



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی

رشته آمار



دوره دکتری تخصصی

گروه علوم پایه

به استناد مصوبه جلسه شماره ۱۴۰ تاریخ ۱۳۹۸/۱۱/۲۰ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی

نام رشته: آمار

گروه: علوم پایه

دوره تحصیلی: دکتری تخصصی

کارگروه تخصصی: آمار

نوع مصوبه: بازنگری

تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۱۱/۲۰

برنامه درسی دوره دکتری تخصصی آمار مصوب جلسه تاریخ ۱۳۹۷/۱۲/۰۱ کارگروه تخصصی برنامه ریزی آمار در جلسه شماره ۱۴۰ تاریخ ۱۳۹۸/۱۱/۲۰ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که از مهر ماه سال ۱۳۹۹ وارد دانشگاه ها و مراکز آموزش عالی می شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری تخصصی آمار از آغاز نیمسال اول سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ جایگزین برنامه درسی دوره دکتری تخصصی آمار مصوب جلسه شماره ۷۸۰ تاریخ ۱۳۹۰/۰۲/۱۰ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی می شود.

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

ماده چهار- این برنامه درسی از آغاز سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ به مدت ۵ سال قابل اجراست و پس از آن نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمدرضا آهنچیان
دبیر کمیسیون برنامه ریزی آموزشی



مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس
دوره دکتری آمار

کمیته تخصصی آمار شورای عالی برنامه‌ریزی
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

مصوب جلسه مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۱ کارگروه برنامه‌ریزی و گسترش آموزش عالی آمار



مشخصات کلی دوره دکتری آمار

مقدمه:

رشته آمار یکی از اساسی‌ترین و مهم‌ترین رشته‌های دانشگاهی است که به‌عنوان یک ابزار علمی در خدمت تحقیقات سایر علوم است. با توجه به ماهیت این رشته، توسعه و بهبود مباحث آموزشی آن، موجب توسعه سایر رشته‌ها شده و نقش بسزایی در پیشرفت سایر علوم ایفا می‌کند. امروزه در کشور در مقطع‌های مختلف تحصیلی متخصصین رشته آمار تربیت و به تحول در نظام آماری کشور یاری می‌رسانند. مسلم است که دوره دکتری به جهت تخصصی شدن درس‌ها و آماده کردن دانشجویان برای ورود به مباحث پژوهشی نظری و کاربردی آمار، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و شاید بتوان گفت استحکام نظام علمی - اجرایی کشور وابسته به ارتقای سطح آموزشی دانشجویان در دوره دکتری است.

تعریف و هدف:

دوره دکتری آمار بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی است که در این رشته به اعطای مدرک دکتری آمار می‌انجامد و مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیت‌های پژوهشی و آموزشی است که برنامه آن با اهداف زیر تهیه شده است:

الف) تربیت افراد متخصص برای انجام وظیفه در نهادهای آموزشی و پرورشی کشور

ب) نوآوری و ارتقا سطح دانش آماری در کشور

۱- طول دوره و نظام آموزشی:

طول دوره دکتری آمار حداقل ۳/۵ و حداکثر ۴/۵ سال است و نظام آموزشی آن واحدی است. کلیه واحدهای درسی دوره در ۲ نیمسال و هر نیمسال در ۱۶ هفته برگزار می‌شود. مدت زمان تدریس هر واحد نظری ۱۶ ساعت و هر واحد عملی ۲۲ ساعت در طول یک نیمسال تحصیلی است.

طول دوره به دو مرحله آموزشی و پژوهشی تقسیم می‌شود:

مرحله آموزشی پس از پذیرفته شدن داوطلب آغاز می‌گردد. دانشجو در طول این مرحله باید توانایی لازم را برای شروع کارهای پژوهشی را به دست آورد. این مرحله با قبولی دانشجو در یک ارزیابی جامع پایان می‌پذیرد.

مرحله پژوهشی رسماً پس از اتمام مرحله آموزشی شروع می‌گردد. در این مرحله تحت نظر کمیته‌ای، دانشجو با سرپرستی یکی از استادان در یکی از زمینه‌های آمار به انجام پژوهش می‌پردازد. این پژوهش باید به کشف و نوآوری در آن زمینه که قابل چاپ در نشریات معتبر باشد، منجر شود و به‌صورت رساله دکتری آمار نوشته شود. این مرحله با دفاع موفقیت‌آمیز از رساله پایان می‌یابد.

