



**وزارت علوم، تحقیقات و فناوری**  
**دانشگاه اصفهان**

معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

**دوره تحصیلات تکمیلی ریاضی کاربردی**

دانشکده علوم

## فهرست:

۴۷	..... مکانیک آماری پیشرفته.....	۱	..... مقدمه.....
۴۸	..... نظریه نسبیت.....	۴	..... جدول دروس رشته ریاضی.....
۴۹	..... مکانیک سماوی.....	۷	..... تحقیق در عملیات پیشرفته.....
۵۰	..... نظریه‌ی میدان های کلاسیک.....	۸	..... آنالیز حقیقی.....
۵۱	..... مکانیک محیط های پیوسته.....	۹	..... آنالیز عددی پیشرفته.....
۵۲	..... مکانیک سیالات.....	۱۱	..... ریاضی فیزیک پیشرفته.....
۵۳	..... نظریه میدانهای کوانتومی.....	۱۲	..... روش عناصر متناهی.....
۵۵	..... نظریه جبر لی در فیزیک.....	۱۴	..... حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی.....
۵۶	..... نظریه موجک.....	۱۶	..... روشهای عددی در جبر خطی.....
۵۷	..... مباحث ویژه در ریاضی فیزیک.....	۱۸	..... نظریه تقریب.....
۵۸	..... مباحث ویژه در نظریه کدگذاری.....	۲۰	..... حل عددی معادلات با مشتقات جزئی.....
۵۹	..... نظریه و کاربرد روشهای بدون شبکه.....	۲۲	..... حل عددی معادلات انتگرال.....
۶۱	..... جبر خطی عددی پیشرفته.....	۲۴	..... مباحث ویژه در آنالیز عددی.....
		۲۵	..... مباحث ویژه در معادلات دیفرانسیل معمولی.....
		۲۶	..... معادلات انتگرال.....
		۲۷	..... مباحث ویژه در معادلات انتگرال.....
		۲۸	..... آنالیز تابعی کاربردی.....
		۲۹	..... بهینه سازی پیشرفته(۱).....
		۳۰	..... بهینه سازی پیشرفته(۲).....
		۳۱	..... برنامه ریزی پویا.....
		۳۲	..... روشهای عددی در برنامه ریزی غیر خطی.....
		۳۳	..... کنترل بهینه (۱).....
		۳۴	..... کنترل بهینه (۲).....
		۳۵	..... مباحث ویژه در برنامه ریزی ریاضی.....
		۳۶	..... نظریه گراف.....
		۳۷	..... نظریه اطلاعات.....
		۳۸	..... نظریه کدگذاری.....
		۳۹	..... آنالیز ترکیبیاتی.....
		۴۰	..... مباحث ویژه در نظریه گراف.....
		۴۱	..... معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی پیشرفته.....
		۴۲	..... معادلات با مشتقات جزئی ریاضی فیزیک.....
		۴۴	..... مباحث ویژه در معادلات با مشتقات جزئی.....
		۴۵	..... مکانیک کوانتومی پیشرفته.....
		۴۶	..... مکانیک کلاسیک پیشرفته.....



## ۱- مقدمه :

کارشناسی ارشد و دکتری ریاضی کاربردی دوره‌هایی است که در آن به تربیت متخصصینی پرداخته می‌شود که نقشی بسیار مؤثر در کاربرد ریاضی در رشته‌های مختلف فنی و مهندسی، اقتصاد و مدیریت و علوم به عهده خواهند گرفت. مجموعه حاضر شامل برنامه دروس تحصیلات تکمیلی ریاضی کاربردی می‌باشد که بر اساس برنامه دوره کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی مصوب هشتاد و چهارمین جلسه شورای دانشگاه اصفهان مورخ ۱۳۹۰/۹/۲۹ و برنامه دکتری ریاضی مصوب یکصد و سی و یکمین جلسه شورایی عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۶۷/۶/۵ مورد بازنگری قرار گرفت. بر این اساس برنامه دروس این دوره به صورت یک مجموعه ارائه گردید.

## ۲- نحوه تدوین دروس تحصیلات تکمیلی :

دروس تحصیلات تکمیلی بر اساس مصوبه کمیته تخصصی ریاضی گروه علوم پایه مورخ ۱۳۷۲/۱/۲۲ وزارت علوم تحقیقات و فناوری مشخص گردیده‌اند، براین اساس:

**(الف)** موضوعاتی که در آخرین رده‌بندی موضوعی ریاضی M.R. (Math Reviews) عنوان دو رقمی دارند می‌توانند به صورت دو درس متوالی انتخاب شوند مشروط بر آنکه ریز مواد ارائه شده جای معینی در عنوان داده شده در رده‌بندی M.R. داشته باشند.

مثلاً ”هندسی جبری“ دارای کد دو رقمی ۱۴ است پس می‌توان درس‌هایی باعنوان ”هندسه جبری ۱“ و ”هندسه جبری ۲“ به طور متوالی ایجاد کرد.

**تبصره :** برای هر یک از موضوعات دو رقمی در M.R. می‌توان یک درس با عنوان مباحثی در ”موضوع ۱“ ارائه نمود که به مباحث تحقیقاتی اختصاص داشته باشد.

ریزمواد هر درس باعنوان سه جزئی ( دو رقم و یک حرف از فهرست M.R. می‌توان فقط یک درس ارائه کرد. مثلاً ”خمهای جبری“ دارای رده بندی 14H در فهرست است پس فقط می‌توان یک درس با عنوان ”خمهای جبری“ ارائه داد.

## ۳- تعداد واحدهای دوره کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی :

تعداد کل واحدهای این دوره ۳۲ واحد است که دانشجوی می‌بایستی ۶ درس به ارزش هرکدام ۴ واحد اختیار نماید. بعلاوه دانشجوی در شیوه آموزشی-پژوهشی ۲ واحد سمینار(پژوهشی و آموزش محور) و ۶ واحد پایان نامه میگذرانند. دانشجویان شیوه آموزش محور یک درس اضافه به انضمام ۲ واحد سمینار(آموزش محور) اخذ می‌نمایند.



**(i)** دانشجویان کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی شیوه آموزشی- پژوهشی در گرایش‌های آنالیز عددی و تحقیق در عملیات و ریاضی فیزیک و همچنین دانشجویانی که با کد ریاضی کاربردی ( بدون ذکر گرایش‌های سه گانه) پذیرفته می شوند، به شرح ذیل این دروس را اختیار می نمایند:

**(الف)** گذراندن دروس در ردیف‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ از جدول دروس اصلی کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی برای این دانشجویان الزامی است.

**(ب)** دانشجویان مذکور با نظر استاد راهنما و تأیید کمیته تحصیلات تکمیلی گروه باید سه درس دیگر را اختیار نمایند به نحوی که حداقل ۲ درس آن از جدول دروس تخصصی تحصیلات تکمیلی باشد. یک درس باقیمانده می‌تواند از کلیه دروس تحصیلات تکمیلی در گرایش‌های مختلف ریاضی یا دیگر رشته‌های مرتبط انتخاب شوند.

**(ii)** دانشجویان کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی شیوه آموزش محور در گرایش‌های آنالیز عددی و تحقیق در عملیات و ریاضی فیزیک و همچنین دانشجویانی که با کد ریاضی کاربردی ( بدون ذکر گرایش‌های سه گانه) پذیرفته می شوند، به شرح ذیل این دروس را اختیار می‌نمایند:

**(الف)** گذراندن دروس در ردیف‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ از جدول دروس اصلی کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی برای این دانشجویان الزامی است.

**(ب)** دانشجویان مذکور با تأیید کمیته تحصیلات تکمیلی گروه باید چهار درس دیگر را اختیار نمایند به نحوی که حداقل ۲ درس آن از جدول دروس تخصصی تحصیلات تکمیلی باشد. دروس باقیمانده می‌تواند از کلیه دروس تحصیلات تکمیلی در گرایش‌های مختلف ریاضی یا دیگر رشته‌های مرتبط انتخاب شوند.

#### **۴- تعداد واحدهای دوره دکتری ریاضی کاربردی:**

تعداد کل واحدهای این دوره ۳۶ واحد است که ۱۶ واحد آن شامل ۴ درس به ارزش هر کدام ۴ واحد خواهد بود. دانشجوی دکتری ریاضی کاربردی به شرح ذیل دروس این دوره را باید اختیار نماید:

دانشجو باید با نظر استاد راهنما و تأیید کمیته تحصیلات تکمیلی گروه چهار درس را اختیار نماید به نحوی که حداقل ۲ درس آن باید از جدول دروس تخصصی تحصیلات تکمیلی باشد و دو درس باقیمانده می‌تواند از کلیه دروس تحصیلات تکمیلی در گرایش‌های مختلف ریاضی و دیگر رشته‌های مرتبط اختیار شود.

پایان نامه در دوره دکتری ریاضی کاربردی به ارزش ۲۰ واحد خواهد بود.

**تبصره ۱:** سرفصل دروسی که با عنوان «مباحثی» در جدول دروس تخصصی تحصیلات تکمیلی مشخص شده اند می‌توانند تغییر کنند، در این خصوص سرفصل پیشنهادی، باید در کمیته تخصصی گروه به تصویب رسیده و به اطلاع دانشکده برسد.

**تبصره ۲:** زمینه تحقیقاتی فارغ التحصیل دوره دکتری ریاضی کاربردی با توجه به نظر استاد راهنما و کمیته تحصیلات تکمیلی گروه در مدرک ایشان منعکس خواهد گردید.



### **اهداف و ضروریات تغییر:**

با توجه به ظهور زمینه‌های مختلف در ریاضی کاربردی در دهه اخیر و پیدایش و گسترش ریاضی کاربردی در دیگر رشته‌ها باید برنامه‌ریزی درسی در دوره کارشناسی ارشد به گونه‌ای انجام می‌شد که نه تنها جوابگوی تغییرات انجام گرفته در فوق باشد بلکه مراجع و سرفصل‌ها نیز بر اساس تحولات اخیر به روز شوند.

### **مطالعات و اقدامات انجام شده:**

تعداد زیادی از سرفصل‌های دانشگاه‌های معتبر جهان بررسی شدند ، با توجه به اینکه بسیاری از این دانشگاه‌ها کل برنامه درسی و سرفصل‌ها را از طریق **Internet** در معرض دید عموم قرار داده‌اند، لذا با مطالعه و بررسی و بر اساس تخصص‌های موجود در گروه برنامه درسی تدوین گردید.



### جدول دروس اصلی کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی

ردیف	عنوان درس (جدید)	پیشنیاز	واحد نظری
۱	تحقیق در عملیات پیشرفته	-	۴
۲	آنالیز حقیقی	-	۴
۳	آنالیز عددی پیشرفته	-	۴
۴	سمینار (پژوهشی و آموزش محور)	-	۲
جمع (شیوه آموزشی-پژوهشی)			۱۴
۵*	سمینار (آموزش محور)	-	۲
جمع (شیوه آموزش محور)			۱۶

\* درس سمینار (آموزش محور) در ردیف ۵ برای دانشجویان آموزش محور الزامی می باشد. بدین ترتیب مجموع واحدهای فوق برای این دانشجویان ۱۶ واحد است.



## جدول دروس تخصصی تحصیلات تکمیلی دوره ریاضی کاربردی

ردیف	عنوان درس (جدید)	پیشنیاز	واحد نظری	توضیحات
۱	روش عناصر منتهای	آنالیز عددی پیشرفته	۴	۶۵N30
۲	حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی	آنالیز عددی پیشرفته	۴	۶۵LXX
۳	روشهای عددی در جبر خطی	آنالیز عددی پیشرفته	۴	۶۵FXX
۴	نظریه تقریب	آنالیز عددی پیشرفته، آنالیز حقیقی	۴	۶۵DXX
۵	حل عددی معادلات با مشتقات جزئی	آنالیز عددی پیشرفته	۴	۶۵MXX
۶	حل عددی معادلات انتگرال	آنالیز عددی پیشرفته، آنالیز حقیقی	۴	۶۵RXX
۷	مباحث ویژه در آنالیز عددی	آنالیز عددی پیشرفته	۴	۶۵XX
۸	مباحث ویژه در معادلات دیفرانسیل معمولی	-----	۴	۳۴XX
۹	معادلات انتگرال	آنالیز حقیقی	۴	۴۵XX
۱۰	مباحث ویژه در معادلات انتگرال	-----	۴	۴۵XX
۱۱	آنالیز تابعی کاربردی	آنالیز حقیقی	۴	۴۶XX
۱۲	بهینه سازی پیشرفته (۱)	-----	۴	۴۹XX
۱۳	بهینه سازی پیشرفته (۲)	بهینه سازی پیشرفته (۱)	۴	۴۹XX
۱۴	برنامه ریزی پویا	همزمان با آنالیز حقیقی	۴	۴۹-LXX
۱۵	روشهای عددی در برنامه ریزی غیرخطی	آنالیز عددی پیشرفته	۴	۴۵M۳۷
۱۶	کنترل بهینه (۱)	همزمان با آنالیز حقیقی	۴	۹۳-XX
۱۷	کنترل بهینه (۲)	کنترل بهینه (۱)	۴	۹۳XX
۱۸	مباحث ویژه در برنامه ریزی ریاضی	-----	۴	۹۰XX
۱۹	نظریه گراف	-----	۴	۰۵CXX
۲۰	نظریه اطلاعات	-----	۴	۹۴AXX
۲۱	نظریه کد گذاری	-----	۴	۶۸P۳۰



