *Banach Algebras and The General Theory of \*-Algebras*, Cambridge University Press (Encyclopedia of Mathematics and its Applications).

Zelazko, W. (1973). *Banach Algebras*, Elsevier Publishing Company.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه عملگرهای پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Operator Theory**

نوع درس: تخصصی      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: نظریه عملگرها / آنالیز تابعی ۱

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با مفاهیم پیشرفته‌تر نظریه عملگرها به گونه‌ای که آمادگی لازم برای پژوهش در این شاخه فراهم گردد.

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری در مباحث پیشرفته‌ی نظریه‌ی عملگرها

## سرفصل درس

- نمایش جبرهای  $C^*$  و ساختار گلفاند-نیمارک-سگال
- حسابان تابعی برای عملگرهای نرمال
- نظریه طیفی و طیفی موضعی
- قضیه طیفی برای عملگرهای فشرده نرمال، عملگرهای طیفی، عملگرهای تجزیه پذیر، عملگرهای زیر نرمال، عملگرهای شبه نرمال، عملگرهای شیفت، شیفت و زندهار و توئیپلیتز
- قضیه چگالی کاپلانسکی
- قضیه با لا = پایین پدرسن
- انعکاس
- عملگرهای بیکران و خواص اساسی آنها
- طیف تیلور و طیف اساسی تیلور

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	۳۰٪	۲۰٪

## فهرست منابع

منابع اصلی
Conway, J.B. (2000). <i>A Course in Operator Theory</i> , AMS.
Murphy, G.J. (1990). <i>C*-Algebras and Operator Theory</i> , Academic Press.
منابع فرعی
Conway, J.B. (1990). <i>A Course in Functional Analysis</i> , 2 <sup>nd</sup> Edition, Springer.
Kadison R.V. & Ringrose, J.R. (1983). <i>Fundamentals of the Theory of Operator Algebras</i> , Volume I, Academic Press.
Kubrusly, C.S. (2001). <i>Elements of Operator Theory</i> , Birkhauser.
Muller, V. (2007). <i>Spectral Theory of Linear Operators</i> , Birkhauser.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز هارمونیک پیشرفته**

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Harmonic Analysis**

نوع درس: تخصصی      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: آنالیز تابعی ۱ یا آنالیز حقیقی ۲

تعداد واحد: ۴

نوع واحد: نظری

## اهداف درس

آشنایی با مباحث پیشرفته آنالیز هارمونیک

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش آنالیز هارمونیک در سطح پیشرفته

## سرفصل درس

- مطالعه جبرهای باناخ روی گروه‌های فشرده موضعی، نظیر جبر پیچشی  $L^1(G)$ ، جبر اندازه‌ها  $M(G)$ ، جبر توابع پیوسته یکنواخت چپ  $LUC(G)$ ، جبر توابع تقریباً دوره‌ای ضعیف  $WAP(G)$
- آنالیز روی گروه‌های موضعاً فشرده آبلی: گروه دوگان، قضیه دوگانی پونتریاگین و نمایش‌ها، تبدیل فوریه، ایده آل‌های بسته در  $L^1(G)$ ، ترکیب طیفی، فشرده‌سازهای گروهی، فشرده‌سازی بور
- آنالیز روی گروه‌های فشرده: نمایش گروه‌های فشرده، قضیه‌های پیتروایل، آنالیز فوریه روی گروه‌های فشرده
- ساختار  $G/H$  و نمایش القایی، اندازه‌های  $G$ -ناوردار روی  $G/H$ ، مقدمه ماتین مکی
- مباحثی پیشرفته در نظریه نمایش:  $C^*$ -جبر گروهی، ساختار دوگان، حاصل ضرب تانسوری، قضیه پلانشرل، جبرهای فوریه و فوریه-استیلتیس، جبرهای فون نویمان گروهی

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	۳۰٪	۲۰٪

## فهرست منابع

### منابع اصلی

Folland, G.B. (1995). *A Course in Abstract Harmonic Analysis*, CRC Press .

Hewitt, H. & Ross, K.A. (1963). *Abstract Harmonic Analysis*, Vol I, II, Springer-Verlag .

### منابع فرعی

Dales, H.G. (2000). *Banach Algebras and Automatic Continuity*, Oxford University Press .

Palmer, T.W. (Vol I, II, 1994, 2001). *Banach Algebras and the General Theory of \*-Algebras*.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز هارمونیک کاربردی**

عنوان درس (انگلیسی): **Applied Harmonic Analysis**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: آنالیز هارمونیک

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

بررسی کاربردهای مهم و اساسی آنالیز هارمونیک در شاخه‌های کاربردی از جمله پردازش سیگنال، پردازش تصویر و آنالیز عددی

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در شناخت برخی کاربردهای آنالیز هارمونیک

## سرفصل درس

- مروری سریع بر مفاهیم آنالیز هارمونیک (نظیر گروه‌های توپولوژیک فشرده موضعی، اندازه هار، نظریه نمایش گروه‌ها و غیره)
- تبدیلات فوریه، سری فوریه، تبدیلات فوریه گسسته
- تبدیلات سینوسی و کسینوسی گسسته
- قضایای نمونه‌گیری
- نظریه قاب، قاب‌های فوریه پنجره‌ای
- قاب موجک، موجک هار، موجک‌های شانن - لیتلود - پیلی
- پایه‌های موجک و چند ریزه‌ساز
- تبدیل موجک گسسته تبدیلات والش
- تبدیل بسته موجک گسسته
- تبدیل موجک گسسته جعبه‌ای
- کاربرد در فشرده‌سازی و تقریب تصویر



## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

## فهرست منابع

### منابع اصلی

Briggs, W. L. & Henson, V. L. (1995). *The DFT: An Owner's Manual for the Discrete Fourier Transform*, SIAM.

Daubechies, I. (1992). *Ten Lectures on Wavelets*.

Folland, G. B. (1992). *Fourier Analysis and its Applications*.

Foucart, S. & Rauhut, H. (2013). *A Mathematical Introduction to Compressive Sensing*, Springer.

Mallat, S. (1999). *A Wavelet Tour of Signal Processing*, 2nd Edition, Academic Press.