۲- تعداد و نوع واحدهای درسی دوره:

تعداد واحدهای درسی دوره دکتری آمار ۳۶ واحد به شرح زیر است:

الف) دروس الزامی	حداقل ۸ واحد (جدول ب)
ب) دروس اختیاری و تخصصی	حداکثر ۸ واحد (جدول ج)
ج) رساله	۲۰ واحد (جدول د)



۳- نقش و توانایی:

دانش‌آموختگان این دوره توانایی آن را خواهند داشت که مسائل نظری و علمی آمار را تحلیل نمایند و برای آن‌ها راه‌حل‌های مناسب ارائه کنند. تحقیقات دانش‌آموختگان این دوره به‌گونه‌ای است که در سطح جهانی قابل مطرح کردن و انتشار است و در پیشبرد علم آمار می‌توانند مؤثر واقع شوند.

۴- ضرورت و اهمیت:

با توجه به گسترش روزافزون کاربرد علم آمار در زمینه‌های مدیریت، برنامه‌ریزی، کشاورزی، پزشکی، مهندسی، اقتصاد، صنعت، جامعه‌شناسی، روانشناسی و ... نیاز دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی به متخصص آمار، نیاز مراکز نظیر بانک‌ها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، پژوهشکده آمار، مرکز آمار ایران و واحدهای تولید آمار در دستگاه‌های مختلف و همچنین برای تحقق استقلال و خودکفائی کشور، اجرای این دوره ضروری است.



فصل دوم

جدول دروس

دوره دکتری آمار



الف: دروس جبرانی دوره دکتری آمار*

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت		
			جمع	نظری	عملی
۸۰	نظریه اندازه و احتمال ۱	۴	۶۴	۶۴	۰
۸۱	استنباط آماری ۱	۴	۶۴	۶۴	۰
۸۲	استنباط آماری ۲	۴	۶۴	۶۴	۰
۱۱۲	مدل‌های خطی ۱	۴	۶۴	۶۴	۰
۰	اخلاق حرفه‌ای	۲	۳۲	۳۲	۰
جمع					

* دروس جبرانی از این جدول برحسب شاخه مربوط با نظر کمیته تحصیلات تکمیلی گروه تعیین می‌شوند. دانشجوی حداکثر ۶ واحد درسی را در صورت لزوم، با نظر گروه خواهد گذراند.

ب: دروس الزامی دوره دکتری آمار*

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت		
			جمع	نظری	عملی
۲۰۱	استنباط آماری پیشرفته	۴	۶۴	۶۴	۰
۲۰۲	نظریه احتمال پیشرفته	۴	۶۴	۶۴	۰
۲۰۳	مدل‌های خطی ۲	۴	۶۴	۶۴	۰
۲۰۴	آمار محاسباتی پیشرفته	۴	۶۴	۶۴	۰
		۱۶			
جمع					

* دانشجوی موظف است حداقل ۸ واحد درسی را از جدول ب انتخاب نماید.



ج: جدول دروس اختیاری و تخصصی دوره دکتری آمار (حداکثر ۸ واحد)