ردیف	عنوان درس (جدید)	پیشنیاز	واحد نظری	توضیحات
۲۲	آنالیز ترکیباتی	-----	۴	۰۵XX
۲۳	مباحث ویژه در نظریه گراف	-----	۴	۰۵CXX
۲۴	معادلات با مشتقات جزئی پیشرفته	همزمان با آنالیز حقیقی	۴	۳۵XX
۲۵	معادلات با مشتقات جزئی ریاضی فیزیک	همزمان با آنالیز حقیقی	۴	۳۵Q XX
۲۶	مباحث ویژه در معادلات با مشتقات جزئی	-----	۴	۳۵XX
۲۷	ریاضی فیزیک پیشرفته	-	۴	۷۰XX
۲۸	مکانیک کلاسیک پیشرفته	ریاضی فیزیک پیشرفته	۴	۷۰XX
۲۹	مکانیک کوانتومی پیشرفته	ریاضی فیزیک پیشرفته	۴	۸۱P ۱۰
۳۰	مکانیک آماری پیشرفته	-----	۴	۸۲XX
۳۱	نظریه نسبیت	-----	۴	۸۳XX
۳۲	مکانیک سماوی	-----	۴	۷۰F۱۵
۳۳	نظریه میدان های کلاسیک	ریاضی فیزیک پیشرفته	۴	۷۰S XX
۳۴	مکانیک محیط های پیوسته	-----	۴	۷۴A XX
۳۵	مکانیک سیالات	-----	۴	۷۶XX
۳۶	نظریه میدان های کوانتومی	مکانیک کوانتومی پیشرفته	۴	۸۱T XX
۳۷	نظریه جبر لی در فیزیک	-----	۴	۸۱R XX
۳۸	نظریه موجک	-----	۴	۴۲C۴۰
۳۹	مباحث ویژه در ریاضی فیزیک	-----	۴	۷۰XX
۴۰	مباحث ویژه در نظریه کدگذاری	-----	۴	۹۴XX
۴۱	نظریه و کاربرد روش های بدون شبکه	آنالیز عددی پیشرفته، آنالیز حقیقی	۴	۶۵MXX
۴۲	جبر خطی عددی پیشرفته	روش های عددی در جبر خطی	۴	۶۵XX





## تحقیق در عملیات پیشرفته Advanced Operational Research

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: اصلی مشترک	پیشنیاز: ندارد

### هدف درس:

تجزیه و تحلیل روشهای عددی برای حل مسائل برنامه ریزی خطی.

### رئوس مطالب:

مخروطهای چند وجهی، مجموعه های چند وجهی، نقاط رأسی، جتهای رأسی.  
جبر روش سیمپلکس، عملگرد ویژه سیمپلکس و شرایط بهینگی، دوگان و تحلیل حساسیت.  
لم فاركاش از طریق روش سیمپلکس، روش سیمپلکس اصلاح شده و روش سیمپلکس متغیرهای کران دار، تحلیل پارامتری، تحلیل حساسیت، برنامه ریزی آرمانی و برنامه ریزی متغیر صحیح.  
ارائه الگوریتم ها برای حل این گونه مسائل، الگوریتم های صفحات برشی وشاخه کران . روشهای دوگان . آشنایی با برنامه ریزی غیر خطی.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

### بازدید: ---

### منابع اصلی:

- 1- M. S. Bazara, J. J. Jarvis and H. D. Sherali, "Linear Programming and Network Flows", J. Wiley, 1990.
- 2- D. P. Bertsekas, "Nonlinear Programming", 2<sup>nd</sup> Edition, Athena scientific, 1999.
- 3- H.A.Taha, "Operational Research, An Introduction.", 8<sup>nd</sup> Edition, Pearson Hall, 2007.



## آنالیز حقیقی Real Analysis

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: اصلی مشترک	پیشنیاز: ندارد

### هدف درس:

بررسی مفاهیم اولیه آنالیز حقیقی، آنالیز تابعی، نظریه اندازه، فضای هیلبرت، فضای  $L^p$ ، فضای  $C_0(X)$  و دوگان آن در مقطع کارشناسی ارشد.

### رئوس مطالب:

مقدماتی از نظریه مجموعه شامل خاصیت ترتیبی، اعداد اصلی، اصل خوش ترتیبی و معادلهای آن. فضاهای متریک، مروری از توپولوژی مجموعه نقطه شامل تورها، فضاهای فشرد، فضاهای موضعاً فشرد و قضیه جادهی.

$\sigma$  - جبرها، اندازه ها، اندازه های خارجی، اندازه های بورل روی مجموعه اعداد حقیقی و فضاهای اقلیدسی  $n$  - بعدی. توابع اندازه پذیر، انتگرالگیری توابع غیرمنفی، انتگرالگیری توابع مختلط، حاصلضرب اندازه ها، انتگرال لبگ  $n$  - بعدی، اندازه های علامت دار.

قضیه لبگ - رادن نیکودیم، اندازه های مختلط، مشتق گیری اندازه ها، توابع با تغییرات کراندار، مقدماتی از آنالیز تابعی شامل فضاهای نرمدار، تابعهای خطی، دوگان.

قضیه بئر و نتایج آن، فضاهای توپولوژیکی برداری، فضاهای هیلبرت، قضایای اساسی فضاهای  $L^p$ ، دوگان فضاهای  $L^p$ ، تابعهای خطی و مثبت روی  $C_c(X)$ ، قضیه نمایش ریز، دوگان  $C_0(X)$ ، حاصلضرب اندازه های رادن، قضیه فوبینی.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

### بازدید: ---

### منابع اصلی:

- 1- G. Debarra, "Measure Theory and Integration", Albion/Horwood Pub. 2003.
- 2- P. M. Fitzpatrick and H. L. Royden, "Real Analysis", 1<sup>nd</sup> Edition, China Machine Press, 2009.
- 3- G. B. Folland, "Real Analysis", J. Wiley & Sons, Canada, 1999.
- 4- C. S. Kubrursky, "Measure Theory, A First Course", Academic Press, 2006.
- 5- W. Rudin, "Real and Complex Analysis", McGraw-Hill, 1987.



## آنالیز عددی پیشرفته

Advanced Numerical Analysis

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: اصلی مشترک	پیشنیاز: ندارد

### هدف درس:

در این درس دانشجویان مفاهیم پایداری، همگرایی و سازگاری روش های عددی را فرا می گیرند و نظریه تقریب و برخی روشهای تقریب توابع و تابعی ها را می آموزند و در نهایت با روش های حل عددی دستگاه معادلات غیرخطی آشنا می شوند.

### رئوس مطالب:

آنالیز خطا و پایداری: استاندارد IEEE؛ آنالیز خطاهای گرد کردن؛ آنالیز خطای انواع الگوریتم های عددی (مانند الگوریتم ضرب داخلی، ضرب ماتریسی، عملگرهای ریاضی در دستگاه مختلط و غیره)؛ تعریف پایداری، سازگاری و همگرایی و ارتباط آنها (قضیه هم ارزی لکس)؛ تعریف ضریب وضعیت و بدست آوردن ضریب وضعیت برخی مسائل ریاضی و الگوریتم های عددی؛ انواع آنالیزهای خطا و پایداری (پیشین، پسرو، پیشرو).

آشنایی با تقریب: مسئله بهترین تقریب؛ قضیه وایراشتراس؛ تقریب یکنواخت؛ صورت قضیه هم نوسانی؛ چندجمله ایهای چیبیشف و خواص آنها از جمله خاصیت مینیمال؛ تقریب در نرم دو؛ معادلات نرمال؛ دستگاه یکامتعامد؛ چندجمله ایهای متعامد و خواص آنها (از جمله خاصیت مینیمال و بحث در مورد ریشه ها)؛ چندجمله ایهای لژاندر و چیبیشف و لاگر و هرمیت؛ تقریب فوریه؛ تقریب کمترین مربعات گسسته.

درونیابی: مسئله وجود و یکتایی؛ فرمولهای درونیابی لاگرانژ، نیوتن، نویل، گرانیگایی و مقایسه آنها از دید پایداری و هزینه محاسباتی؛ برآورد خطای درونیابی به کمک فرمول هسته پانو؛ بحث در همگرایی، مثال رونگه، همگرایی در نرم بینهایت و نرم دو؛ پایداری مسئله درونیابی و ثابت لبگ؛ درونیابی هرمیت؛ درونیابی مثلثاتی و تبدیل فوریه سریع؛ درونیابی کسری و تقریب پاده؛ مسئله درونیابی تعمیم یافته؛ درونیابی چند متغیره؛ معرفی فضاهاها؛ درونیابی روی مستطیل و مثلث.

اسپلاین ها: فضای اسپلاین ها؛ ریشه های اسپلاین ها؛ اسپلاین های درونیاب؛ انواع شرایط مرزی؛ اسپلاین درونیاب مکعبی و خواص آن؛ B-اسپلاین ها و خواص آنها؛ درونیابی و تقریب به کمک B-اسپلاین ها؛ اسپلاین های چند متغیره. انتگرالگیری عددی: فرمول های نیوتن-کاتس؛ برآورد خطا به کمک فرمول هسته پانو؛ فرمولهای گاوسی (گاوس-لژاندر، گاوس-چیبیشف، گاوس-ژاکوبی، گاوس-لوباتو، گاوس-رادو)؛ خواص فرمولهای گاوسی؛ برآورد خطا؛ بسط اویلر مک لوران، برونیابی ریچاردسون، انتگرالگیری رامبرگ؛ فرمولهای انتگرالگیری خاص (انتگرالهای تکین و انتگرال روی دامنه های نامتناهی)؛ انتگرالگیری چندگانه روی مستطیل، مثلث و هرم.

حل معادلات غیرخطی: وضعیت و پایداری مسئله ریشه یابی؛ مروری بر روشهای تکرار نقطه ثابت و قضایای همگرایی؛ مروری بر روش نیوتن و نیوتن اصلاح شده و روش وتری و قضایای همگرایی هر کدام؛ روشهای یافتن ریشه های چندجمله ایها؛ روشهای یافتن ریشه های مختلط؛ روش نیوتن در حل دستگاه معادلات غیرخطی و آنالیز خطای آن؛ روشهای نیوتن اصلاح شده (حل تکراری دستگاه، روشهای تفاضل متناهی برای تقریب ژاکوبین و ... )؛ معرفی روشهای شبه نیوتنی، روش برویدن؛ کاربرد در بهینه سازی نامقید.



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: ---

منابع اصلی:

- 1- G. Dahlquist and A. Bjork, Numerical Methods in Scientific Computing, Volume I, SIAM, 2008.
- 2- W. Gautschi, "Numerical Analysis", 2<sup>nd</sup> edition, Birkhauser, 2012.
- 3- D. R. Kincaid and E. W. Cheney, "Numerical Analysis: Mathematics of Scientific Computing", 3rd edition, Brooks Cole, 2001.
- 4- R. Kress, "Numerical Analysis", Springer, 1998.
- 5- A. Quarteroni, R. Sacco and F. Saleri, "Numerical Mathematics", 2nd edition, Springer, 2007.
- 6- J. Stoer and B. Bulirsch, "Introduction to Numerical Analysis", 3rd edition, Springer, 2002.



## ریاضی فیزیک پیشرفته Advanced Mathematical Physics

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: --
نوع درس: تخصصی گرایش	حل تمرین:
	پیشنیاز: ندارد

### هدف درس:

آشنایی با مباحث ریاضی فیزیک پیشرفته جهت آماده سازی دانشجو برای دروس کارشناسی ارشد گرایش ریاضی فیزیک

### رئوس مطالب:

فضاهای برداری و جبر عملگری: فضاهای برداری، ضرب داخلی، تبدیلات خطی، جبر عملگرهای خطی (ماتریس‌ها) روی فضای متناهی، ماتریس‌ها الحاقی عملگرها، عملگرهای هرمیتی و یکانی، تانسورها و عملگرهای تانسوری، عملگرهای برافکنشی، طیف عملگرها.

معادلات دیفرانسیل (ریاضی فیزیک) با مشتقات جزئی، چند جمله‌ایهای متعامد، توابع خاص ریاضی فیزیک، توابع گرین، بسط، فوق هندسی و...

تبدیلات فوریه و لاپلاس.

خمینه‌ها دیفرانسیل: فضاهای مماسی و هم مماسی، میدان‌های برداری، فرم‌های دیفرانسیل، تانسورها، حساب روی خمینه‌ها. نظریهٔ گروه‌ها: تعریف گروه‌ها، زیر گروه‌ها، کنش گروه، گروه تقارنی، نمایش گروه‌ها، معرفی گروه‌ها و جبرهای لی با نمایش ماتریسی نظیر  $so(n)$ ,  $su(n)$ ,  $sp(2n)$ .

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

### بازدید: ---

### منابع اصلی:

- 1- S. Hassani, "Mathematical Physics: A Modern Introduction to its Foundations", Springer, 2000.
- 2- P.Szekeres, "A Course in Modern Mathematical Physics: Groups, Hilbert Space and Differential Geometry", Cambridge University Press, 2004.



## روش عناصر متناهی Finite Elements Method

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: آنالیز عددی پیشرفته

### هدف درس:

بررسی روش عناصر متناهی برای حل معادلات دیفرانسیل جزئی، بررسی همگرایی آن و نحوه برنامه نویسی آن در رایانه و همچنین کاربردهای آن در مسائل گوناگون.