### منابع فرعی

Deitmar, A. (2005). *A First Course in Harmonic Analysis*, Springer-Verlag.

Folland, G. B. (1995). *A Course in Abstract Harmonic Analysis*, CRC Press.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **فضاهای باناخ پیشرفته**

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Banach Spaces**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: آنالیز تابعی ۱  
تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و کاربردی فرآیندهای لوی که یک فرآیند تصادفی با نموهای مستقل و همگن است با هدف پرورش تفکر خلاق، آینده‌نگر و انتقادی، در علوم ریاضی، فیزیک، علوم مهندسی، ریاضیات مالی و ریاضیات

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

آشنایی با مفاهیم پیشرفته مربوط به نظریه فضاهای باناخ

## سرفصل درس

- فضاهای باناخ، فضاهای باناخ دنباله‌ای
- فضاهای تابعی، فضاهای باناخ مشبک‌های، فضاهای انعکاسی
- معرفی انواع توپولوژی روی فضاهای نرم‌دار و باناخ و ارتباط آن‌ها مانند توپولوژی ضعیف و نقطه‌به‌نقطه، کامل سازی، عملگرهای فشرده ضعیف، فشردگی ضعیف در فضاهای اندازه، فضاهای به‌شدت ناهمبند و نگاشت گلیسون، فضاهای چند نرمی
- نقاط فرین و قضیه کرین - میلمن
- ویژگی‌هایی از قضیه‌های تقریب و ایراشتراس، قضیه باناخ - استون
- مسئله زیر فضاهای ناوردا (پایا)
- مسئله زیر فضای متمم دار
- مسئله الکساندروف
- ویژگی‌های توپولوژیک فضاهای باناخ و مباحث مربوط





تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۳۰	نوشتاری یا شفاهی: ٪۵۰ عملکردی: -	-

فهرست منابع

منابع اصلی

Albiac, F. & Kalton, N. (2005). *Topics in Banach Space Theory*, Springer.

Carothers, N.L. (2005). *A Short Course on Banach Space Theory*, London Math. Soc, Student Texts, Cambridge University Press.

Fabian, M. & Habala, P. & Hajek, P. & Montesinos, V. & Zizler, V. (2011). *Banach Space Theory*, Springer.

منابع فرعی

Allan, G.R. (2011). *Introduction to Banach Spaces and Algebras*, Oxford Graduate Texts in Mathematics, Oxford University Press.

Dales, H.G. (2000). *Banach Algebras and Automatic Continuity*, Oxford University Press, Clarendon Press.

Lindstrauss, J. & Tzafariri, L. (1973). *Classical Banach Spaces*, Lecture Notes in Mathematics 338, Springer-Verlag, New York.

Lindstrauss, J. & Tzafariri, L. (1977). *Classical Banach Spaces I, Sequence Spaces*, Springer-Verlag, New York.

Lindstrauss, J. & Tzafariri, L. (1979). *Classical Banach Spaces II, Function Spaces*, Springer-Verlag, New York.

Semadeni, Z. (1971). *Banach Space of Continuous Functions*, Vol. 1, Polish Scientific Publishers.

Wilansky, A. (1970). *Topology for Analysis*, Ginn and Company.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز تابعی غیرخطی پیشرفته**

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Nonlinear Functional Analysis**

نوع درس: اختیاری      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: آنالیز تابعی ۱ یا آنالیز تابعی

غیرخطی

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با مفاهیم پیشرفته مربوط به آنالیز تابعی غیرخطی

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری در مباحث پیشرفته‌ی آنالیز تابعی غیرخطی

## سرفصل درس

- یادآوری فشردگی ضعیف عملگرهای خطی
- قضیه بیشاپ فلپس، قضیه جیمز
- توابع نیم‌پیوسته پایینی و اختیار کردن مینیمم روی فشرده‌ها
- حدهای باناخ و میانگین‌های ناورد
- اصل تغییراتی اکیلند و قضیه کاریستی
- برخی ویژگی‌های فضاهای هیلبرت مانند وجود تصویر متریکی ویژگی اویپال
- اثبات وجود نقطه ثابت برای نگاشت‌های نانبساطی در فضاهای هیلبرت قضیه همگرایی براودر قضیه‌ی ارگودیکی
- بایلون (خطی و غیرخطی) نیم‌گروه‌های نانبساطی، نیم‌گروه‌های لپ شیتزی
- هندسه فضاهای باناخ شامل فضاهای اکیداً محدب و فضاهای به‌طور یکنواخت محدب
- معرفی نگاشت دوگانگی یک فضای باناخ مشتق‌پذیری نرم فضاهای باناخ هموار فضاهای باناخ به‌طور یکنواخت
- هموار وجود نقطه ثابت برای نگاشت‌های نانبساطی در فضاهای باناخ عملگرهای افزاینده حلال و تقریب یوشیدا
- قضیه فان-براودر



- قضیه نقطه ثابت فان برای نگاشت‌های چند مقداری
- قضیه‌های مینیمکس
- قضیه دستگاه فان
- کاربردهای مباحث پیشین در نابرابری‌های تغییراتی در مباحث مربوط به نرم مینیمم و غیره.
- توزیع تجربی و مفصل تجربی، ارتباط مفصل تجربی و رتبه‌ها

### روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

### روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

### فهرست منابع

Takahashi, Wataru. (2000). *Nonlinear Functional Analysis*, Yokohama Publishers .



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز مختلط پیشرفته**

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Complex Analysis**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: آنالیز مختلط

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

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

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری در مباحث پیشرفته‌ی آنالیز مختلط

## سرفصل درس

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



## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

## فهرست منابع

### منابع اصلی

Conway, J.B. (1978). *Functions of One complex Variable*, Second Edition, Springer-Verlag.

Narasimhan, R. & Nievergelt, Y. (2001). *Complex Analysis in One Variable*, Second Edition, Birkh.urer.

### منابع فرعی

Krantz, S.G. (1990). *Complex Analysis; the Geometric Viewpoint*, Carus Math. Monograph 23MAA.

Rudin, W. (1974). *Real and Complex Analysis*, McGraw-Hill.