پشتیباز با زمان ارائه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
۲۸	-	۶۴	۶۴	۴	آمار فضایی ۱	۹۱
۲۸	-	۶۴	۶۴	۴	آنالیز چندمتغیره ۱	۹۲
۲۹ و ۲۸	-	۶۴	۶۴	۴	بیوانفورماتیک آماری	۹۳
۲۸	-	۶۴	۶۴	۴	پردازش تصویر	۹۴
۲۸	-	۶۴	۶۴	۴	تحلیل آماری شکل ۱	۹۵
۱۳۶ و اجازه گروه	-	۶۴	۶۴	۴	تحلیل آماری الگوهای نقطه‌ای	۹۶
۸۲	-	۶۴	۶۴	۴	تحلیل بقا	۹۷
۴۰	-	۶۴	۶۴	۴	تحلیل چند متغیره گسسته پیشرفته	۹۸
۳۲	-	۶۴	۶۴	۴	تحلیل داده‌های طولی ۱	۹۹
۲۸	-	۶۴	۶۴	۴	داده‌کاوی پیشرفته	۱۰۰
۳۱	-	۶۴	۶۴	۴	روش‌شناسی آمارگیری	۱۰۱
۲۸	-	۶۴	۶۴	۴	روش‌های دنباله‌ای	۱۰۲
۳۶	-	۶۴	۶۴	۴	روش‌های ناپارامتری پیشرفته	۱۰۳
۳۷	-	۶۴	۶۴	۴	سری‌های زمانی ۲	۱۰۴
۱۵	-	۶۴	۶۴	۴	شبیه‌سازی	۱۰۶
۸۲	-	۶۴	۶۴	۴	طرح آزمایش‌های پیشرفته	۱۰۷
۲۹	-	۶۴	۶۴	۴	فرایندهای تصادفی ۲	۱۰۸
-	-	۶۴	۶۴	۴	فنون آماری	۱۰۹
۲۸	-	۶۴	۶۴	۴	نظریه تصمیم بیزی	۱۱۵
۲۸	-	۶۴	۶۴	۴	نظریه صف	۱۱۶
۳۰	-	۶۴	۶۴	۴	نظریه نمونه‌گیری	۱۱۷
۲۸	-	۶۴	۶۴	۴	نظریه قابلیت اعتماد ۱	۱۱۸
۲۸	-	۶۴	۶۴	۴	نظریه مفصل و مدل‌سازی وابستگی	۱۱۹
۹۱	-	۶۴	۶۴	۴	آمار فضایی ۲	۱۲۰
۹۲	-	۶۴	۶۴	۴	آنالیز چندمتغیره ۲	۱۲۱
۸۰	-	۶۴	۶۴	۴	آنالیز تابعی	۱۲۲
۲۲	-	۶۴	۶۴	۴	آنالیز ترکیبی ۱	۱۲۳
۱۲۳	-	۶۴	۶۴	۴	آنالیز ترکیبی ۲	۱۲۴
۸۰	-	۶۴	۶۴	۴	آنالیز هارمونیک ۱	۱۲۵
۱۲۵	-	۶۴	۶۴	۴	آنالیز هارمونیک ۲	۱۲۶



ج: جدول دروس اختیاری و تخصصی دوره دکتری آمار (حداکثر ۸ واحد)

پشتیباز با زمان ارائه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
۹۵	-	۶۴	۶۴	۴	تحلیل آمار شکل ۲	۱۲۷
۹۹	-	۶۴	۶۴	۴	تحلیل داده‌های طولی ۲	۱۲۸
۲۰۲	-	۶۴	۶۴	۴	فرایند تجدید و قدم‌های تصادفی	۱۲۹
۲۰۲	-	۶۴	۶۴	۴	فرایندهای تصادفی پیشرفته ۱	۱۳۰
۱۳۰	-	۶۴	۶۴	۴	فرایندهای تصادفی پیشرفته ۲	۱۳۱
۲۰۱	-	۶۴	۶۴	۴	قضایای حدی در آمار	۱۳۲
۲۰۲	-	۶۴	۶۴	۴	مارتینگل‌ها	۱۳۳
۸۲	-	۶۴	۶۴	۴	مباحث پیشرفته در نظریه اطلاع	۱۳۴
۲۸	-	۶۴	۶۴	۴	مباحث پیشرفته در آمار کاربردی	۱۳۵
۲۸	-	۶۴	۶۴	۴	مباحث پیشرفته در آمار نظری	۱۳۶
-	-	۶۴	۶۴	۴	مباحث پیشرفته در داده‌های ترتیبی	۱۳۷
۸۰	-	۶۴	۶۴	۴	نظریه اندازه و احتمال ۲	۱۳۸
۲۰۱	-	۶۴	۶۴	۴	نظریه پایایی	۱۳۹
۸۱ و ۱۱۸	-	۶۴	۶۴	۴	نظریه قابلیت اعتماد ۲	۱۴۰
۲۰۲	-	۶۴	۶۴	۴	همگرایی ضعیف	۱۴۱
۱۱۲ و ۸۰	-	۶۴	۶۴	۴	آمار ابعاد بالا	۱۴۲
-	-	۶۴	۶۴	۴	یادگیری عمیق	۱۴۳
۲۰۲	-	۶۴	۶۴	۴	گراف‌های تصادفی	۱۴۴
-	-	۶۴	۶۴	۴	نظریه بازی‌ها	۱۴۵
۲۰۲	-	۶۴	۶۴	۴	نظریه پرکولاسیون	۱۴۶
جمع						