### رئوس مطالب:

آنالیز تابعی: فضاهاى هیلبرت، قضیه نمایش ریتس، معرفی مشتق ضعیف، فضاها و نرم های سوبولف. فرم ضعیف مسائل مقدار مرزی: قضایای دیورژانس و گرین، مینیمم انرژی، انواع شرایط مرزی، نظریه وجود و یکتایی فرم ضعیف، فرم های تغییراتی برای مسائل متقارن و نامتقارن، قضیه لکس-میگرام، بررسی شرایط مرزی نویمان و مخلوط. روش گلرکین: قضیه تصویر، روش گلرکین برای یک مسئله تغییراتی. تقریب های عناصر متناهی: چندجمله ایهای تکه ای خطی، درجه دو و مکعبی روی مثلث، روش تسلسلی برای ساختن پایه های درجه بالاتر، انتگرالگیری عددی روی مثلثها، اسمبل کردن و تولید ماتریس سختی، المان های مستطیلی، المان های سه بعدی و تقریب های سه بعدی (روی هرم و چند وجهی های دیگر)، روش عناصر متناهی ایزوپارامتریک (المان های خمینه). همگرایی: مرتبه همگرایی تقریب با چندجمله ایهای تکه ای، قضیه Cea، همگرایی در نرم انرژی، همگرایی در نرم دو، همگرایی در نرم بینهایت، انواع الگوریتم های اصلاح شبکه. پیاده سازی: برنامه نویسی روش عناصر متناهی، روشهای حل مستقیم و تکراری ماتریس سختی، روشهای چندشبکه ای. مباحث دیگر: روش عناصر متناهی غیر انطباقی (nonconforming)؛ روش های تطبیقی (Adaptive)، انواع الگوریتم های تطبیقی؛ پیشگویی و تخمین خطای پسین و انواع الگوریتم های تخمین زن؛ کاربرد روش المان متناهی در مسائل وابسته به زمان، مسائل غیرخطی، کاربرد در مکانیک جامدات (مسائل الاستیسیته) و مکانیک سیالات.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

### بازدید: ---

### منابع اصلی:

1-D. Braess, "Finite Elements, Theory, Fast solvers, and Applications in Elasticity Theory", Cambridge University Press, 3rd edition, 2007.



- 2- S. C. Brenner and L. R. Scott, “The Mathematical Theory of Finite Element Methods”, Springer, 3rd edition, 2008.
- 3- P.G. Ciarlet, “The Finite Element Method for Elliptic Problems”, North-Holland, 1978.
- 4- M. S. Gockenbach, “Understanding and Implementing the Finite Element Method”, SIAM, 2006.
- 5- G. Strang and G.J. Fix, “An Analysis of the finite Element Method”, Prentice-Hall, 1973.
- 6- J. N. Reddy, “An Introduction to the Finite Element Method”, McGraw-Hill, Inc. 2nd edition, 1993.



## حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی

Numerical Solution of Ordinary Differential Equations

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: آنالیز عددی پیشرفته

### هدف درس:

در این درس دانشجویان روش‌های عددی حل معادلات دیفرانسیل معمولی و معادلات دیفرانسیل جبری را به‌همراه آنالیزهای خطا و پایداری فرا می‌گیرند.

### رئوس مطالب:

آشنایی: نظریه معادلات دیفرانسیل معمولی، پایداری مسئله مقدار اولیه.  
روش‌های کلاسیک: روش‌های اویلر پیشرو و پسرو و دوزنقه‌ای به‌همراه آنالیز خطای و آنالیز خطای مجانبی (برونبایی ریچاردسون)، پایداری عددی این روش‌ها، A-پایداری و صفر-پایداری، رابطه بین پایداری و سازگاری و همگرایی، تأثیر خطاهای گرد کردن؛ حل دستگاه‌های معادلات دیفرانسیل معمولی، روش خطوط در حل معادلات دیفرانسیل جزئی.  
روش‌های رونگ-کوتا: جدول ضرایب بوچر، همگرایی، پایداری و خطای مجانبی روش‌های رونگ-کوتای صریح، روش‌های پیشگویی و اصلاح خطا در این روش‌ها؛ روش‌های رونگ-کوتا-فلنبرگ؛ روش‌های رونگ-کوتای ضمنی و جدول ضرایب بوچر، آنالیز همگرایی و پایداری آنها، حوزه‌های پایداری؛  
روش‌های چندگامی: روش‌های آدامز-بشفورت و آدامز-مولتن، آنالیز خطا، پایداری و سازگاری، پایداری نسبی و پایداری ضعیف و مفهوم G-پایداری، حوزه‌های پایداری این روش‌ها، نحوه پیاده‌سازی.  
روش‌های ترکیبی (Hybrid): روش‌های شبه رونگ-کوتا و روش‌های چندگامی خطی تعمیم یافته.  
معادلات دیفرانسیل سرسخت (Stiff): چند مثال از معادلات سرسخت، A-پایداری و L-پایداری، روش‌های رونگ-کوتای ضمنی برای حل معادلات سرسخت.  
معادلات دیفرانسیل جبری (ADE): تخمین یک ADE با یک ODE سرسخت، معرفی اندیس ADE، تعریف راندگی (Drift)، کاهش اندیس و پایدار سازی، روش‌های پسرو در حل یک ADE با اندیس‌های مختلف، روش‌های رونگ-کوتا برای مسائل با اندیس مختلف.  
معادلات دیفرانسیل معمولی مقدار مرزی: پایداری و سرسختی مسئله، انواع روش‌های تفاضلات متناهی، بررسی سازگاری، پایداری و همگرایی، حل مسائل غیرخطی، روش پرتابی و آنالیز خطای آن، روش‌های هم مکانی.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-





بازدید: ---

منابع اصلی:

- 1- U.M. Ascher and L.R. Petzold, "Computer Methods for Ordinary Differential Equations and Differential-Algebraic Equations", SIAM, 1998.
- 2- K. E. Atkinson, W. Han and D. Stewart, "Numerical Solution of Ordinary Differential Equations", Wiley, 2009.
- 3- J. C. Butcher, "Numerical Methods for Ordinary Differential Equations", John Wiley & Sons, 2008.
- 4- J. D. Lambert, "Numerical Methods for Ordinary Differential Equations: The Initial Value Problem", 2<sup>nd</sup> Edition, Wiley, 1991.
- 5- R. J. LeVeque, "Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations", SIAM, 2007.



## روشهای عددی در جبر خطی

### Numerical Methods in Linear Algebra

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: آنالیز عددی پیشرفته

#### هدف درس:

در این درس دانشجویان با روشهای عددی حل دستگاههای معادلات خطی و آنالیز پایداری و همگرایی آنها آشنا می‌شوند و همچنین روشهای عددی مسائل مقدار ویژه را فرا می‌گیرند.

#### رئوس مطالب:

مفاهیم اولیه: نرم‌های برداری و ماتریسی، تعریف پایداری ریاضی و پایداری عددی، آنالیزهای پایداری پسر و پیشرو، ضریب وضعیت دستگاه معادلات خطی، تاثیرات اختلال در دستگاه معادلات خطی، چهار زیرفضای اصلی (فضاهای سطری، ستونی، بوج، بوج چپ)، نمودار اشتراک،

روشهای تجزیه مستقیم: روش حذفی گاوس، آنالیز پایداری و بررسی فاکتور رشد، روشهای تجزیه LU و چولسکی، حل دستگاههای هسنبیگی و سه قطری و تحلیل پایداری.

حل به روش کمترین مربعات: تجزیه QR به کمک ماتریسهای هاسهولدر و ماتریسهای گیونز و الگوریتم گرم-اشمیت، یکتایی تجزیه QR، پایداری تجزیه QR، تصویر به کمک تجزیه QR، حل کمترین مربعات به کمک تجزیه QR؛ مقادیر تکین، تجزیه SVD، قضیه وجود و یکتایی، روش گالوب-کاهان-راینش برای تجزیه SVD، خواص و کاربردهای تجزیه SVD، تصویر به کمک تجزیه SVD، حل کمترین مربعات به کمک تجزیه SVD.

روشهای تکراری برای مسائل با مقیاس بزرگ: روشهای تکراری و آنالیز همگرایی کلی؛ روشهای ژاکوبی، گاوس-سایدل و SOR به همراه بررسی مسائل خاص از قبیل ماتریسهای معین مثبت؛ روشهای زیرفضاهای کریلف: الگوریتمهای آرنولد و لنچوز، روشهای گلرکین، روش GMRES، روش سریع‌ترین کاهش و گرادیان مزدوج برای ماتریسهای معین مثبت، حل دستگاههای نامعین با روشهای نوع گرادیان مزدوج از قبیل MINRES و SYMMLQ، الگوریتم لنچوز نامتقارن، روش گرادیان دو-مزدوج، روش QMR.

روشهای عددی در مقادیر ویژه: خاستگاههای فیزیکی مقادیر و بردارهای ویژه؛ مکان مقادیر ویژه در صفحه مختلط و قضایای گرشگورین؛ روش توانی؛ روش تکرار خارج قسمت ریلی؛ حساسیت مقادیر و بردارهای ویژه؛ تبدیل به ماتریسهای متشابه از راه قطری سازی و کاهش به فرم هسنبیگ؛ روش تکرار QR، روش هسنبیگ-QR، روش تکرار QR ضمنی؛ فرم حقیقی شور، تجزیه شور؛ محاسبه بردارهای ویژه؛ الگوریتمهای عددی برای ماتریسهای متقارن؛ روش دو بخشی برای ماتریس سه قطری متقارن، روش تکرار QR متقارن، روش ژاکوبی، روش تقسیم و تسخیر (divide-and-conquer)؛ مسئله مقدار ویژه تعمیم یافته؛ تجزیه‌های شور تعمیم یافته و فرم حقیقی شور تعمیم یافته، الگوریتم QZ؛ محاسبه بردارهای ویژه تعمیم یافته؛ مسئله مقدار ویژه تعمیم یافته برای ماتریسهای معین مثبت؛ مسئله مقدار ویژه درجه دو.



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: ---

منابع اصلی:

- 1- B. N. Datta, "Numerical linear Algebra and Applications", 2<sup>nd</sup> Edition, SIAM, 2010.
- 2- J.W. Demmel, "Applied Numerical Linear Algebra", SIAM, 1997.
- 3- G. H. Golub and C. F. Van loan, "Matrix Computation", 4<sup>rd</sup> edition, JHU Press, 2013.
- 4- N.J. Higham, "Accuracy and Stability of Numerical Algorithms", 2<sup>nd</sup> edition, SIAM, 2002.
- 5- Y. Saad, "Iterative Methods for Sparse Linear Systems", 2<sup>nd</sup> edition, SIAM, 2003.
- 6- L.N. Trefethen, D. Bau, III, "Numerical Linear Algebra", SIAM, 1997
- 7- D. S. Watkins, "Fundamental of Matrix Computations", 2<sup>nd</sup> edition, Wiley 2002.



## نظریه تقریب

### Approximation Theory

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: --
نوع درس: تخصصی گرایش	حل تمرین:
	پیشنیاز: آنالیز عددی پیشرفته، آنالیز حقیقی

#### هدف درس:

در این درس دانشجویان بهترین تقریب توابع در زیرفضاهای مختلف و انواع روشهای تقریب یک متغیره و چند متغیره و الگوریتم های محاسبه آنها را می آموزند.

#### رئوس مطالب:

مسئله بهترین تقریب: مروری بر فضاهای متریک و فضاهای ضرب داخلی؛ وجود بهترین تقریب در فضاهای متریک و نرم دار؛ نرم های اکیدا محدب؛ یکتایی بهترین تقریب؛ عملگرهای تقریب و پیوستگی آنها؛ ثابت های لبگ؛ مروری بر نظریه درونیایی. تقریب یکنواخت: قضیه وایرستراس، چندجمله ایهای برنشتاین و مشتقات آنها؛ عملگرهای یکنوا؛ مدول پیوستگی؛ مرتبه همگرایی تقریب با چندجمله ایها؛ قضایای جکسون؛ اصل کراندرای یکنواخت؛ قضیه هم نوسانی و ساختار بهترین تقریب یکنواخت چندجمله ای (چندجمله ای مینیماکس)، وجود و یکتایی، کران خطای چندجمله ای مینیماکس؛ چندجمله ایهای چیشف؛ تعمیم به فضاهای هار؛ تقریب یکنواخت روی مجموعه متناهی از نقاط؛ روشهای محاسبه چندجمله ای مینیماکس شامل روش ریمز و همگرایی آن و روش برنامه ریزی خطی.

تقریب کمترین مربعات: نحوه بدست آوردن تقریب کمترین مربعات، معادلات نرمال، دستگاه یکامتعامل، چندجمله ایهای متعامد و بررسی خواص آنها، همگرایی بسط های متعامد و فضاهای کامل، بسط لژاندر، بسط چیشف، بسط لاگر، بسط هرمیت، همگرایی طیفی؛ مروری بر فرمول های انتگرالگیری گاوسی، تقریب کمترین مربعات روی مجموعه متناهی از نقاط.

تقریب توابع متناوب: چندجمله ایهای مثلثاتی، قضیه وایرستراس، سری فوریه و عملگر فوریه، قضیه دینی-لیپشیتس، پدیده گیسیس، هسته های دیریکله و فِجر، بررسی همگرایی سری فوریه در نرم بینهایت و نرم دو، کاربرد اصل کراندرای یکنواخت در تقریب فوریه، تقریب فوریه گسسته و تبدیل سریع فوریه. درونیایی مثلثاتی و بررسی همگرایی طیفی و پایداری آن و ارتباط آن با چندجمله ایهای چیشف.

تقریب کسری: بهترین تقریب مینیماکس کسری؛ قضیه وجودی و ساختار بهترین تقریب؛ الگوریتم ریمز و بررسی همگرایی آن؛ کسرهای تسلسلی.

تقریب در نرم یک: بهترین تقریب در نرم یک، شرایط لازم و کافی بهترین تقریب در نرم یک، تقریب گسسته، روشهای محاسبه مانند برنامه ریزی خطی.



اسپلاین‌ها: فضای اسپلاین‌ها، اسپلاین‌های درونیاب و B-اسپلاین‌ها و خواص آنها؛ همگرایی تقریب با اسپلاین‌ها، همگرایی در نرم یکنواخت، یافتن خطا به کمک فرمول هسته پآنو، اسپلاین‌های کامل، تقریب در نرم یک به کمک B-اسپلاین‌ها، درونیابی بهینه و خواص آن.