## دروس اختیاری دکتری

### مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): قاب‌ها در فضاهای هیلبرت	
عنوان درس (انگلیسی): <b>Frames in Hilbert Spaces</b>	
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □
تعداد واحد: ۴	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۶۴	

### اهداف درس

آشنایی با پایه‌های ریس، قاب‌ها و خواص اساسی آن‌ها در فضاهای هیلبرت و انواع تعمیم‌ها از این مفاهیم
---

### توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری نظریه‌ی قاب در فضاهای هیلبرت
--

### سرفصل درس

<ul style="list-style-type: none"><li>• مروری بر عملگرها در فضای هیلبرت، عملگر شبه معکوس</li><li>• خواص اساسی قاب‌ها در فضای متناهی البعد</li><li>• دنباله قاب‌ها، قاب‌های چسبان و مشخص‌سازی‌های آن‌ها</li><li>• پایه‌های ریس</li><li>• انواع قاب‌ها شامل <math>G</math>-قاب‌ها، قاب‌های ترکیب، قاب‌های پیوسته</li><li>• مباحثی منتخب از قاب‌ها شامل دوگان قاب‌ها، اغتشاش</li><li>• موضعی سازی قاب‌ها و برخی کاربردهای قاب‌ها</li></ul>
---

### روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان
--



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

## فهرست منابع

منابع اصلی
Casazza, H. & Kutynniok, P.G. (2013). <i>Finite Frames: Theory and Applications</i> , Springer.
Christinsen, O. (2016). <i>An Introduction to Frames and Riesz Bass</i> , 2 <sup>nd</sup> Edition, Springer.
منابع فرعی
Christinsen, O. (2009). <i>Frames and Bases: An Introductory Course</i> , Springer.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): جبرهای  $C^*$  و  $W^*$

عنوان درس (انگلیسی):  $C^*$ - and  $W^*$ - Algebras

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: نظریه عملگرهای پیشرفته

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با مفاهیم پیشرفته مربوط به زیر جبرهای  $W^*$  و  $C^*$

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری دانشجویان در مباحث پیشرفته مربوط به زیر جبرهای  $W^*$  و  $C^*$

## سرفصل درس

- توپولوژی‌های عملگری ضعیف، فرا ضعیف و قوی روی  $B(H)$
- نظریه کلی جبرهای فون نویمان
- قضیه نمایش طیفی برای عملگرهای نرمال
- قضیه جابه‌جاگر دوگانه
- تصویرها و نقش آن‌ها در ساختار جبرهای فون نویمان
- قضیه چگالی کاپلانسکی
- جبرهای فون نویمان جابجایی و فضای ایده‌ال ماکسیمال آن‌ها
- نمایش‌های تحویل‌ناپذیر جبرهای  $C^*$
- ایده‌آل‌ها
- شبکه تصویرها در یک جبر فون نویمان
- دسته‌بندی جبرهای فون نویمان: فاکتورها و تایپ‌های مختلف از طریق تکنیک‌های تصویرها

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان





## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	۳۰٪	۲۰٪

## فهرست منابع

منابع اصلی
Sakai, S. (1998). <i>C*-algebras and W*-algebras</i> , Springer.
Takesaki, M. (2002). <i>Theory of Operator Algebras</i> , Vols. I–III, Springer, Heidelberg.
منابع فرعی
Kadison, R.V. & Ringrose, J.R. (1983). <i>Fundamentals of the Theory of Operator Algebras</i> , volumes I–IV, Academic Press, New York.
Murphy, G.J. (1990). <i>C*-algebras and Operator Theory</i> , Academic Press.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): فضاهای عملگری	
عنوان درس (انگلیسی): Operator Spaces	
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■ ندارد □
تعداد واحد: ۴	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۶۴	

## اهداف درس

معرفی فضاهای عملگری و مفاهیم وابسته به آن
---

## توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

شناخت مفاهیم پایه ی فضاهای عملگری
-----------------------------------

## سرفصل درس

<ul style="list-style-type: none"><li>• فضاهای عملگری، تعاریف و مثال ها</li><li>• حاصل ضرب های تنسوری</li><li>• نرم های تنسوری بیشینه و کمینه و قضایای مربوطه</li><li>• نگاشت های خطی مثبت، به طور کلی مثبت و به طور کلی کراندار و نمایش های آن ها</li><li>• سیستم های عملگری تزریقی، دقیق و هسته ای</li><li>• <math>C^*</math> - های هسته ای و صورت های معادل آن</li></ul>
---

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان
--

## روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۳۰	نوشتاری یا شفاهی: ٪۵۰ عملکردی: -	-



Effros, E.G. & Ruan, Z.J. (2000). *Operator spaces*, Oxford University Press, New York.

Paulsen, V. (2002). *Completely Bounded Maps and Operator Algebras*, Cambridge University Press, Cambridge.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): دینامیک عملگرهای خطی

عنوان درس (انگلیسی): Dynamics of Linear Operators

نوع درس: اختیاری  
پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ■  
ندارد □  
پیش‌نیاز / هم‌نیاز: آنالیز تابعی ۱  
تعداد واحد: ۴  
نوع واحد: نظری  
تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با مفاهیم مربوط به سیستم‌های دینامیکی خطی و عملگرهای ابردوری

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در حل مسائل نظری و تحلیل داده‌های واقعی

## سرفصل درس

- سیستم‌های دینامیکی خطی
- عملگرهای ابردوری، فرادوری، اختلالی و آمیخته و خواص اساسی آن‌ها از جمله شرایط لازم و کافی برای ابردوری بودن، مجموعه بردارهای ابردوری
- همبندی و ابردوری بودن
- نیم‌گروه‌های ابردوری، آمیخته و فرادوری عملگرها، عملگرهای به‌طور ضعیف آمیخته و مشخصه سازی آن‌ها
- برخی رده‌ها از عملگرهای ابردوری و اختلالی شامل انتقالات وزن‌دار، عملگرهای دیفرانسیل، عملگرهای ترکیب و ضربگرهای الحاقی

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۲۰	%۳۰	نوشتاری یا شفاهی: %۵۰	-
		عملکردی: -	



Grosse-Erdmann, K.-G. Manguillot, A. P. (2011). *Linear Chaos*, Springer-Verlag.