د: رساله دوره دکتری آمار

پشتیباز با زمان ارائه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
				۲۰	رساله	۲۰۳
جمع						



فصل سوم

سرفصل دروس جبرانی

دوره دکتری آمار



نظریه اندازه و احتمال ۱					فارسی	عنوان درس
Measure Theory and Probability 1					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرائی	نوع واحد / نوع درس
	احتمال ۱					<input checked="" type="checkbox"/>
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
	تعداد ساعت: ۶۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴	

هدف کلی درس:

معرفی ابزارهای ریاضی به منظور توسعه مفاهیم احتمال

سرفصل درس:

بیان محدودیت‌های تعریف امید ریاضی در دوره کارشناسی و هدف‌گذاری به سمت ارائه یک تعریف جامع، انتگرال ریمان اشتیل تیس، انتگرال‌های بالایی و پایینی ریمان-اشتیل تیس، انتگرال‌پذیری ریمان-اشتیل تیس، خواص و ویژگی‌های انتگرال، تعریف امید ریاضی بر مبنای انتگرال ریمان اشتیل تیس و نحوه تعیین آن، بیان مسائل و مشکلات مبتلابه این تعریف، تئوری اندازه، مفهوم حد دنباله‌ای از مجموعه‌ها، سیگما میدان، سیگما میدان تولید شده، سیگما میدان بورل، پی و لامبدا سیستم، قضیه دانکین، اندازه، خواص و ویژگی اندازه‌ها، پیوستگی اندازه‌ها، اندازه لبگ، اندازه احتمال، تابع اندازه‌پذیر، متغیر تصادفی، سیگما میدان القاء شده، انتگرال لبگ و خواص آن، تعریف لبگی امید ریاضی و ویژگی‌های آن، همگرایی دنباله‌ای از توابع و سری از توابع (همگرایی نقطه‌به‌نقطه و یکنواخت)، بیان شرایط جابه‌جایی امید ریاضی با حد و مجموع نامتناهی، قضیه همگرایی یکنوای لبگ، لم فاتو، قضیه همگرایی تسلطی لبگ، نامساوی‌های مهم، ارتباط انتگرال لبگ و ریمان، اندازه‌های حاصل‌ضرب، قضیه فوبینی، قضیه رادون-نیکودیم، تحلیل فوریه و کاربردهای آن در نظریه احتمال.

فهرست منابع:

1. Rodin, W., (1976), *Principle of Mathematical Analysis*. McGraw-Hill, New York.
2. Bartle, R. G. and Sherbert D. R., (1999), *Introduction to Real Analysis*, 3rd Edition, John Wiley, New York.



استنباط آماری ۱					فارسی	عنوان درس
Statistical Inference 1					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	حیرانی	نوع واحد / نوع درس
	آمار ریاضی ۲		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
	تعداد ساعت: ۶۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴	

هدف کلی درس:

آشنایی با مسئله آمار استنباطی در زمینه برآورد و ملاک‌ها و روش‌های ارزیابی آن‌ها

سرفصل درس:

مسئله استنباط آماری، مدل آماری، خانواده توزیع‌ها (گ-سته، پیوسته، نمایی و مکانی مقیاسی)، توزیع‌های چندمتغیره، خواص و تولید نمونه تصادفی، همگرایی‌های دنباله متغیرهای تصادفی، اصول فروگاهی داده‌ها (اصول بستدگی، درستنمایی و پایایی)، آماره‌های بستده مینمال، آماره‌های کامل، قضیه باسو، روش‌های بسامدی برآورد (روش‌های گشتاوری، ماکسیم درستنمایی، خودگران، جک‌نایف، خودگردانی و الگوریتم EM، روش‌های plug-in)، روش بیزی برآورد، توزیع پیشینی، روش‌های باز نمونه‌گیری، توزیع پیشینی مزدوج، توزیع پیشینی سره و ناسره، توزیع پسینی، ملاک ارزیابی برآوردگرها، برآوردگرهای ناریب با کمترین واریانس، نابرابری اطلاع، مقدمه‌ای بر نظریه تصمیم، تابع زیان، تابع مخاطره و قواعد تصمیم بیزی، قواعد پذیرفتنی و مینیماکس، روش‌های تقریب تصمیم بیزی.