تقریب چندمتغیره: فضاهای هار و قضیه مایرهابر-کورتیس، ضرب تانسوری، تقریب روی نواحی خاص به کمک شبکه بندی، تقریب روی نقاط پراکنده (تقریب بدون شبکه)، درونیابی به کمک توابع پایه‌ای شعاعی، تقریب شیارد و تقریب کمترین مربعات متحرک.

نکته: عنوان برخی مباحث این درس (مانند سری فوریه، اسپلاین و ...) در درس آنالیز عددی پیشرفته نیز آمده است، اما در اینجا این مباحث بایستی به طور جامع تر و با جزئیات بیشتر و گاهی با نگاهی متفاوت ارائه شوند.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: ---

### منابع اصلی:

- 1- E. W. Cheney, "Introduction to Approximation Theory", AMS Publication, 2nd edition, 1982.
- 2- E. W. Cheney and W. Light, "A Course in Approximation Theory", AMS Publication, 2000.
- 3- R. A. DeVore and G. G. Lorentz, "Constructive Approximation", Springer, 1993.
- 4- G. Nürnberger, "Approximation by Spline Functions", Springer, 1989.
- 5- M. J. D. Powell, "Approximation Theory and Methods", Cambridge University Press, 1981.
- 6- T. J. Rivlin, "An introduction to the Approximation of Functions", Dover Publication, 2003 (Republication of the originally published by the Blaisdell Publication Co. in 1669).
- 7- L. N. Trefethen, "Approximation Theory and Approximation Practice", SIAM, 2013.

## حل عددی معادلات با مشتقات جزئی

### Numerical Solution of Partial Differential Equations

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: آنالیز عددی پیشرفته

#### هدف درس:

عمده این درس حل عددی معادلات دیفرانسیل جزئی با روشهای تفاضلات متناهی (FDM) است. دانشجویان در این قسمت با این روش‌ها و آنالیز پایداری و خطای آن‌ها آشنا می‌شوند. در نهایت روش‌های عددی دیگر نیز معرفی می‌شوند.

#### رئوس مطالب:

دسته بندی: دسته بندی معادلات دیفرانسیل جزئی و معرفی برخی معادلات دیفرانسیل جزئی مهم، طرح‌ها و عملگرهای تفاضلات متناهی روی نواحی منظم و نامنظم.

حل تفاضلات متناهی معادلات بیضوی: طرحهای تفاضلات متناهی برای معادله لاپلاس با انواع شرایط مرزی، آنالیز خطا به کمک اصل ماکزیمم، حل روی نواحی با مرز خمیده، حل تفاضلات متناهی در مختصات قطبی و کروی، مروری بر روشهای تکرار حل دستگاه معادلات خطی در مقیاس بزرگ.

حل تفاضلات متناهی معادلات سهموی: روش‌های صریح و ضمنی و وزنی به همراه بدست آوردن خطاهای برشی و اثبات سازگاری، آنالیز پایداری آنها با روش‌های مختلف (روش فوریه، روش ماتریسی و غیره)، اثبات همگرایی به کمک اصل ماکسیمال، حل معادله گرما در مختصات استوانه‌ای و کروی با تقارن (یک بعدی)؛ روشهای چندگامی در زمان، روش خطوط و ارتباط بین پایداری معادلات دیفرانسیل معمولی و جزئی، حل برخی مسائل غیر خطی؛ حل معادلات سهموی در حالت دو و سه بعدی با روش‌های صریح و روشهای ADI و LOD به همراه بررسی همگرایی و پایداری و مزایا و معایب هر یک، حل مسائل چند بعدی روی نواحی با مرز خمیده؛ حل معادلات انتقال گرما در مختصات قطبی و استوانه‌ای و کروی بدون تقارن.

حل تفاضلات متناهی معادلات هذلولوی: معرفی مختصات مشخصه و مروری بر حل تحلیلی معادلات موج یک طرفه (مرتبه اول) و دو طرفه (مرتبه دوم)، تعریف دامنه تأثیر، طرح‌های تفاضلاتی upwind و downwind، تعریف دامنه تأثیر عددی و شرط CFL، طرحهای تفاضلاتی لکس-وندروف و لکس-فردریش، box و leap-frog، آنالیز خطا و پایداری طرح‌های گفته شده، حل تفاضلات متناهی دستگاههای هذلولوی، بررسی حالت دو بعدی، حل تفاضلات متناهی معادله موج دو طرفه.

معرفی یکی از روش‌های زیر: روش حجم‌های متناهی (FVM)، روش‌های طیفی (Spectral Methods)، روش عناصر متناهی (FEM)، روش المان‌های مرزی (BEM)، روش‌های بدون شبکه (Meshless Methods).

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-



بازدید: ---

منابع اصلی:

- 1- W. F. Ames, "Numerical Methods for Partial Differential Equations", Academic Press, 2<sup>nd</sup> Edition, 1977.
- 2- R. J. LeVeque, "Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations", SIAM, 2007.
- 3- K. W. Morton and D. Mayers, "Numerical Solution of Partial Differential Equations", Cambridge University Press, 2<sup>nd</sup> Edition, 2005.
- 4- J. C. Strikwerda, "Finite difference schemes and partial differential equations", 2<sup>nd</sup> Edition, SIAM, 2004.



## حل عددی معادلات انتگرال

### Numerical Solution of Integral Equations

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: آنالیز عددی پیشرفته، آنالیز حقیقی

#### هدف درس:

در این درس دانشجویان روش‌های عددی حل معادلات انتگرال بخصوص معادلات انتگرال فردهم و ولترا را به‌همراه آنالیزهای خطا و پایداری فرا می‌گیرند و با روش‌های عددی برای حل برخی دیگر از انواع معادلات انتگرال آشنا می‌شوند.

#### رئوس مطالب:

دسته‌بندی: دسته بندی معادلات انتگرال به انواع فردهم، ولترا؛ خطی، غیر خطی؛ منظم، منفرد؛ و ارائه مثال در هر مورد معادلات فردهم نوع دوم: عملگرهای انتگرال فشرده روی فضای توابع پیوسته و فضای  $C$ ؛ قضیه وجود و یکتایی فردهم، عملگرهای انتگرال غیرفشرده؛ روشهای هسته تبهگن: روشهای تقریب با بسط تیلر، تقریب با درونیابی و تقریب با بسط های متعامد؛ قضیه کلی همگرایی؛ بررسی وضعیت دستگاه معادلات خطی نهایی در هر مورد؛ معایب این روشها. روشهای تصویری: نظریه کلی؛ روشهای هم مکانی و گلرکین به‌همراه قضایای همگرایی و بحث در پایداری؛ روشهای تکرار تصویری هم مکانی و گلرکین به‌همراه قضایای همگرایی و بررسی وضعیت ماتریسهای نهایی. روش نیشتروم: روش نیشتروم به‌همراه آنالیز خطای کلی و وضعیت ماتریس نهایی؛ روشهای انتگرال ضربی برای معادلات با هسته تکین؛ روشهای هم مکانی گسسته و گلرکین گسسته. معادلات چندبعدي: حل روی نواحی چندضلعی با روش‌های هم مکانی، هم مکانی گسسته، گلرکین، گلرکین گسسته و نیشتروم به‌همراه آنالیز خطا در هر مورد؛ حل عددی روی یک رویه هموار در فضای سه بعدی. معادلات ولترا نوع دوم: قضایای وجود و یکتایی جواب؛ حل عددی با روش‌های فرمول انتگرالگیری عددی و روشهای بلوکی به‌همراه آنالیز خطا و پایداری؛ حل با روشهای رونگه-کوتا؛ تبدیل به معادله فردهم؛ حل معادلات ولترا با روش‌های هم مکانی، حل معادلات ولترا با هسته تکین به کمک فرمول‌های انتگرال ضربی؛ حل دستگاه معادلات انتگرال ولترا مباحث دیگر: معادلات ولترا و فردهم نوع اول و بحث در شرایط وجود جواب و پایداری، برخی روشهای حل عددی؛ معادلات انتگرال-دیفرانسیل و شرایط وجود جواب، برخی روشهای حل عددی.

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-





بازدید: ---

منابع اصلی:

- 1- K. E. Atkinson, "The numerical solution of integral equations of the second kind", Cambridge University Press, 1997.
- 2- H. Brunner, "Collocation Methods for Volterra Integral and Related Functional Equations", Cambridge University Press, 2004.
- 3- L. M. Delves and J. L. Mohamed, "Computational methods for integral equations", Cambridge University Press, 1985.
- 4- M. A. Golberg, "Numerical solution of integral equations", Springer, 1990.
- 5- R. Kress, "Linear Integral Equations", 2<sup>nd</sup> Edition, Springer, 1999.
- 6- P. Linz, "Analytical and Numerical Methods for Volterra Equations", SIAM, 1985.



## مباحث ویژه در آنالیز عددی

### Special Topics in Numerical Analysis

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

#### هدف درس:

سوق دادن دانشجو به سمت مسائل تحقیقاتی در آنالیز عددی.

#### رئوس مطالب:

سرفصل درس به همراه منابع در ابتدای هر نیمسال توسط مدرس مربوطه جهت تصویب به گروه ارائه خواهد شد.

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: ---



**مباحث ویژه در معادلات دیفرانسیل معمولی**  
Special Topics in Ordinary Differential Equations

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: --
نوع درس: تخصصی گرایش	حل تمرین:
	پیشنیاز: ندارد

**هدف درس:**

سوق دادن دانشجو به سمت مسائل تحقیقاتی در معادلات دیفرانسیل معمولی.

**رئوس مطالب:**

سرفصل درس به همراه منابع در ابتدای هر نیمسال توسط مدرس مربوطه جهت تصویب به گروه ارائه خواهد شد.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

**بازدید: ---**



## معادلات انتگرال

### Integral Equations

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: آنالیز حقیقی

#### هدف درس:

در این درس دانشجویان با نظریه معادلات انتگرال، وجود و یکتایی جواب انواع معادلات و ارتباط آن با معادلات دیفرانسیل آشنا می‌شوند.

#### رئوس مطالب:

فضاهای نرم دار؛ عملگرهای فشرده و سریهای نویمان؛ نظریه ریتس برای عملگرهای فشرده؛ نظریه طیفی برای عملگرهای فشرده؛ معادلات انتگرال ولترا؛ سیستم های دوگان؛ سیستم های دوگان مثبت؛ نظریه فردلهم؛ مسائل مقدار مرزی؛ منظم سازی در سیستم‌های دوگان و حل‌پذیری نرمال؛ نظریه پتانسیل؛ توابع هارمونیک؛ قضیه و فرمول گرین وجود و یکتایی مسائل دیریکله و نویمان؛ پتانسیل سطح؛ معادلات انتگرال تکین، مسئله کوشی (قضایای نودر) و ریمان و پتانسیل لگاریتمی؛ فضاهای سوبولف، جواب ضعیف مسائل مقدار مرزی، معادلات مقدار اولیه (معادله انتقال حرارت)، پتانسیل گرمایی، وجود و یکتایی مسائل مقدار اولیه، تقریب عملگر، اصل کرانداری یکنواخت، عملگرهای فشرده جمعی (Collective)؛ معادلات انتگرال نوع اول: مسائل بدوضع، منظم سازی مسائل بدوضع، عملگرهای فشرده خودالحاق، تجزیه مقادیر تکین (SVD)، روش‌های منظم سازی، منظم سازی تیخونوف، منظم سازی به کمک گسسته سازی.

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

#### بازدید: ---

#### منابع اصلی:

- 1- C. Corduneanu, "Integral Equations and Applications", Cambridge University Press, 1991.
- 2- H. Hochstadt, "Integral Equations", Wiley, 1973.
- 3- R. P. Kanwal, "Linear Integral Equations: Theory and Technique", Academic Press, 1971.
- 4- R. Kress, "Linear Integral Equations", 2<sup>nd</sup> Edition, Springer, 1999.
- 5- F. Smithies, "Integral Equations", Cambridge University Press, 1958.



## مباحث ویژه در معادلات انتگرال

### Special Topics in Integral Equations

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

#### هدف درس:

سوق دادن دانشجو به سمت مسائل تحقیقاتی در معادلات انتگرال.

#### رئوس مطالب:

سرفصل درس به همراه منابع در ابتدای هر نیمسال توسط مدرس مربوطه جهت تصویب به گروه ارائه خواهد شد.

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: ---



## آنالیز تابعی کاربردی

### Applied Functional Analysis

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: آنالیز حقیقی

#### هدف درس:

بررسی و مطالعه مسائل اولیه و اساسی در آنالیز تابعی و کاربردهای آن.

#### رئوس مطالب:

معرفی فضاهای هیلبرت و نرم‌دار - قضایای بهترین تقریب - زیر فضا و فضای خارج قسمت، حاصلضرب فضاهای هیلبرت، پایه متعاد برای فضاهای هیلبرت.

گسترش عملگرهای خطی پیوسته و فضایی جدا سازی، دو گان فضاهای هیلبرت و ترانهاده عملگرهای خطی - دوگان فضاهای خارج قسمت و حاصلضرب متناهی فضاهای هیلبرت.

قضیه باناخ - گراف بسته و اصل کراندار یکنواخت.

ساختن فضاهای هیلبرت فضای  $L^2$  عملگر پیچش، فضای سوبولوف از توابع یک متغیره و دوگان آنها، فضای سوبولوف توابع چند متغیره و دوگان آنها، مقدمه ای بر آنالیز مجموعه مقدار و آنالیز محدب .