Matheron, F.B.E. (2009). *Dynamics of Linear Operators*, Cambridge University Press.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز ماتریسی پیشرفته**

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Matrix Analysis**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/هم نیاز: آنالیز ماتریسی و نظریه عملگرها

تعداد ساعت: ۶۴

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۴

## اهداف درس

فراگیری مفاهیم اساسی و بنیادی فرآیندهای تجربی و استنباط نیم پارامتری در مباحث نیم پارامتری پیشرفته و کاربرد مفاهیم در تحقیقات بنیادی و کاربردی

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

آشنایی با مفاهیم پیشرفته‌تر مربوط به آنالیز روی ماتریس‌ها

## سرفصل درس

- ضرب هادامار و ضرب تانسوری ماتریس‌ها
- مجوریزیشن و ماتریس‌های تصادفی دوگانه
- اصل مینیماکس برای مقادیر ویژه
- نامساوی کی فن و قضایای آن
- نامساوی‌های مربوط به مقادیر ویژه
- اثر و مقادیر منفرد
- توابع عملگری و قضیه حساب تابعی برای ماتریس‌های نرمال
- مشتقات فرشه
- نرم‌های یکانی پایا، نرم عملگری، نرم‌های شتن
- نامساوی‌های عملگری نرمی و معکوس آن‌ها
- توابع یکنوای عملگری، توابع محدب عملگری
- نمایش انتگرالی، قضایای هنسن پدرسن
- میانگین‌های عملگری



## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	۳۰٪	۲۰٪

## فهرست منابع

### منابع اصلی

Bhatia, R. (1997). *Matrix Analysis*, Springer.

Bhatia, R. (2007). *Positive Definite Matrices*, Princeton Univ. Press, Princeton.

### منابع فرعی

Horn, R.A. & Johnson, C.R. (1985). *Matrix analysis*, Cambridge University Press.

Pecaric, J. & Furuta, T. & Micic Hot, J. & Seo, Y. (2005). *Mond-Pecaric method in operator inequalities, Inequalities for bounded selfadjoint operators on a Hilbert space, Monographs in Inequalities, 1*. ELEMENT, Zagreb.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **C\*-مدول‌های هیلبرت**

عنوان درس (انگلیسی): **Hilbert C\*-Modules**

نوع درس: اختیاری      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: نظریه عملگرها یا آنالیز ماتریسی

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

معرفی مفاهیم مربوط به **C\*-مدول‌های هیلبرت**

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

شناخت ساختارهای تعمیم‌یافته آنالیزی و کاربرد آنها

## سرفصل درس

- مدول و نگاشت‌ها ضربگرها و مورفیسم‌ها عملگرهای خود الحاق
- تصویرها و یکانی‌ها ساختار کاسپاروف - گلفند - سگال - نیمارک
- مدول‌های پر و هم‌ارزی‌های موریتا
- ضرب‌های تانسوری داخلی و خارجی و کاربردهای آنها

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۲۰	%۳۰	نوشتاری یا شفاهی: %۵۰	-
		عملکردی: -	

## فهرست منابع

منبع اصلی





Lance, E.C. (1995). *Hilbert  $C^*$ -modules: A toolkit for operator algebraists*. London Mathematical Society Lecture Note Series. Cambridge, England: Cambridge University Press.

منبع فرعی

Bonsall, F.F. & Duncan, J. (1973). *Complete normed algebras*, Springer-Verlag.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه طیفی

عنوان درس (انگلیسی): Spectral Theory

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز / هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز / هم نیاز: نظریه عملگرها

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با طیف عملگرها و مباحث مربوط به نظریه طیفی عملگرها

## توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

استفاده از مباحث پیشرفته نظریه عملگرها

## سرفصل درس

- طیف عملگر، طیف نقطه ای و انواع زیرمجموعه های دیگر طیف
- نظریه طیفی عملگر نرمال
- اندازه طیفی، وضوح طیفی
- عملگرهای فشرده، فردهلم و نیم فردهلم عملگرهای زیر نرمال و شبه نرمال
- عملگرهای شیفت و توپلیتز
- عملگرهای تجزیه پذیر
- عملگرهای زیر نرمال و عملگرهای شبه نرمال

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۳۰	نوشتاری یا شفاهی: ٪۵۰ عملکردی: -	



Arveson, W. (2006). *A Short Course on Spectral Theory*, Springer.

Conway, J.B. (2000). *A Course in Operator Theory*, American Mathematical Society, Providence, Rhode Island.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نمایش‌های جبرهای  $C^*$

عنوان درس (انگلیسی): Representations of  $C^*$ -Algebras

نوع درس: اختیاری      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: نظریه عملگرهای پیشرفته

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

مطالعه نمایش‌های مختلف جبرهای  $C^*$

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

شناخت مباحث پیشرفته‌ی نظریه جبرهای  $C^*$

## سرفصل درس

- نمایش‌های تحویل‌ناپذیر جبرهای  $C^*$
- ایده‌آل‌ها، ایده‌آل‌های چپ و ایده‌آل‌های اولیه در جبرهای  $C^*$
- تحدید و گسترش نمایش‌ها
- جبرهای  $C^*$  لیمینال و پست لیمینال
- حد دنباله‌ای جبرهای  $C^*$
- جبرهای  $UHF$  و  $AF$
- حاصل ضرب تنسوری جبرهای  $C^*$  و نرم‌های تصویری و تزریقی
- دنباله‌های دقیق و جبرهای  $C^*$  هسته‌ای

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۳۰	نوشتاری یا شفاهی: ٪۵۰	
		عملکردی: -	



Kadison, R.V. & Ringrose, J.R. (1983). *Fundamentals of the Theory of Operator Algebras*, volumes I-IV, Academic Press, New York .

Murphy, G. (1990). *C\*-algebras and Operator Theory*, Academic Press .