فهرست منابع:

1. Bickel, P. J. and Doksum, K. A. (2002), *Mathematical Statistics: Basic Ideas and Selected Topics*, Holden-Day Inc., USA.
2. Casella, G. and Berger, R. L. (2002), *Statistical Inference*, Duxbury Press, California.
3. Lehman E. L. and Casella, G. (1998), *Theory of Point Estimation*, Springer, New York.
4. Shao, J. (2003), *Mathematical Statistics*, 2nd Edition, Springer, New York.



استنباط آماری ۲					فارسی	عنوان درس
Statistical Inference 2					انگلیسی	
درس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
	استنباط آماری ۱		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰			تعداد واحد (نظری): ۴

هدف کلی درس:

تکمیل معلومات کسب شده در درس استنباط آماری ۱ در زمینه‌های آزمون فرض و برآورد بازه‌ای

سرفصل درس:

روش‌های آزمون فرض (آزمون نسبت درستنمایی، آزمون بیزی، آزمون‌های اجتماع اشتراک و آزمون‌های اشتراک اجتماع)، روش‌های ارزیابی آزمون‌ها، احتمال خطاها، تابع توان، لم نیمن-پیرسون، به‌طور یکنواخت توان‌اترین آزمون، نسبت درستنمایی و روش‌های مربوطه، توان‌اترین آزمون‌های یکنواخت، آزمون‌های ناریب، نسبت درستنمایی برای توزیع نرمال دومتغیری، تقریب‌های بزرگ نمونه‌ای در آزمون فرض، p -مقدار و اندازه نمونه، بازه اطمینان (با دم‌های برابر، کوتاه‌ترین طول و ناریب)، خواص و ارتباط بازه‌های اطمینان با آزمون فرض، تعیین برآورد بازه‌ای به روش معکوس آزمون فرض، به‌وسیله کمیت محوری، به‌وسیله تابع توزیع تجمعی و رهیافت بیزی (با دم‌های برابر، چگالترین بازه پسینی)، آزمون فرض بیزی، ارزیابی برآوردهای بازه‌ای، سازگاری، نظریه بزرگ نمونه‌ای (سازگاری، نرمال بودن مجانبی و کارایی مجانبی)، استواری، نقطه فروریزش، برآوردهای M -توزیع تقریبی LRT ، آزمون‌های فرض بزرگ نمونه‌ای، برآوردهای بازه‌ای بزرگ نمونه‌ای.

فهرست منابع:

1. Bickel, P. J. and Doksum, K. A. (2002), *Mathematical Statistics: Basic Ideas and Selected Topics*, Holden-Day Inc., USA.
2. Casella, G. and Berger, R. L. (2002), *Statistical Inference*, Duxbury Press, California.
3. Lehman E. L. and Romano, J. P. (2008), *Testing Statistical Hypothesis*, Springer, USA.
4. Shao, J. (2003), *Mathematical Statistics*, 2nd Edition, Springer, New York.



مدل‌های خطی ۱					فارسی	عنوان درس
Linear Models 1					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
	جبر ماتریس، رگرسیون، طرح آزمایش‌ها		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی <input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه <input type="checkbox"/>
	تعداد ساعت: ۶۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴	

هدف کلی درس:

آشنایی دانشجویان با مبانی نظری و کاربردی تحلیل رگرسیونی، تحلیل آزمایش‌ها و استنباط درباره آن‌ها

سرفصل درس:

نظریه رگرسیون، مقدمات ماتریسی لازم برای کار کردن با مدل‌های خطی به‌ویژه وارون تعمیم‌یافته و تجزیه طیفی مدل‌های خطی، شناسایی‌پذیری و برآوردپذیری، مدل‌های با اثر ثابت، تصادفی و آمیخته، برآورد کمترین توان‌های دوم عادی و ماکسیمم درست‌نمایی، BLUE و BLUP، فرم‌های درجه دوم، توزیع فرم‌های درجه دوم، ساختار جبری ANOVA و ANCOVA در طرح‌های مختلف، آزمون‌های آماری برای اثرهای ثابت و تصادفی، مقایسه‌های چندگانه، تحلیل طرح‌های پیچیده‌تر مانند مربع لاتین، کرت‌های خردشده، بلوک‌های متعادل و نامتعادل.