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

#### بازدید: ---

#### منابع اصلی:

- 1- J. P. Aubin, "Applied functional analysis.", 2<sup>nd</sup> Edition, Pure and Applied Mathematics. Wiley-Interscience, New York, 2000.
- 2- L. F. Demkowicz and O. J. Tinsley, "Applied functional analysis.", 2<sup>nd</sup> Edition, CRC Press, Boca Raton, FL, 2010.
- 3- M. Milan, "Applied functional analysis and partial differential equations.", World Scientific Publishing Co., Inc., River Edge, NJ, 1998.
- 4- E. Zeidler, "Applied functional analysis. Main principles and their-applications.", Applied Mathematical Sciences, 109. Springer- Verlag, New York, 1995.



**بهینه سازی پیشرفته (۱)**  
Advanced Optimization (1)

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

**هدف درس:**

بررسی مسائل بهینه سازی محدب و مشخص نمودن شرایط لازم و کافی بهینگی.

**رئوس مطالب:**

قضایای تفکیک پذیری فارکاش و گردان، نقاط اکستریموم و توابع محدب تعمیم یافته.

شرایط لازم و کافی برای بهینگی از مرتبه اول، قضایای فریتزجان و کاروش کان تاکر، شرایط لازم و کافی برای بهینگی از مرتبه دوم.

انواع قیدهای جامع، دوگانگی لاگرانژ و شرایط بهینگی نقطه زینی.

مسائل دوگان و روش حل آنها، آشنائی با الگوریتم ها و همگرایی آنها برای حل مسائل بهینه سازی.

آشنائی با روش های عددی برای حل مسائل بهینه سازی.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

**بازدید: ---**

**منابع اصلی:**

- 1- S.S. Antman and J. E. Marsden, L. Sirovich, "Introduction to Optimization", Springer, 2003.
- 2-M. S. Bazara, H. D. Sherali and C. M. Shetty, "Nonlinear Programming, Theory and Algorithms", 2<sup>nd</sup> Edition, J. Wiley, 1993.
- 3- D. P. Bertsekas, "Nonlinear Programming", 2<sup>nd</sup> Edition, Athena scientific, 1999.



**بهینه سازی پیشرفته (۲)**  
Advanced Optimization (2)

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: بهینه سازی پیشرفته (۱)

**هدف درس:**

معرفی انواع مختلف مسائل برنامه ریزی غیرخطی و بحث در مورد روشهای حل آنها.

**رئوس مطالب:**

معرفی انواع مسائل بهینه سازی غیرخطی.

مسائل برنامه ریزی چند سطحی و شرایط بهینگی، مسائل برنامه ریزی کسری و شرایط بهینگی، مسائل بهینه سازی غیرهموار.

مسائل برنامه ریزی چندهدفه، ارزیابی جوابهای موثر سره و جوابهای موثر ضعیف، شرایط کان تاکر برای مسائل چندهدفه. پایداری جوابهای موثر سره، دوگانگی در مسائل برنامه ریزی چندهدفه، دوگانگی مزدوج روی جوابهای موثر ضعیف.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

**بازدید: ---**

**منابع اصلی:**

- 1- J. F. Bard, "Practical Bilevel Optimization", Kluwer, 1998.
- 2- D. G. Luenberger and Y. Ye, "Linear and Nonlinear Programming", 3<sup>rd</sup> Edition, Springer, 2008.
- 3- M. M. Mäkelä and P. Neittaanmäki, "Nonsmooth Optimization", World Scientific, 1992.
- 4- K. M. Miettinen, "Nonlinear Multiobjective Optimization", Kluwer, 1999.
- 5- H. Nakayama, Y. Sawarag and T. Tanino, "Theory of Multiobjective Optimization", Academic Press, 1985.





## برنامه ریزی پویا

Dynamic Programming

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: همزمان با آنالیز حقیقی

### هدف درس:

بررسی و مطالعه مسائل کنترل بهینه از طریق حل معادلات همیلتون ژاکوبی و همچنین مسائل نامتناهی کنترل بهینه. سیستم های پویای قطعی احتمالی، مسائل زمان پیوسته قطعی، الگوریتم های مربوطه.

### رئوس مطالب:

تابع ارزش و جوابهای تعمیم یافته از معادله همیلتون ژاکوبی، تابع تحقق (Verification).

مسائل مقید همراه با فضای حالت، شرایط لازم در بهینه سازی پویا.

مسئله بولزا تعمیم یافته، مسئله دیفرانسیل شمولی همراه با نقطه نهائی آزاد.

اصل ماکزیمم، قضیه تحقق، ارزیابی دیفرانسیلی از تابع ارزش، مسائل نامتناهی کنترل بهینه، شرایط مرتبه دوم بهینگی برای مسائل کنترل بهینه.

الگوریتم های برنامه ریزی پویا، سیستم های پویای قطعی و مسائل کوتاهترین مسیر، الگوریتم های کوتاهترین مسیر، مسائل کنترل زمان پیوسته قطعی.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

### بازدید: ---

### منابع اصلی:

- 1- M. Bardi and I. Capuzzo-Dolcetta, "Optimal Control and Viscosity Solutions of Hamilton-Jacobi-Bellman Equation", Birkhäuser, 1997.
- 2- A. C. Chiang, "Elements of Dynamic Optimization", Inc, McGraw-Hill, Ny, 1992.
- 3- T.L.Friesz, "Dynamic Optimization and differential Games", Springer, 2010.
- 4- P. D. Loewen, "Optimal Control Via Nonsmooth Analysis.", American Mathematical Society, 1993.



## روشهای عددی در برنامه ریزی غیر خطی

### Numerical Methods in Nonlinear Programming

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: آنالیز عددی پیشرفته

#### هدف درس:

بررسی و مطالعه با روشهای عددی برای حل مسائل بهینه سازی غیر خطی و بررسی شرایط لازم و کافی برای مسائل بهینه سازی غیر هموار.

#### رئوس مطالب:

معرفی روشهای عددی برای حل مسائل بهینه سازی، مسائل بهینه سازی بدون قید. روش گرادیان، روش نیوتون، روش جتهای مزدوج، مسائل بهینه سازی روی یک مجموعه محدب، روش های عددی برای حل این گونه مسائل از جمله روش جتهای موجه، روش تصویر گرادیان، تئوری ضرایب لاگرانژ، روش جریمه. آنالیز حساسیت، شرایط مرتبه دوم بهینگی و حساسیتها، دوگانگی در مسائل برنامه ریزی محدب. آشنائی با مسائل بهینه سازی غیر هموار، دوگان لاگرانژ، شرایط لازم و کافی بهینگی برای مسائل بهینه سازی غیر هموار، شرایط بهینگی مرتبه دوم برای مسائل غیر هموار.

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

#### بازدید: ---

#### منابع اصلی:

- 1- G. Allaire, "Numerical Analysis and Optimization", Oxford science, Publication, 2005.
- 2- M. S. Bazara, H. D. Sherali and C. M. Shetty, "Nonlinear Programming, Theory and Algorithms", 2<sup>nd</sup> Edition, J. Wiley, 1993.
- 3- D. P. Bertsekas, "Nonlinear Programming", 2<sup>nd</sup> Edition, Athena scientific, 1999.
- 4- D. G. Luenberger and Y. Ye, "Linear and Nonlinear Programming", 3<sup>rd</sup> Edition, Springer, 2008.



## کنترل بهینه (۱) Optimal Control (1)

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: همزمان با آنالیز حقیقی

### هدف درس:

بررسی و مطالعه مسائل کنترل خطی و حساب تغییرات و روشهای حساب تغییرات در مسائل کنترل بهینه و معرفی کاربردهائی از مسائل کنترل بهینه.

### رئوس مطالب:

معرفی سیستم های کنترل، سیستم های کنترل خطی.

مدل بندی مسائل کنترل بهینه.

حساب تغییرات، بررسی شرایط اویلر- لاگرانژ و شرایط لژاندر، مسائل با نقطه انتهائی غیر ثابت، محاسبه منحنی های کمینه. مسائل ثابت محیطی، شرایط کافی برای بهینگی، میدان اکسترمال ها، انتگرال ناوردای هیلبرت، شرایط ژاکوبی، کنترل دستگاههای مرتبه اول و کنترل دستگاههای که با معادلات دیفرانسیل معمولی همراه شده اند، کنترل بهینه به منحنی های هدف.

آشنایی با اصول پیشینه پونتریاگین، کاربردهائی از مسائل کنترل بهینه.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

### بازدید: ---

### منابع اصلی:

- 1- B. D. Craven, "Control and Optimization", Chapman & Hall, 1995.
- 2- E. D. Kirk, "Optimal Control Theory", Dover Publications, 2004.
- 3- E. R. Pinch, "Optimal Control and Calculus of Variations", Oxford Science, 1993.
- 4- R. Vinter, "Optimal Control", Birkhauser, 2000.
- 5- J. Zabczyk, "Mathematical Control Theory", An Introduction. Birkhäuser, 1992.



## کنترل بهینه (۲) Optimal Control (2)

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: کنترل بهینه (۱)

### هدف درس:

بررسی و مطالعه مسائل کنترل غیر خطی، اصلبیشینه یابی پونتریاگین و روش های عددی برای تعیین منحنی مسیرهای بهینه، مسائل کنترل بهینه غیرهموار و کاربردهائی از مسائل کنترل بهینه غیر خطی.

### رئوس مطالب:

معرفی سیستم های کنترل غیرخطی، بررسی کنترل بهینه کنترل های پیوسته و بی کران. معادلات همیلتونی، کنترل بنگ بنگ، مسائل بولزا، اثبات اصل بیشینه پونتریاگین، رفتار تابع همیلتونی روی مسیر بهینه. شرایط کافی برای کنترل بهینه، بررسی مسائل کنترل بهینه غیر هموار. مسائل همراه با معادلات شمولی وقیدهائی حالت. کاربردهای مسائل کنترل بهینه غیرخطی. روشهای عددی برای تعیین منحنی های بهینه. کاربردهائی از مسائل کنترل بهینه غیر خطی.

### روشی ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

### بازدید: ---

### منابع اصلی:

- 1- D. V. Bertsekas, "Dynamic Programming and Optimal Control", 3<sup>rd</sup> Edition, Athena Scientific, 2005.
- 2- F. H. Clarke, Yu.s.Ledyayev and R.J.Stern, "Nonsmooth Analytis and control Theory", Springer Verlag, New York. 1998.
- 3- E. D. Kirk, "Optimal Control Theory", Dover Publications, 2004.
- 4- H. J. Sussman, "Nonlinear Controllabilty and Optimal Control", Marcel Dekker, 1990.
- 5- R. Vinter, "Optimal Control", Birkhäuser, 2000.
- 6- J. Zabczyk, "Mathematical Control Theory, An Introduction.", Birkhäuser, 1992.



**مباحث ویژه در برنامه ریزی ریاضی**  
Special Topics in Mathematical Programming

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: --
نوع درس: تخصصی گرایش	حل تمرین:
	پیشنیاز: ندارد

**هدف درس:**

سوق دادن دانشجویان به سمت مسائل تحقیقاتی در برنامه ریزی ریاضی.

**رئوس مطالب:**

سرفصل درس به همراه منابع در ابتدای هر نیمسال توسط مدرس مربوطه جهت تصویب به گروه ارائه خواهد شد.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

**بازدید: ---**



## نظریه گراف Graph Theory

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

### هدف درس:

مطالعه نظریه گراف به صورت کاربردی و به کارگیری نتایج این نظریه در حل مسائل کاربردی.

### رئوس مطالب:

معرفی انواع گراف و اصطلاحات و نتایج اولیه.

همبندی راسی ویالی و عدد همبندی گرافها - قضیه Menger و نتایج و کاربردهای آن - تطابقها در گرافهای دو بخشی و کاربردهای آن - تطابقها در گرافهای دلخواه، قضیه ساختار برژ - ادموندز و  $f$  - فاکتورها.  
تور اویلری و مسئله TSP، دور و مسیر هامیلتونی و قضیه های مربوط به گرافهای هامیلتونی.  
رنگ آمیزی راسی گرافها و قضایای اولیه - معرفی گرافهای Perfect و خانواده گرافهای Perfect.  
رنگ آمیزی یالی و قضیه ویزینگ - عدد استقلال و عدد خوشه ای گرافها و قضیه Turan.  
رنگ آمیزی لیستی گرافها و عدد انتخاب - نتایجی در مورد عدد احاطه گری گرافها.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

### بازدید: ---

### منابع اصلی:

- 1- A. J. Bondy, M. Murty, "Graph Theory", Springre, 2008.
- 2- R. Diestel, "Graph Theory", Springer, 2000.
- 3- D. West, "Introduction to Graph Theory", Perntice Hall, 1996.



## نظریه اطلاعات

### Information Theory

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

#### هدف درس:

مطالعه و بررسی مفاهیم اطلاعات و آنتروپی، کانال های ارتباطات، کدهای منبع و کانال و قضایای اول و دوم شانون.

#### رئوس مطالب:

آنتروپی: آنتروپی جفتی، شرطی و نسبی - رابطه بین آنتروپی و اطلاعات متقابل - نامساوی های جنسن، فائو و پردازش داده. فشرده سازی اطلاعات (AEP): مجموعه های نوعی و مجموعه های با احتمال بالا. زنجیره های مارکف: نرخ های آنتروپی - نرخ آنتروپی یک قدم زدن تصادفی روی یک گراف وزن دار - مدل های مخفی مارکف. کدگذاری منبع: قضیه مک-میلیان - کدهای هافمن و بهینه بودن آن ها - کدگذاری شانون-فائو-الیاس و کدگذاری حسابی-شبه بهینگی کد شانون. قضیه اساسی شانون در کدگذاری کانال و عکس آن. قانون AEP برای متغیرهای تصادفی پیوسته: آنتروپی مشتقاتی و آنتروپی گسسته. عکس قضیه شانون برای کانال های گوسی: کانال های گوسی Band-limited و Paral-let - اغتشاش گوسی رنگی - کانال های گوسی با فیدبک.