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نیم گروه عملگرهای خطی

عنوان درس (انگلیسی): Semigroups of Linear Operators

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز / هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز / هم نیاز: نظریه عملگرهای پیشرفته

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با مباحث پایه‌ای نیم گروه عملگرهای خطی روی فضاهای باناخ

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری دانشجویان در بحث نیم گروه‌های عملگری خطی و شناخت کاربرهای مهم آن در حل معادلات دیفرانسیل

## سرفصل درس

- مروری بر عملگرهای غیر کراندار و حسابان تابعی این عملگرها در فضای هیلبرت
- نیم گروه به‌طور یکنواخت پیوسته‌ی عملگرها
- نیم گروه به‌طور قوی پیوسته‌ی عملگرها در فضای باناخ، مولد نیم گروه‌ها
- قضیه‌ی هیل یوشیدا
- قضیه‌ی لومر فیلیپ، دوگان نیم - گروه عملگرها
- عملگرهای دیفرانسیل مولد نیم گروه‌های به‌طور قوی پیوسته مانند عملگر لاپلاس، اختلال نیم گروه‌ها

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۲۰	%۳۰	نوشتاری یا شفاهی: %۵۰	
		عملکردی: -	



منابع اصلی

Engle, K-J. & Nagel, R. (2006). *A Short Course on Operator Semigroups*, Springer.

Vrabie, I.I. (2003). *C0-Semigroups and Applications*, Elsevier Science B.V.

منابع فرعی

Goldstein, J. A. (1985). *Semigroups of Linear Operators and Applications*, Oxford University Press, Inc .

Pazy, A. (1983). *Semigroups of Linear Operators and Applications to Partial Differential Equations*, Applied Mathematical Sciences 44. Springer-Verlag.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): جبرهای هاف فون نویمان و گروه‌های کوانتمی

عنوان درس (انگلیسی): Hopf von Neumann Algebras and Quantum Groups

نوع درس: اختیاری    پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ■    ندارد □    پیش‌نیاز / هم‌نیاز: نظریه عملگرها یا آنالیز هارمونیک

تعداد واحد: ۴    نوع واحد: نظری    تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با مقدمات آنالیز تابعی ناجابه‌جایی و آنالیز روی گروه‌های کوانتمی فشرده موضعی

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری دانشجویان در مباحث پیشرفته‌ی آنالیز هارمونیک

## سرفصل درس

- مروری بر جبرهای  $C^*$  و فون نویمن، \*-جبرهای هاف و دوگانی
- جبرهای کاک
- جبرهای هاف فون نوی مان و پیش دوگان آن‌ها
- گروه‌های کوانتمی فشرده موضعی
- گروه‌های کوانتمی فشرده و گسسته
- جبرهای روی گروه‌های کوانتمی

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۳۰	نوشتاری یا شفاهی: ٪۵۰ عملکردی: -	-





منابع اصلی

Enock, M. & Schwartz, J.-M. (1992). *Kac Algebras and Duality of Locally Compact Groups*, Springer-Verlag, Berlin.

Kustermans, J. (2005). *Locally Compact Quantum Groups*, LNM 1865, Springer-Verlag, 99-180.

Timmermann, T. (2008). *An Invitation to Quantum Groups and Duality*, European Mathematical Society.

منابع فرعی

Kanuith, E. (2009). *A Course in Commutative Banach Algebras*, GTM 246, Springer-Verlag.

Takesaki, M. (2002). *Theory of Operator Algebras I*, Encyclopedia Math. Sci. 124, Springer-Verlag.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): میانگین پذیری جبرهای باناخ

عنوان درس (انگلیسی): Amenability of Banach Algebras

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: نظریه عملگرهای پیشرفته یا

آنالیز هارمونیک

تعداد ساعت: ۶۴

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۴

## اهداف درس

آشنایی با مفهوم میانگین پذیری گروه‌ها، اشتقاق‌ها، کوهمولوژی جبرهای باناخ و میانگین پذیری جبرهای باناخ

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری دانشجویان در مباحث پیشرفته نظریه عملگرها

## سرفصل درس

- پارادکس باناخ - تارسکی
- میانگین پذیری گروه‌ها
- دوگان دوم جبرهای باناخ و حاصل ضرب‌های آرنزی
- حاصل ضرب نتسوری
- مدول‌های باناخ
- کوهمولوژی جبرهای باناخ
- میانگین پذیری جبرهای باناخ
- قضیه جانسون
- مطالعه انواع میانگین پذیری نظیر میانگین پذیری ضعیف و ...

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	۳۰٪	۲۰٪

## فهرست منابع

منابع اصلی
Runde, V. (2020). <i>Amenable Banach Algebras, A Panorama</i> , Springer Monogr. Math.
منابع فرعی
Johnson, B.E. (1972). <i>Cohomology in Banach Algebras</i> , Mem. Amer. Math. Soc. 127.
Paterson, A.L. (1988). <i>Amenability</i> , AMS.
Pier, J.-P. (1988). <i>Amenable Banach Algebras</i> , Longman, Scientific & Technical.
Runde, V. (2001). <i>Lectures on Amenability</i> , LNM 1774, Springer-Verlag.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز زمان فرکانس و پردازش سیگنال**

عنوان درس (انگلیسی): **Time frequency analysis and signal processing**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز / هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز / هم نیاز: آنالیز هارمونیک

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با اصول عدم قطعیت، آنالیز زمان فرکانس و کاربردهای آن نظیر پردازش سیگنال و تصویر

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری دانشجو در مباحث کاربردی آنالیز هارمونیک

## سرفصل درس

- مروری بر آنالیز فوریه و اصول عدم قطعیت
- نمایش‌های زمان فرکانس گسسته نظیر سیستم‌های گابور و تبدیل زاگ و ...
- پردازش سیگنال و تصویر گسسته

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۳۰	نوشتاری یا شفاهی: ٪۵۰ عملکردی: -	-

## فهرست منابع

Antoine, J.P. & Murenzi, R. & Vandergheynst P. & Ali, S.T. (2004). *Two Dimensional Wavelets and their Relatives*, Cambridge University Press.

Debnath, L. (2001). *Wavelet Transforms and Their Applications*, Birkhauser.