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

#### بازدید: -----

#### منابع اصلی:

- 1- R. B. Ash, "Information Theory", Wiley, NewYork, 1965.
- 2- T. M. Cover and J. A. Thomas, "Elements of Information Theory", Wiley, NewYork, 1991.
- 3- R. G. Gallager, "Information Theory and Reliable Communication", Wiley, NewYork, 1968.
- 4- R. M Gray, "Entropy and Information Theory", Springer, NewYork, 2011.



## نظریه کدگذاری

### Coding Theory

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

#### هدف درس:

بررسی انواع روش های کدگذاری کانال و مطالعه دقیق ساختار برخی از کدهای جبری.

#### رئوس مطالب:

کدهای بلوکی، طرح تصمیم، احتمال خطای تشخیص-اصلاح کد.  
کدگذاری مینیمم فاصله، استفاده همزمان از کدها برای اصلاح و تشخیص خطا، شعاع پوششی، کدهای کامل و شبه کامل.  
ساختن کدهای جدید از روی کدهای داده شده، کدها و طرح ها.  
دوگان کدهای خطی، کدگذاری علائم، اصلاح و تشخیص خطاهای مستمر، کدهای MDS.  
کدهای همینگ و گلی، کدهای رید-مولر.  
ساختار جبری کدهای دوری، صفرها و مولدهای خودتوان یک کد دوری.  
بررسی کدهای BCH و رید-سالمون، کدهای باقی مانده مربعی.

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: -----

#### منابع اصلی:

- 1- D. Costello and S. Lin, "Error Control Coding", Prentice-Hall, New Jersey, 1983.
- 2- T. K. Moon, "Error Correction Coding", Wiley, New Jersey, 2005.
- 3- S. Roman, "Coding and Information Theory", Springer-Verlag, New York, 1992.





## آنالیز ترکیباتی

### Combinatorial Analysis

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

#### هدف درس:

بررسی ریاضیات ترکیبی و کاربرد آن در حوزه های مختلف ریاضی از جمله نظریه گراف، نظریه بازیها و برنامه ریزی خطی.

#### رئوس مطالب:

تعریف وساختارهای مربع های لاتین و کاربردهای آن در کشاورزی و صنعت و ارتباط آن با صفحه تصویری متناهی.  
مربع های وقفی و جادویی - ماتریس های هادامارد- روش ویلیامسن برای ساختن ماتریس های هادامارد- تعمیم روش ویلیامسن.  
طرح های بلوکی ناکامل متعادل- ارتباط طرح های بلوکی با ماتریس های هادامارد- یک برخورد جبر خطی با طرح های بلوکی .  
قضیه فلیپ- هال - یک کاربرد از سیستم نمایندگی متمایز در طرح های بلوکی - وجود یک تورنمنت با بردار داده شده - پرمونت ها و مقایسه آنها با دترمینان - تعداد SDR ها و پرمونت - محاسبه پرمونت و کاربردهای پرمونت.

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

#### بازدید: ---

#### منابع اصلی:

- 1- M. Hall, "Combinatorial Theory", Blaisdell, 1967.
- 2- P. A. Mac Mahon, "Combinatory Analysis", Amer. Math. Soc., 2001.
- 3- J. Riordan, "Introduction to Combinatorial Analysis", Dover Publication, 2002.
- 4- H. J. Ryser, "Combinatorial Mathematics", 14, Math. Assoc. Amer., 1963.
- 5- D. R. Stinson, "Combinatorial Designs, Constructions and Analysis", Springer-Verlag-New York, 2011.



**مباحث ویژه در نظریه گراف**  
Special Topics in Graph Theory

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

**هدف درس:**

سوق دادن دانشجو به سمت مسائل تحقیقاتی در نظریه گراف.

**رئوس مطالب:**

سرفصل درس به همراه منابع در ابتدای هر نیمسال توسط مدرس مربوطه جهت تصویب به گروه ارائه خواهد شد.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

**بازدید: ---**



## معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی پیشرفته

### Advanced Partial Differential Equations

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: همزمان با آنالیز حقیقی

#### هدف درس:

مطالعه عمیق تر مفاهیم و روشهای حل معادلات با مشتقات جزئی که در دوره کارشناسی دانشجویان با آن آشنا شده است.

#### رئوس مطالب:

مختصری در باره توزیع ها ، عملگرهای فشرده، وجود موضعی جواب، معادلات مرتبه اول، قضیه کشی - کوالسکی، مثال لوی ، حل موضعی معادلات با ضرایب ثابت.

اپراتور لاپلاس : توابع هارمونیک، جواب اساسی، مسئله دیریکله و نیومن، تابع گرین، اصل دیریکله و معادله هلم هوز. معادلات انتگرال : روش تقریب متوالی، قضیه هلم هوز، قضیه هیلبرت - اشمیت.

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

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

مشتقات  $L^2$  : فضای سوبولف در  $IR^n$ ، اپراتور بیضوی، فضای سوبولف در میدان کراندار.

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

#### بازدید: ---

#### منابع اصلی:

- 1- G. B. Folland, "Introduction to Partial Differential Equations", Princeton University Press, 1995.
- 2- E. Zauderer, "Partial Differential Equations of Applied Mathematics", 2<sup>nd</sup> Edition, John Wiley, 1989.
- 3- Tyn Myint-U Lokenath Debnath, "Linear Partial Differential Equations for Scientists and Engineers", 4<sup>th</sup> Edition, Birkhäuser, 2007.



## معادلات با مشتقات جزئی ریاضی فیزیک

### Partial Differential Equations in Mathematical Physics

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: --
نوع درس: تخصصی گرایش	حل تمرین:
	پیشنیاز: همزمان با آنالیز حقیقی

#### هدف درس:

مطالعه عمیق تر مفاهیم و روش حل معادلات بدست آمده از فیزیک و بدست آوردن جوابهای تعمیم یافته.

#### رئوس مطالب:

یادآوری از معادلات بامشتقات جزئی - نظریه توابع تعمیم یافته - توابع آزمون - خواص موضعی توابع تعمیم یافته - ضرب تابع تعمیم یافته در تابع بینهایت بار مشتق پذیر - انتقال.

دوران و تبدیلهای خطی متغیر مستقل - منظم سازی انتگرالهای واگرا - همگرایی دنباله توابع تعمیم یافته .

توابع آزمون و توابع تعمیم یافته مختلط مقدار - فضای توابع آزمون شوارتز - مشتقگیری و انتگرالگیری از توابع تعمیم یافته - دنباله های دلتا همگرا .

معادلات دیفرانسیل برای توابع تعمیم یافته - پیچش توابع تعمیم یافته - حاصلضرب مستقیم توابع تعمیم یافته - جوابهای مقدماتی معادلات دیفرانسیل.

انتگرال پواسن و جوابهای مقدماتی مسئله کشی - انتگرالها و مشتقات مراتب بالاتر.

جوابهای مقدماتی معادلات بیضوی - جوابهای مقدماتی معادلات منظم همگن.

تبدیل فوریه توابع آزمون - تبدیل فوریه توابع تعمیم یافته - تبدیل فوریه ضرب مستقیم - تبدیل فوریه و معادلات با مشتقات جزئی.

معادله لاپلاس - معادله موج در فضای با بعد فرد - رابطه بین جوابهای مقدماتی معادله و مسئله کشی نظیر آن - جواب اساسی و مسئله کشی برای معادلات موج و گرما .

یادآوری معادلات انتگرال - قضایای فردهلم - مسایل با شرایط مرزی برای معادلات بیضوی - مسایل اشتورم لیوویل - مسایل با شرایط مرزی برای معادلات لاپلاس و پواسن - تابع گرین و مسئله دیریکله - مختصری درباره فضاهای سوبولف و قضایای مربوط .

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: ---



منابع اصلی :

- 1- L. Evans, "Partial Differential Equations", American Mathematical Society, 2002.
- 2- I. M. Gelfand and G. E. Shilov, "Generalized functions.", Academic Press, 1964.
- 3- F. John, "Partial Differential Equations", Springer, 1982.



**مباحث ویژه در معادلات با مشتقات جزئی**  
Special Topics in Partial Differential Equations

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

**هدف درس:**

سوق دادن دانشجو به سمت مسائل تحقیقاتی در معادلات با مشتقات جزئی.

**رئوس مطالب:**

سرفصل درس به همراه منابع در ابتدای هر نیمسال توسط مدرس مربوطه جهت تصویب به گروه ارائه خواهد شد.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

**بازدید: ---**



**مکانیک کوانتومی پیشرفته**  
Advanced Quantum Mechanics

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ریاضی فیزیک پیشرفته

**هدف درس:**

ارائه ساختار ریاضی مکانیک کوانتومی به منظور توانمند کردن دانشجویان در حل مسئله و درک و توسعه‌ی ساختارهای ریاضی این موضوع.

**رئوس مطالب:**

اصول بنیادی مکانیک کوانتومی مشاهده پذیرها و حالت‌ها، صورتبندی ریاضی روابط علوم قطعیت هایزنبرگ، دینامیک کوانتوم، روابط جابجایی هایزنبرگ، نمایش های مختصات و تکانه، ذره‌ی کوانتومی آزاد، مثال‌هایی از سامانه های کوانتومی، نوسانگرهماهنگ، نمایش هولومورفیک و نمادهای ویک روابط ویل، قضیه استون- فون نویمان، صورتبندی ناورد، کوانتوم ویل، ضرب ستاره، کوانتوم تغییر شکل، معادله شرودینگر، ویژگی های عام، خودالحاقی بودن، مشخصه یابی طیف، قضیه ویربال، معادله‌ی شرودینگر در یک بعد، توابع و ضرایب گذار، بسط ویژه توابع، ماتریس نظریه پراکندگی.

تکانه زاویه ای: گروه  $SO(3)$  عملگرهای تکانه زاویه ای، نظریه نمایش  $SO(3)$

مسئله دو جسمی: جدا سازی مرکز جرم، نظریه پراکندگی سه بعدی، ذره در پتانسیل مرکزی

اتم هیدروژن: طیف پیوسته و گسسته، تقارن  $SO(4)$  پاسخ مجانبی، قواعد کوانتوم بوهر-ویلسون-زومرفلد

اسپین و ذرات یکسان: اسپین، عملگر اسپین، نمایش  $SO(2)$ ، اسپین در میدان مغناطیسی، اصل مقارن سازی و اصل طرد پاؤلی

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

**بازدید: ---**

**منابع اصلی:**

- 3- F. Strocchi, "An Introduction to Mathematical Structures of Quantum Mechanics", World Scientific, 2008.
- 2- L. A. Takhtajan, "Quantum Mechanics for Mathematicians", American Mathematical Society, 2008.



**مکانیک کلاسیک پیشرفته**  
Advanced Classical Mechanics

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ریاضی فیزیک پیشرفته

**هدف درس:**

آشنایی با مباحث ریاضی فیزیک پیشرفته جهت آماده سازی دانشجو برای دروس کارشناسی ارشد گرایش ریاضی فیزیک.

**رئوس مطالب:**

مکانیک نیوتونی: اصول نسبیت و تعیین گرایی، تبدیلات گالیله و معادلات نیوتن.  
بررسی معادلات حرکت: سامانه هایی با یک درجه آزادی، سامانه ها با دو درجه آزادی، نیروهای پایستار، تکانه زاویه ای، حرکت در میدان نیروی مرکزی، حرکت یک ذره در فضای سه بعدی، حرکات سامانه  $n$  ذره ای.  
مکانیک لاگرانژی و هامیلتونی: حساب و روشهای معادلات لاگرانژ، معادلات هامیلتون.  
آشنایی با خمینه های دیفرانسیل: زیرخمینه ها  $R^n$  فضای تانژانتی و کتانژانتی و گروههای ماتریسی به عنوان زیرخمینه، هندسه روی خمینه ها، میدان های برداری، فرمهای دیفرانسیل، تانسورها، هندسه ریمان، هندسه هممتافته.  
مکانیک لاگرانژی روی خمینه ها: مکانیک لاگرانژی روی خمینه ها، تبدیل لژاندر و معادلات هامیلتون، مکانیک هامیلتونی روی خمینه های پواسونی، تقارن، فروکاهش و کمیات پایسته.  
دینامیک جسم صلب.  
نگاشت های تکانه .

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

**بازدید: ---**

**منابع اصلی:**

- 1-V. I. Arnold, "Mathematical Methods of Classical Mechanics", Springer, 1989.
- 2- D. D. Holm, T.Schmah and C.Stoical, "Geometric Mechanics: From Finite to Infinite Dimensions", Oxford University Press 2009.
- 3- J. E. Marsden and T. S. Ratiu, "Introduction to Mechanics and Symmetry", Springer, 1999.





**مکانیک آماری پیشرفته**  
Advanced Statistical Mechanics

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: - حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

**هدف درس:**

ارائه روش‌های ریاضی و آماری برای حل مسائل سامانه‌های ترمودینامیکی.

**رئوس مطالب:**

مقدمه ای بر ترمو دینامیک : متغیرهای حالت، معادله حالت، قانون گاز ایده آل، جامدات، قانون کوری، قوانین ترمودینامیک، معادله اساسی ترمودینامیک، پتانسیل های ترمودینامیکی، انرژی های آزاد، توابع پاسخ، پایداری حالت تعادل .  
مقدمه ای بر نظریه احتمال : عریف احتمال، متغیر تصادفی، توابع توزیع، گشتاورها، تابع مشخصه توزیع دو جمله ای، توزیع گاوسی، توزیع یواسوفی، گامی تصادمی (ولگشت) قضیه حد مرکزی، قانون اعداد بزرگ.  
دینامیک تصادفی و حرکت براونی : زنجیر مارکوفی، معادله اصلی - حرکت براونی - معادله لانژون.  
مبانی مکانیک آماری: معادله حرکت لیوویل - نظریه ارگودیک، عملگر چگالی، عملگر چگالی تقیلیل یافته.  
مکانیک آماری تعادلی: هنگرد میکرو کانونیک، نظریه افت و خیز اینشتین، شماره ها، هنگرد کانونیک، عملگر چگالی احتمال، ذرات تغییر ناپذیر، ذرات تمییر پذیر، گازبوز- انیشتین، گاز فرمی-دیراک.  
علاوه بر این می توان مباحثی در گذار فاز- ولگشت بر روی یک شبکه - معادله فوکر - پلانک بسته به علاقه مدرس اضافه نمود.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

**بازدید: ---**

**منابع اصلی :**

- 1- P. K. Pathria, "Statistical Mechanics", Butterworth-Heinemann; 2<sup>nd</sup> Edition, 1996.
- 2- L. E. Reichl, "A Modern Course In Statistical Physics", Wiley-Interscience; 2<sup>nd</sup> Edition, 1998.
- 3- J. Woods Halley, "Statistical Mechanics: From First Psinciples to Macroscopic Phenomena", Cambridge University Press, 2006.



**نظریه نسبیت**  
Relativity Theory

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: - حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

**هدف درس:**

ارائه ی ساختار ریاضی نظریه نسبیت خاص و عام و کاربردهای آن در الکترودینامیک و گرانش.

**رئوس مطالب:**

آنالیز تانسوری : محاسبات تانسوری عام، تبدیلات متعامد، تانسورهای دکارتی.

اصل نسبیت خاص، تبدیلات لورنتس، مکانیک نسبیت خاص.

الکترودینامیک نسبیت خاص.

مقدمات هندسه ی دیفرانسیل، خمینه های فضای ریمانی ، نظریه گرانش در نسبیت عام.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

**بازدید: ---**

**منابع اصلی :**

- 1- A. Das, Tensors: "The mathematics of relativity theory and continuum mechanics", Springer, 2007.
- 2- O. Gron, "Lecture notes on the general theory of relativity", Springer, 2009.



## مکانیک سماوی Celestial Mechanics

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: - حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

### هدف درس:

مقدمه ای در مورد دستگاه های مختصات جغرافیایی و تبدیلات آن ها.  
تعاریف مختصری درباره نجوم منظومه شمسی و بحث کوتاهی از هیئت مانند رصد های نجومی.  
مقدمه بر مکانیک نیوتونی و لاگرانژی: معادلات نیوتن مدار، اصلاح اینشتین بر مسئله دو جسم، معادله کپلر و حل های آن، مدار در فضا، معادله مدار، جهانی بودن قانون گرانش نیوتن، مدارهای ستاره های دو تایی مدارهای مرکزی، پایداری، مدارهای دایره ای، کره سماوی، حرکت تقدیمی، ناوش، محل ظاهری و واقعی اجسام سماوی، اصل دالامبرت، معادلات لاگرانژ، معادلات هامیلتون، کرشه های پواسون.  
برخی از خواص اجسام سخت، پتانسیل کره و بیضیوار، پتانسیل اجسام دوار، واپیچشهای کشندی.  
تعیین مدارها از طریق مشاهده تاثیر ابیراهی سیاره ای و اختلاف منظر بر مدار در فضا، روشهای لاپلاس، اولیروز و گاوس.  
مسئله سه جسم: حرکت سه جسم متناهی، نقاط تراز مندی و پایداری آنها، نیروهای پریشنده. کاربرد مسئله سه جسم در منظومه شمسی، پریشندگیهای مداری، حرکت ماده، پریشندگی گره ها، میل برون مرکزی و دور مدار آن، زمین و چرخش آن، جفت نیروها وارده از خورشید و ماه، نظریه اختلال در مکانیک سماوی.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

### بازدید: ---

### منابع اصلی:

- 1- G. Beutler, "Methods of Celestial Mechanics", vol 1, Springer 2010.
- 2- G. W. Collins, "The Foundations of Celestial Mechanics", The Pachart Foundation dba Pachart Publishing House, 2004.



## نظریه‌ی میدان‌های کلاسیک Classical Fields Theory

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ریاضی فیزیک پیشرفته

### هدف درس:

به کارگیری مباحث مختلف ریاضی مانند معادلات دیفرانسیل و انتگرال و هندسه‌ی دیفرانسیل در حل مسائل نظریه میدان کلاسیک مانند الکترودینامیک و گرانش.

### رئوس مطالب:

معادلات ماکسول.  
تقارن‌ها و هموردایی معادلات ماکسول، هموردایی لورنتس.  
معادلات ماکسول به صورت نظریه میدان کلاسیک.  
نظریه‌های پیمانه‌ای.  
نظریه میدان گرانش کلاسیک.  
نظریه‌ی خمینه‌ی فضا-زمان، انتقال موازی و همبندها، معادلات اینشتین، میدان گرانشی با تقارن کروی.

### روش ارزیابی:

ارزنیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

### بازدید: ---

### منابع اصلی:

- 1- H. Arodz and L. Hadasz, "Lectures on Classical and Quantum Theory of Fields", Springer, 2010.
- 2- L. D. Landau and E.M. Lifshitz, "The Classical Theory of Fields", 4<sup>nd</sup> Edition, Butterworth-Heinemann, 1980.
- 3- F. E. Low, "Classical Field Theory: Electromagnetism and Gravitation", Wiley-VCH, 1997.
- 4- W. Thirring, "Dynamical Systems and Field Theories", 3<sup>nd</sup> Edition, Springer, 1997.



## مکانیک محیط‌های پیوسته

### Continuum Mechanics

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: - حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

#### هدف درس:

به کار گیری آنالیز تانسوری و معادلات مکانیک کلاسیک در محیط‌های پیوسته.

#### رئوس مطالب:

معادلات ترازمندی: مبانی جبر و آنالیز تانسوری، هندسه و سینماتیک اجسام پیوسته، معادلات ترازمندی. مباحث بنیادی در اجسام پیوسته: اجسام مادی، قانون اول و دوم ترمودینامیک برای اجسام. سینماتیک تغییر شکل: آنالیز تغییر شکل یک محیط پیوسته، تغییر شکل، طول و حجم، روابط کرنش، چرخش و ویژگی‌ها. تنش: بارهای حجمی و سطحی، قوانین ترازمندی مکانیک پیوسته، تانسور تنش. نظریه ساختمندی: توابع همسانگرد، معادلات ساختمندی، پاسخ تعادلی برای معادلات. ترمودینامیک محیط‌های پیوسته: حالت‌های تعادل، اصول اکستریموم برای تعادل پایدار. نظریه کشسانی: معادلات اساسی کشسانی، شرایط مرزی، رابطه با تانسور تنش.

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

#### بازدید: ---

#### منابع اصلی:

- 1- F. Irgens, "Continuum Mechanics", Springer, 2008.
- 2- M. N. L. Narasimhan, "Principles of continuum Mechanics", John Wiley and Sons, 1993.
- 3- M. Silhavy, "The Mechanics and Thermodynamics of Continuous Media", Springer, 1996.



## مکانیک سیالات Fluid Mechanics

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: - حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

### هدف درس:

ارائه‌ی مبانی ریاضی مکانیک سیالات به کارگیری آن در حل مسائل مربوط به سیالات تراکم‌پذیر و غیرتراکم‌پذیر.

### رئوس مطالب:

مبانی ریاضی: تانسورها، متغیرهای میدان و عملگرهای ریاضی: گرادیان، دیورژانس، کرل و عملگرهای لاپلاس انتگرال‌های خطی، سطحی و حجمی، عملگرهای دیفرانسیلی در مختصات خمیده‌خط، اعداد مختلط، تبدیلات مختصات، صورت‌بندی لاگرانژ، تانسور تنش، رابطه‌ی بین تانسورهای تنش و تغییر شکل، روابط ساختمندی، روابط انتگرالی. معادلات پایستگی: معادله‌ی جرم، قضیه‌ی ترابرد، معادله تکانه‌ی خطی، چارچوب لختی، معادله‌ی تکانه‌ی زاویه‌ای، معادله‌ی انرژی.

ترمودینامیک کلاسیک: قوانین اول و دوم ترمودینامیک، سامانه‌ی باز، رابطه با دینامیک سیالات، مایعات یا جامدات تراکم‌پذیر. معادلات اویلر: شرایط مرزی و اولیه‌ی معادلات، معادلات برنولی، معادلات گردابی، شار پایدار. دینامیک امواج شوک: شرایط پرش، شار پایدار، دوبعدی و دارای تقارن محوری، مشتقات مماسی، مشتقات نرمال. جریان لزج: تعاریف اولیه، معادلات اساسی شار لزج، پاسخ‌های معادلات. سیالات تراکم‌ناپذیر: استخراج معادلات لایه‌ی مرزی، پاسخ‌ها.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: ---

### منابع اصلی:

- 1- F. Durst, "Fluid Dynamics, An Introduction to the Theory of Fluid Flows", Springer, 2008.
- 2- G. Emanuel, "Analytical fluid Dynamics", CRC Press, 2000.



## نظریه میدانهای کوانتومی Quantum Fields Theory

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: - حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: مکانیک کوانتومی پیشرفته

### هدف درس:

صورت بندی نظریه‌ی میدان‌های کوانتومی در چارچوب ساختارهای ریاضی.

### رئوس مطالب:

مرور مکانیک کوانتومی نسبیتی: معادله کلاین-گوردون، معادله دیراک، نمایشهای گروه پوانکاره. نظریه میدان‌های کلاسیک: زنجیر یک بعدی، میدان حقیقی کلاسیک، میدان مختلط کلاسیک، تقارنهای گسسته، تقارنهای پیوسته و قضیه امی نوتر، تعمیم گروه پواسون، دینامیک میدانها. کوانتس کانونیک میدانهای با اسپین صفر: میدان کلاین-گوردون، عملگرهای خلق و نابودی، عملگر ترتیب زمانی و انتشار گر فاینمن. کوانتس کانونیک میدانهای با اسپین نیم: میدان دیراک، انتشارگر دیراک. کوانتس میدان الکترومغناطیس (اسپین یک): معادلات ماکسول، پیمانه ها، کوانتس در پیمانه لورنتس و کولومب، روش گوپتا-بلولر، انتشار فاینمن، کوانتس معادله پروکا. میدانهای کنوانتومی با بر همکنش: تصویر بر همکنش، ماتریس پراکندگی، قضیه ویک، قواعد فاینمن. قضیه کاهش LSZ و کاربردهای آن. کوانتس به روش انتگرال مسیر: تابعی، مشتق تابعی، انتگرال مسیر در مکانیک کوانتومی و تعمیم آن به نظریه میدان، تابع مولد و تابع گرین، کوانتس میدان‌های اسکالر کوانتومی، کوانتس میدان الکترومغناطیس، جبر گراسمان، انتگرال مسیر برای فرمیونها، نظریه میدان اقلیدسی. میدانهای پیمانه ای (آبلی و غیر آبلی): میدان یانگ-میلز، روش فادیف-پوپوف، قواعد فاینمن، اتحادهای وارد ward. شکست تقارن خود به خودی و مدل سلام - واینبرگ: قضیه گلدستون، شکست تقارنهای پیمانه ای، مدل سلام-واینبرگ. بازبهنجارش.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-



بازدید: ---

منابع اصلی:

- 1- R. Ticcati, "Quantum Field Theory for Mathematicians", Cambridge University Press, 1999.
- 2- E. Zeidler, "Quantum Field Theory I: Basic in Mathematics and Physics", Springer 2011.





## نظریه جبر لی در فیزیک

### Lie Algebra Theory in Physics

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: --
نوع درس: تخصصی گرایش	حل تمرین:
	پیشنیاز: ندارد

#### هدف درس:

آشنایی دانشجویان با مباحث پیشرفته نظریه جبرهای لی به عنوان ساختار ریاضی مورد استفاده در فیزیک نوین.

#### رئوس مطالب:

مقدمه‌ای بر نظریه گروه‌های لی - جبرهای لی - جبرهای لی حقیقی و مختلط.

نمایش‌های جبرهای لی، مفاهیم و مثالهای مهم در جبرهای لی.

جبرهای کلاسیک رابطه گروهها و جبرهای لی نگاشت نمایی و لگاریتمی، خودریختی‌ها و مشتقات ساختار عمومی جبرهای لی ایده‌آلها، حل پذیری، پوچ توانی، قضایای لی و انگل.

معیارهای کارتانه ساختار جبرهای لی نیم ساده فرم نرمال ویل شوالی، زیر جبرهای کارتانه و فضای ریشه، دیاگرامهای دینکین، برای جبرهای کلاسیک.

فرمهای حقیقی فرمهای حقیقی فشرده، قضیه ویل، تجزیه کارتانه نظریه نمایش نمایش جبر  $SU(3)$ ، وزنها و برداری وزن. حاصلضرب تا نوری جبر عملگرهای کازیمیر کاربردهای فیزیکی براکت‌های پواسون و کوانتس، حرکت جسم صلب، معادلات اوپلر، سیستم‌های انتگرال پذیر، شکست تقارن و ...

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

#### بازدید: ---

#### منابع اصلی:

- 1- J. E. Humphreys, "Introduction to Lie Algebras and Representation Theory", Springer- Verlag, 1972.
- 2- F. Iachello, "Lie Algebra and Applications, Lecture Note in Physics", Springer, 2006.
- 3- D. H. Sattinger and O. L. Weaver, "Lie Groups and Algebras with Application to Physics", Geometry and Mechanics, Springer, 1993.
- 4- V. S. Varadarian, Lie Groups, "Lie Algebras and Their Representation.", Springer 1974.