Grochenig, K. (2001). *Foundations of Time Frequency Analysis*, Grochenig, Birkhauser Boston.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **آنالیز موجکی پیشرفته**

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Wavelet Analysis**

نوع درس: اختیاری    پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■    ندارد □    پیش نیاز/ هم نیاز: آنالیز موجکی و آنالیز هارمونیک

تعداد واحد: ۴    نوع واحد: نظری    تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با مباحث پیشرفته تبدیلات موجکی و آنالیز چند ریزگی

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری دانشجویان در مباحث پیشرفته و کاربردی آنالیز هارمونیک و شناخت کاربردهای آن

## سرفصل درس

- مروری بر آنالیز فوریه
- اصول عدم قطعیت
- نمایش‌های زمان فرکانس گسسته نظیر سیستم‌های گابور و تبدیل زاک
- گروه فشرده و نظریه نمایش
- مثال‌هایی از گروه‌های توپولوژیک مانند آفین و هایزنبرگ و ویل هایزنبرگ
- تبدیل موجک پیوسته و خواص آن
- عملگرهای موضعی کننده
- آنالیز چندریزگی در  $L^2(R)$  و گسسته سازی
- تبدیل موجک دوبعدی

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	۳۰٪	۲۰٪

## فهرست منابع

Antoine, J.P. & Murenzi, R. & Vanderghyest, P. & Ali, S.T. (2004). *Two Dimensional Wavelets and their Relatives*, Cambridge University Press.

Daubechies, I. (1992). *Ten Lectures on Wavelets*, Society for Industrial and Applied Mathematics, SIAM, Philadelphia.

Wong, M.W. (2002). *Wavelet Transforms and Localization Operators*. Birkhäuser, Basel.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): قاب‌ها و دنباله قاب‌ها در  $L^2(R)$

عنوان درس (انگلیسی): Frames and frame sequences in  $L^2(R)$

نوع درس: اختیاری      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: قاب‌ها در فضاها ی هیلبرت

تعداد ساعت: ۶۴

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۴

## اهداف درس

آشنایی با قاب‌های انتقالات، گابور و موجک در  $L^2(R)$

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

شناخت پرکاربردترین قاب‌ها در فضای هیلبرت  $L^2(R)$

## سرفصل درس

- قاب انتقالات در  $L^2(R)$  (ش) قاب انتقالات و دوگان کانونی، قاب انتقالات نامنظم، نمونه‌گزینی و کاربردها)
- دستگاه‌های تحت انتقال پایا در  $L^2(R)$
- قاب‌های گابور
- تبدیل زاگ و ارتباط آن با قاب گابور
- قاب موجک در  $L^2(R)$ .

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۳۰	نوشتاری یا شفاهی: ٪۵۰ عملکردی: -	-

## فهرست منابع

Christinsen, O. (2016). *An Introduction to Frames and Riesz Bass*, 2<sup>nd</sup> Edition, Springer.

Christinsen, O. (2009). *Frames and Bases, An Introductory Course*, Springer.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): نظریه عملگرها در فضاهای تابعی

عنوان درس (انگلیسی): **Operator Theory in Function Spaces**

نوع درس: اختیاری    پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■    ندارد □    پیش‌نیاز/هم‌نیاز: آنالیز تابعی ۱ و آنالیز مختلط

تعداد واحد: ۴    نوع واحد: نظری    تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

مطالعه مفاهیم بنیادی فضاهای باناخ متشکل از توابع تحلیلی از منظر نظریه عملگرها

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری دانشجویان در شناخت عملگری فضاهای توابع تحلیلی

## سرفصل درس

- فضاهای هاردی: نابرابری هاردی، کراننداری تابعک ارزیابی، باناخ بودن فضای هاردی، توابع درونی و برونی و نظریه تجزیه (بدون اثبات) عملگر انتقال و قضیه برلینگ در حالت فضای هیلبرت
- فضاهای برگمن: تعریف و اثبات کراننداری تابعک خطی ارزیابی و باناخ بودن فضا، محاسبه هسته برگمن در حالت فضای هیلبرت
- مقایسه فضای برگمن و هاردی چگال بودن چند جمله‌ای‌های تحلیلی در فضای برگمن
- کراننداری عملگر تصویر برگمن
- تبدیل برزین، متریک هذلولوی
- فضای بلاک، اندازه کارلسون
- کراننداری ضربگرهای فضای برگمن
- زیر فضاهای ناورد و قضیه برلینگ عملگرهای تاپلیتز
- عملگرهای هنکل
- عملگرهای ترکیبی





## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

## فهرست منابع

### منبع اصلی

Zhu, K. (2007). *Operator Theory in Function Spaces*, AMS Mathematical Surveys and Monographs 138.

### منابع فرعی

Duren, P.L. & Schuster, A. (2004). *Theory of Bergman Spaces*, AMS Mathematical Surveys and Monographs 100.

Hedenmalm, H. & Korenblum, B. & Zhu, K. (2000). *Theory of Bergman Spaces*, Springer GMT 199.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **جبرهای یکنواخت**

عنوان درس (انگلیسی): **Uniform Algebras**

نوع درس: اختیاری      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش‌نیاز/هم‌نیاز: هم‌نیاز: آنالیز تابعی ۱ و آنالیز مختلط

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با جبرهای یکنواخت و بررسی خواص آن‌ها

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری دانشجویان در مباحث مربوط به جبرهای یکنواخت از توابع مختلط

## سرفصل درس

- معرفی جبرهای یکنواخت
- بررسی برخی از ویژگی‌های جبر یکنواخت  $C(X)$  و فضای دوگان آن، قضیه استون و ایرشتراس و تعمیم بیشاپ
- جبرهای یکنواخت استاندارد در صفحه  $(A(X), H(X), R(X), P(X))$
- مجموعه‌های پادتقارنی، مجموعه‌های اساسی
- اندازه نمایشی، اندازه ینسن جبرهای دیریکله
- زیر جبرهای بیشین، قضیه بیشین و رمر
- تحدب چندجمله‌ای و تحدب گویا
- تقریب چندجمله‌ای و تقریب گویا
- پوسته محدب چندجمله‌ای و پوسته محدب گویا
- تقریب یکنواخت در صفحه
- قضیه‌های مرگین و رونگه
- جبرهای نامتقارن، مجموعه‌های قله‌ای، نقاط قله‌ای، مرز شیلوف، چگال بودن مجموعه نقاط قله‌ای در مرز شیلوف
- مرز شوکه و رابطه آن با مجموعه نقاط قله‌ای و مرز شیلوف
- حساب تابعی



- اصل بیشین موضعی قدر مطلق
- طیف توأم
- قضیه اوکا ویل
- جبرهای یکنواخت بر بازه‌ها

### روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

### روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۳۰	نوشتاری یا شفاهی: ٪۵۰ عملکردی: -	-

### فهرست منابع

#### منبع اصلی

Gamelin, T.W. (2005). *Uniform algebras*, AMS Chelsea Publishing, Vol. 311.

#### منابع فرعی

Browder, A. (1969). *Introduction to Function Algebras*, W.A. Benjamin, Inc.

Dales, H.G. (2000). *Banach Algebras and Automatic Continuity*, Oxford University Press, Clarendon Press.

Gamelin, T.W. (1969). *Uniform Algebras*, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, N.J.

Kaniuth, E. (2009). *A Course in Commutative Banach Algebras*, Springer.

Leibowitz, G.M. (1970). *Lectures on Complex Function Algebras*, Scott, Foresman and Company, Glenview, Illinois.

Palmer, T.W. (Vol. 1, 1994 and Vol. 2, 2001). *Banach Algebras and The General Theory of \*-Algebras*, Cambridge University Press (Encyclopedia of Mathematics and its Applications).

Stout, E.L. (1971). *The Theory of Uniform Algebras*, Bogden & Quigley, Inc.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **جبرهای تابعی باناخ**

عنوان درس (انگلیسی): **Banach Function Algebras**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/هم نیاز: جبرهای باناخ و آنالیز مختلط  
تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

مطالعه جبرهای تابعی باناخ و بررسی خواص آنها

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری دانشجو در شناخت جبرهای تابعی و ویژگی‌های آنها

## سرفصل درس

- معرفی جبرهای تابعی باناخ به‌عنوان تعمیمی از جبرهای یکنواخت
- تعمیم برخی از ویژگی‌های جبرهای یکنواخت
- مثال‌هایی از جبرهای تابعی باناخ، به‌خصوص جبرهای لپیشیتس و جبرهای توابع مشتق‌پذیر پیوسته بر زیرمجموعه‌های فشرده صفحه مختلط (جبرهای دیلز دیوی)
- تعمیم مفهوم مجموعه‌های قله‌ای و نقاط قله‌ای مرز، مرز شوکه و مرز شیلوف و رابطه آنها با مجموعه نقاط قله‌ای در جبرهای تابعی باناخ
- بررسی شرایط کافی برای چگال بودن مجموعه نقاط قله‌ای در مرز شیلوف
- مشخص کردن فضای ایده آل بیشین جبرهای تابعی باناخ
- مشخص کردن مرز شوکه، مرز شیلوف و مجموعه نقاط قله‌ای برخی از جبرهای تابعی باناخ
- مسئله تقریب در جبرهای تابعی باناخ
- هم‌ریختی بین جبرهای تابعی باناخ و پیوستگی و فشردگی آنها

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان



پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	۳۰٪	۲۰٪

فهرست منابع

**منابع اصلی**

Alexander, H. & Wermer, J. (2008). *Several complex variables and Banach algebras*, Springer Science & Business Media, Vol. 35.

Hoffman, K. (1962). *Banach Spaces of Analytic Functions*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.

**منابع فرعی**

Allan, G.R. (2011). *Introduction to Banach Spaces and Algebras*, Oxford Graduate Texts in Mathematics, Oxford University Press.

Bonsall, F.F. & Duncan, J. (1973). *Complete Normed Algebras*, Springer-Verlag, New York–Heidelberg.

Dales, G.H. & et.al. (2003). *Introduction to Banach algebras, Operators and Harmonic Analysis*, Cambridge University Press.

Dales, H.G. (2000). *Banach Algebras and Automatic Continuity*, Oxford University Press, Clarendon Press.

Kaniuth, E. (2009). *A Course in Commutative Banach Algebras*, Springer.

Leibowitz, G.M. (1970). *Lectures on complex function algebras*, Scott, Foresman.

Palmer, T.W. (Vol. 1, 1994 and Vol. 2, 2001). *Banach Algebras and The General Theory of \*-Algebras*, Cambridge University Press (Encyclopedia of Mathematics and its Applications).

Zelazko, W. (1973). *Banach Algebras*, Elsevier Publishing Company.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): کاربردهای آنالیز موجکی

عنوان درس (انگلیسی): Applications of Wavelet Analysis

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز / هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز / هم نیاز: آنالیز موجکی

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با کاربردهایی از آنالیز موجها

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در شناخت و به کار بردن آنالیز موجکها

## سرفصل درس

- نظریه عملگرهای از بعد متناهی
- مقدمه‌ای بر قاب‌های متناهی، قاب‌ها در  $R^2$  خواص انتقال در قاب‌ها، قاب‌ها در فضای هیلبرت
- سری فوریه و خواص آن، تبدیل فوریه و موجک هار
- آنالیز چند ریزه‌ساز، موجک حاصل از آنالیز چند ریزه‌ساز در  $L^2(R)$
- کاربرد قاب‌ها و موجک‌ها
- ساختار چندجمله‌ای‌های لژاندر، موجک لژاندر و کاربرد آن در حل معادلات دیفرانسیل
- ساختار اسپلین‌ها، موج‌های اسپلینی و کاربرد آن‌ها در آنالیز عددی
- کاربرد موجک‌ها در حل معادلات دیفرانسیل پاره‌ای و معادلات دیفرانسیل با مقدار مرزی

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

## فهرست منابع

Christinsen, O. (2016). *An Introduction to Frames and Riesz Bass*, 2<sup>nd</sup> Edition, Springer.

Christinsen, O. (2003). *An Introduction to Frames and Riesz Bases*, Birkhäuser.