## نظریه موجک Wavelet Theory

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

### هدف درس:

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

### رئوس مطالب:

فضای ضرب داخلی، فضاهای  $L^1$  و  $L^2$ ، همگرایی در  $L^2$  و همگرایی یکنواخت، متعامد سازی. کمترین مربعات و پیش گویی خطی کد گذاری، سری فوریه، همگرایی سری فوریه، تبدیل فوریه. صافی های خطی، قضیه نمونه گیری، اصل عدم قطعیت، آنالیز فوریه گسسته، تبدیلات فوریه سریع (FFT)، تبدیل  $Z$  و تابع انتقال.

موجک هار، ویژگی های اساسی تابع مقیاس هار، الگوریتم تجزیه و باز سازی. آنالیز چند ریزه ساز، پردازش سیگنال، موجک دوبشی، پیچیدگی محاسباتی، تبدیل موجکی، موجک در ابعاد بالاتر.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

### بازدید: ---

### منابع اصلی:

- 1- A. Bogges F. J. Narcowich, "A first Course in Wavelets with Fourier Analysis", 2009.
- 2- A. Choen, "Numerical analysis of Wavelet methods", 2003.



**مباحث ویژه در ریاضی فیزیک**  
Special Topics in Mathematical Physics

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

**هدف درس:**

سوق دادن دانشجو به سمت مسائل تحقیقاتی در ریاضی فیزیک.

**رئوس مطالب:**

سرفصل درس به همراه منابع در ابتدای هر نیمسال توسط مدرس مربوطه جهت تصویب به گروه ارائه خواهد شد.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

**بازدید: ---**



## مباحث ویژه در نظریه کدگذاری Special Topics in Coding Theory

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: ندارد

### هدف درس:

سوق دادن دانشجو به سمت مسائل تحقیقاتی در نظریه کدگذاری.

### رئوس مطالب:

سرفصل درس به همراه منابع در ابتدای هر نیمسال توسط مدرس مربوطه جهت تصویب به گروه ارائه خواهد شد.

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

### بازدید: ---



## نظریه و کاربرد روش‌های بدون شبکه

### Theory and Application of Meshless Methods

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: آنالیز عددی پیشرفته، آنالیز حقیقی

#### هدف درس:

در این درس دانشجویان با روش‌های تقریب بدون شبکه آشنا می‌شوند و برخی کاربردهای آنها بخصوص در حل معادلات دیفرانسیل را فرا می‌گیرند.

#### رئوس مطالب:

تقریب با توابع هسته (Kernel functions): توابع معین مثبت، توابع پایه‌ای شعاعی (RBF)، درونیابی با توابع پایه‌ای شعاعی؛ توابع یکنوای کامل، توصیف‌های برنشتاین-هاوسهیلدر-ویدر و شونبرگ. توابع معین مثبت مشروط، توابع معین مثبت مشروط شعاعی، درونیابی با توابع معین مثبت مشروط شعاعی؛ توابع پایه‌ای شعاعی با محمل فشرده وندلند؛ فضاهای اختصاصی (Native spaces): فضاهای هیلبرت هسته‌ای بازتولید کننده، فضاهای اختصاصی توابع پایه‌ای شعاعی، فضاهای اختصاصی توابع پایه‌ای شعاعی مشروط؛ تخمین خطا: تخمین خطای درونیابی با توابع پایه‌ای شعاعی، تابع توان (Power function)، تخمین بر حسب اندازه تراکم (Fill distance)، اثبات همگرایی طیفی پایه‌های گوسین و چندریعی، کران‌های سوبولف؛ بحث در پایداری درونیابی پایه‌ای شعاعی، کران‌یابی برای مقادیر ویژه و ضریب وضعیت ماتریس درونیاب در حالت‌های مختلف. توابع جزئی از واحد (Partition of Unity): تقریب جزئی از واحد، کران خطای تابع و مشتقاتش. تقریب کمترین مربعات متحرک (MLS): بازتولید چندجمله‌ای موضعی پایدار، بازتولید چندجمله‌ای موضعی پایدار به کمک تقریب MLS، کران خطای تابع و مشتقاتش، تقریب MLS تعمیم یافته. \*کاربرد در حل عددی معادلات دیفرانسیل: روش‌های هم مکانی، روش کائزا، روش هم مکانی با توابع وندلند، روش‌های جزئی از واحد، روش SPH، روش RKPM، روش آزاد از شبکه گلرکین (EFG)، روش‌های بدون شبکه موضعی پتروف-گلرکین (MLPG) و غیره. \*تعداد این روش‌ها زیاد است و در اینجا برخی از مهمترین آنها آمده است. بنا به انتخاب استاد چند روش را می‌توان در این قسمت تدریس کرد. در این قسمت معرفی مرجع نیز به استاد واگذار می‌شود.

#### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

#### بازدید: ---



**منابع اصلی :**

- 1- M. D. Buhmann, "Radial Basis Functions: Theory and Implementations", Cambridge University Press, 2004.
- 2- G. R. Liu and Y. T. Gu, "Introduction to Meshfree Methods and Their Programming", Springer, 2005.
- 3- R. Schaback, "Kernel-based Meshless Methods", Lecture Notes, Goettingen, 2011.
- 4- H. Wendland, "Scattered Data Approximation", Cambridge University Press, 2005.



جبر خطی عددی پیشرفته  
Advanced Numerical Linear Algebra

تعداد واحد نظری: ۴ واحد	تعداد واحد عملی: -- حل تمرین:
نوع درس: تخصصی گرایش	پیشنیاز: روش‌های عددی در جبر خطی

**هدف درس:**

در این درس دانشجویان با مباحث پیشرفته و به روز در جبر خطی عددی آشنا خواهند شد. همچنین با نظر استاد در انتها دانشجویان می‌توانند به سمت مباحث تحقیقاتی سوق داده شوند.

**رئوس مطالب:**

مرور انواع ایده‌های تحلیل خطا مانند کران‌های خطای پیشین و پسین برای مسائل پایه‌ای جبرخطی، روش آنالیز بازه‌ای در یافتن کران‌های خطا و محاسبات تأیید شده (Verified)؛ سطوح مختلف زیرروال‌های پایه‌ای جبر خطی (BLAS)؛ به‌روزرسانی رتبه واحد و فرمول شرمین-موریسون-وودبری؛ مسئله‌ی کمترین مربعات خطی کامل (Total least squares) و الگوریتم‌های مختلف برای حل آن؛ مروری بر انواع معکوس‌های تعمیم‌یافته برای ماتریس‌ها؛ روش‌های مستقیم برای حل دستگاه‌های معادلات خطی تنک (برپایه‌ی نظریه‌ی گراف)؛ حل عددی معادلات ماتریسی خطی (سیلوستر و لیاپانوف) و غیرخطی (ریکاتی گسسته-زمان و پیوسته-زمان)؛ توابع ماتریسی (نظریه و انواع تعاریف، انواع توابع ماتریسی به‌خصوص تابع نمایی ماتریسی)؛ تجزیه‌ی قطبی (Polar decomposition) یک ماتریس؛ روش‌های فضای کریلوف برای مسائل مقدار ویژه بزرگ؛ محاسبات تانسوری و جبر چندخطی عددی (فیبرها، برش‌ها، ضرب تانسورها، رتبه‌ی یک تانسور، تجزیه‌های تانسوری، مقدار ویژه، مقدار تکین و نرم‌افزارهای محاسبات تانسوری)؛ مسائل مقدار ویژه‌ی غیرخطی (نظریه و الگوریتم‌های حل عددی آن‌ها)؛

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: ---



منابع اصلی :

- 1- T.A. Davis, "Direct Methods for Sparse Linear Systems", SIAM, 2006.
- 2- I.S. Duff, A.M. Erisman and J.K. Reid, "Direct Methods for Sparse Matrices", Oxford University Press, 1989.
- 3- G.H. Golub and C.F. Van Loan, Matrix Computations, 4<sup>rd</sup> edition, Johns Hopkins University Press, 2013.
- 4- N.J. Higham, "Accuracy and Stability of Numerical Algorithms", 2<sup>nd</sup> edition, SIAM, 2002.
- 5- N.J. Higham, "Functions of Matrices: Theory and Computation", SIAM, 2008.
- 6- Y. Saad, "Iterative Methods for Sparse Linear Systems", 2<sup>nd</sup> edition, SIAM, 2003.
- 7- Y. Saad, Numerical Methods for Large Eigenvalue Problems, 2<sup>nd</sup> edition, SIAM, 2011.





### جدول تطبیقی دروس اصلی کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی

ردیف	عنوان درس (جدید)	واحد نظری	عنوان درس (قدیم)	واحد نظری	توضیحات
۱	تحقیق در عملیات پیشرفته	۴	تحقیق در عملیات پیشرفته	۴	بازنگری شده
۲	آنالیز حقیقی	۴	آنالیز حقیقی	۴	بازنگری شده
۳	آنالیز عددی پیشرفته	۴	آنالیز عددی پیشرفته	۴	بازنگری شده
۴	سمینار (پژوهشی و آموزش محور)	۲	سمینار (۳)	۲	بازنگری شده
	جمع (شیوه آموزشی-پژوهشی)	۱۴	-	۱۴	-
۵*	سمینار (آموزش محور)	۲	-	۲	جدید
	جمع (شیوه آموزش محور)	۱۶	-	۱۶	-

\* درس سمینار (آموزش محور) در ردیف ۵ برای دانشجویان آموزش محور الزامی می باشد. بدین ترتیب مجموع واحدهای فوق برای این دانشجویان ۱۶ واحد است.

### جدول تطبیقی دروس تخصصی تحصیلات تکمیلی دوره ریاضی کاربردی

ردیف	عنوان درس (جدید)	واحد نظری	عنوان درس (قدیم)	واحد نظری	توضیحات
۱	روش عناصر متناهی	۴	روش عناصر متناهی	۴	بازنگری شده
۲	حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی	۴	حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی	۴	بازنگری شده
۳	روشهای عددی در جبر خطی	۴	روشهای عددی در جبر خطی	۴	بازنگری شده
۴	نظریه تقریب	۴	نظریه تقریب	۴	بازنگری شده
۵	حل عددی معادلات با مشتقات جزئی	۴	حل عددی معادلات با مشتقات جزئی	۴	بازنگری شده
۶	حل عددی معادلات انتگرال	۴	حل عددی معادلات انتگرال	۴	بازنگری شده
۷	مباحث ویژه در آنالیز عددی	۴	-	۴	جدید
۸	مباحث ویژه در معادلات دیفرانسیل معمولی	۴	-	۴	جدید
۹	معادلات انتگرال	۴	-	۴	جدید
۱۰	مباحث ویژه در معادلات انتگرال	۴	-	۴	جدید
۱۱	آنالیز تابعی کاربردی	۴	آنالیز تابعی کاربردی	۴	بازنگری شده
۱۲	بهینه سازی پیشرفته (۱)	۴	بهینه سازی مدلهای غیر خطی	۴	بازنگری شده
۱۳	بهینه سازی پیشرفته (۲)	۴	-	۴	جدید
۱۴	برنامه ریزی پویا	۴	برنامه ریزی پویا	۴	بازنگری شده
۱۵	روشهای عددی در برنامه ریزی غیرخطی	۴	بهینه سازی	۴	بازنگری شده
۱۶	کنترل بهینه (۱)	۴	-	۴	جدید
۱۷	کنترل بهینه (۲)	۴	-	۴	جدید
۱۸	مباحث ویژه در برنامه ریزی ریاضی	۴	-	۴	جدید
۱۹	نظریه گراف	۴	نظریه گراف	۴	بازنگری شده
۲۰	نظریه اطلاعات	۴	-	۴	جدید
۲۱	نظریه کد گذاری	۴	نظریه کد ها	۴	بازنگری شده



ردیف	عنوان درس (جدید)	واحد نظری	عنوان درس (قدیم)	واحد نظری	توضیحات
۲۲	آنالیز ترکیباتی	۴	آنالیز ترکیبی	۴	بازنگری شده
۲۳	مباحث ویژه در نظریه گراف	۴	-	۴	جدید
۲۴	معادلات با مشتقات جزئی پیشرفته	۴	-	۴	جدید
۲۵	معادلات با مشتقات جزئی ریاضی	۴	معادلات با مشتقات جزئی فیزیک ریاضی	۴	بازنگری شده
۲۶	مباحث ویژه در معادلات با مشتقات جزئی	۴	-	۴	جدید
۲۷	ریاضی فیزیک پیشرفته	۴	عمگرهای دیفرانسیل فیزیک ریاضی	۴	بازنگری شده
۲۸	مکانیک کلاسیک پیشرفته	۴	مکانیک کلاسیک	۴	بازنگری شده
۲۹	مکانیک کوانتومی پیشرفته	۴	مکانیک کوانتومی	۴	بازنگری شده
۳۰	مکانیک آماری پیشرفته	۴	مکانیک آماری	۴	بازنگری شده
۳۱	نظریه نسبیت	۴	نظریه نسبیت	۴	بازنگری شده
۳۲	مکانیک سماوی	۴	مکانیک سماوی	۴	بازنگری شده
۳۳	نظریه میدان های کلاسیک	۴	نظریه میدان ها	۴	بازنگری شده
۳۴	مکانیک محیط های پیوسته	۴	مکانیک محیط های پیوسته	۴	بازنگری شده
۳۵	مکانیک سیالات	۴	مکانیک سیالات تراکم ناپذیر	۴	بازنگری شده
۳۶	نظریه میدان های کوانتومی	۴	-	۴	جدید
۳۷	نظریه جبر لی در فیزیک	۴	نظریه گروهها و کاربردهای آن	۴	بازنگری شده
۳۸	نظریه موجک	۴	-	۴	جدید
۳۹	مباحث ویژه در ریاضی فیزیک	۴	-	۴	جدید
۴۰	مباحث ویژه در نظریه کدگذاری	۴	-	۴	جدید
۴۱	نظریه و کاربرد روش های بدون شبکه	۴	-	۴	جدید
۴۲	جبر خطی عددی پیشرفته	۴	-	۴	جدید