Daubechies, I. (1992). *Ten Lectures on Wavelets*, SIAM.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): کاربردهای آنالیز ماتریسی

عنوان درس (انگلیسی): Applications of Matrix Analysis

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: آنالیز ماتریسی

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با کاربردهای آنالیز ماتریسی

## توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری دانشجوی در برخی کاربردی های آنالیز ماتریس

## سرفصل درس

- ماتریس های پایا و اینرسی
- قضیه لیاپانوف و تعمیم آن
- نامساوی های مقادیر تکین و کاربردهای آن
- معادلات ماتریسی و کاربردهای آن
- ماتریس هسته و ارتباط آن با داده کاوی
- خوشه بندی گراف ها به کمک بردارهای ویژه ماتریس تقارن

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

## روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۲۰	%۳۰	نوشتاری یا شفاهی: %۵۰	-
		عملکردی: -	





Roger, O. & Horn, A. & Johnson, Charles, R. (1991). *Topics in Matrix Analysis*, Cambridge University Press.

Zaki, M. J. & Wagner, M. Jr. (2014). *Data Mining and Analysis: Fundamental Concepts and Algorithms*, Cambridge.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): کاربردهای آنالیز محدب

عنوان درس (انگلیسی): Applications of Convex Analysis

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز/ هم نیاز: آنالیز محدب

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با کاربردهای آنالیز محدب

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد

تقویت دانش نظری دانشجویان در کاربردهای آنالیز محدب

## سرفصل درس

- تعریف و خواص بهترین تقریب
- وجود بهترین تقریب ها
- مشخصه های بهترین تقریب ها دوگانگی Max crossing و Min common
- قضایای ماکزیمم مینیمم
- قضایای نقطه زینی، لم فارکاس، لم فارکاس غیرخطی
- زیر گرادینان های تقریبی و خواص آنها
- تقریب های مخروطی
- شرایط بهینگی برای مسائل هموار و محدب
- برنامه ریزی محدب و ضرایب لاگرانژ
- شرایط بهینگی Enhanced Fritz John
- قضیه کر وش - کان - توکر

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪
	عملکردی: -		

## فهرست منابع

Borwein, J.M. & Lewis, A.S. (1999). *Convex Analysis and Nonlinear Optimization, Theory and Examples* Springer, New York.

Dimitri Bertsekas, P. (2003). *Convex Analysis and Optimization*, Athena Scientific, Belmont, Massachusetts.

Deutsche, F. (2001). *Best Approximation in Inner Product Spaces*, Springer, New York.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): برد عددی و کاربردهای آن

عنوان درس (انگلیسی): Numerical Range and Its Applications

نوع درس: اختیاری    پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ■    ندارد □    پیش‌نیاز/هم‌نیاز: آنالیز ماتریسی و نظریه عملگرها

تعداد واحد: ۴    نوع واحد: نظری    تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

آشنایی با مفاهیم اساسی برد عددی و کاربردهای آن در مهندسی و فیزیک

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

تقویت دانش نظری و عملی در شناخت کاربردهای برد عددی در سایر علوم

## سرفصل درس

- تعاریف معادل برد عددی
- لم بیضی
- قضیه توپلیتز هاسدورف
- برد عددی عملگرهای نرمال و هرمیتی
- شعاع عددی و نامساوی‌های مربوطه
- نقاط مرزی برد عددی، برد عددی حاصل ضرب، اتساع و انقباض
- برد عددی چندجمله‌ای‌های ماتریسی
- برد عددی تعمیم یافته
- برد عددی مرتبه بالاتر و ارتباط آن با محاسبات کوانتومی
- کاربردهای برد عددی در فیزیک و مهندسی

## روش یاددهی - یادگیری

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان



## روش ارزیابی

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	۳۰٪	۲۰٪

## فهرست منابع

Dragomir, S.S. (2013). *Inequalities for the numerical radius of linear operators in Hilbert spaces*, Springer.

Gustafson, Karl, E. & Duggirala, K. M. (1995). *Rao, Numerical Range*, Springer.

Horn, Roger A. & Johnson, Charles R. (1991). *Topics in Matrix Analysis*, Cambridge University Press.



## مشخصات درس

عنوان درس (فارسی): **مباحث ویژه در آنالیز ریاضی**

عنوان درس (انگلیسی): **Special Topics in Mathematical Analysis**

نوع درس: اختیاری      پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد  ندارد       پیش‌نیاز / هم‌نیاز: -

تعداد واحد: ۴      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: ۶۴

## اهداف درس

در این درس مباحث جدید آنالیز و در مرزهای دانش آموزش داده می‌شود.

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- توانایی به کار بردن روش‌ها و تکنیک‌های جدید در حوزه آنالیز

## سرفصل درس:

این درس در هر ترم بر اساس پیشنهاد اعضای گروه یک یا دو مبحث جدید و پیشرفته به صورت ویژه به دانشجویان آموزش داده می‌شود. سرفصل درس از سوی پیشنهاددهنده در ابتدای هر ترم بعد از تأیید شورای آموزشی گروه به دانشجویان ارائه می‌شود. استاد مربوطه موظف است دو ماه قبل از شروع نیمسال، طرح درس را در جلسه شورای تحصیلات تکمیلی ارائه و به تصویب رساند. طبعاً این درس در سال‌های آتی با نام خاص خود ارائه خواهد شد و در لیست جدول دروس اختیاری قرار خواهد گرفت.

## روش یاددهی - یادگیری

نظر گروه





## فصل چهارم

### ترم بندی دروس



## کارشناسی ارشد

### ترم اول

تعداد واحد			نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری		
۳	۰	۳	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری	۱
۳	۰	۳	مبانی آنالیز تابعی	۲
۲	۰	۲	بنیادهای توپولوژی	۳
۸	-	۸	<b>جمع کل</b>	

### ترم دوم

تعداد واحد			نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری		
۴			درس اختیاری	۱
۴			درس اختیاری	۲
۸			<b>جمع کل</b>	

### ترم سوم

تعداد واحد			نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری		
۴			یک درس از سایر سرشاخه‌های ریاضیات و کاربردها	۱
۲		۲	سمینار	۲
۴			درس اختیاری	۳
۱۰			<b>جمع کل</b>	





ترم چهارم

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	پایان نامه	۶
جمع کل		۶

دکتری

ترم اول

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	درس اختیاری			۴
۲	درس اختیاری			۴
جمع کل		۸	-	۸

ترم دوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	درس اختیاری			۴
۲	درس اختیاری			۴
جمع کل				۸

ترم سوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	آزمون جامع			

ترم چهارم

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	رساله	۲۰
جمع کل		۲۰