فهرست منابع:

1. Monahan, F. (2008), *A Primer on Linear Models*, Chapman & Hall, New York.
2. Shayle R. Searle and Marvin H.J. Gruber (2017), *Linear Models*, 2nd Edition, John Wiley & Sons.
3. Sreucher, A. C. and Schaalje, B. (2008), *Linear Models in Statistics*, John Wiley & Sons, New York.



فصل چهارم

سرفصل دروس اصلی

دوره دکتری آمار



استنباط آماری پیشرفته					فارسی	عنوان درس
Advanced Statistical Inference					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
	استنباط آماری ۲		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
		تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد ساعت: ۶۴			تعداد واحد (نظری): ۴

هدف کلی درس:

آشنایی با مسئله آمار استنباطی در زمینه برآورد و ملاک‌ها و روش‌های ارزیابی آن‌ها

سرفصل درس:

مروری بر خانواده گروه‌ها، اصل ناوردایی، مفهوم ناوردایی و هم‌وردایی، تابع‌های ناوردا و ناوردای ماکسیمال و ارتباط آن‌ها و یافتن برآوردهای ناوردا با کمترین مخاطره برای پارامترهای مکان، مقیاس و مکان-مقیاس، برآوردهای بی‌سمن و تشریح ارتباط برآوردهای مخاطره ناریب و هم‌وردا، اصول اولیه تفکر بیزی و مقایسه‌ی آن با تفکر فراوانی‌گرا، برخی روش‌های استخراج توزیع پیشینی، معرفی برآوردهای بیزی، بیزی تعمیم‌یافته و بیزی حدی برای تک پارامتر، معرفی روش‌های انتگرال‌گیری مونت‌کارلو برای محاسبه امید توزیع پیشینی، معرفی الگوریتم نمونه‌گیر رد-پذیرش برای نمونه‌گیری از توزیع پیشینی، معرفی برآوردهای بیزی هم‌وردا، بیز سلسله مراتبی، بیزی تجربی، بیزی استوار، معرفی روش‌های مونت‌کارلوی زنجیر مارکوفی برای استخراج نمونه از توزیع پیشینی، نمونه‌گیری گیبز با تشریح توزیع‌های تمام‌شرطی، مقایسه‌ی مخاطره برآوردها، معرفی برآوردهای پذیرفتنی و می‌نیماکس، شیوه‌های یافتن این برآوردها در خانواده نمایی و خانواده گروهی، اثبات پذیرفتنی بودن برآوردها از طریق نابرابری اطلاع و قضیه کارلین، برآورد هم‌زمان چندپارامتری بیزی، معرفی پدیده اشتابن و برآوردهای انتقابی در حالت نرمال، معرفی خانواده کامل برآوردها، ارزیابی عملکرد برآوردها در نمونه بزرگ، کارایی مجانبی، برآورد درست‌نمایی کارا، مروری بر آزمون‌های UMP و UMPU و آزمون‌های UMPI، LMPU و UMPU، اصل می‌نی ماکس و آزمون‌های ماکسی مین و آزمون‌های قابل قبول، آزمون‌های ناوردا، آزمون‌های دنباله‌ای، آزمون‌های چندگانه و مجموعه‌های اطمینان مرتبط با آن‌ها.

فهرست منابع:

1. Lehman E. L. and Casella, G. (1998), *Theory of Point Estimation*, Springer, New York.
2. Lehman E. L. and Romano, J. P. (2008), *Testing Statistical Hypothesis*, Springer, USA.
3. Shao, J. (2003), *Mathematical Statistics*, 2nd Edition, Springer, New York.
4. Berger, J. O. (2013), *Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis*, Springer, New York.
5. Ferguson, T. S. (1967), *Mathematical Statistics*, Academic Press, New York.
6. Robert, C.P. (2008), *The Bayesian choice: from decision-theoretic foundations to computational implementation*, Springer; 2nd edition, New York.
7. Schervish, M. J. (1996), *Theory of Statistics*, Springer, New York.



نظریه احتمال پیشرفته					فارسی	عنوان درس
Advanced Probability Theory					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
	نظریه اندازه و احتمال ۱		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی	<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی		
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار	<input type="checkbox"/> آزمایشگاه		
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴		

هدف کلی درس:

ارائه پایه‌های تحلیلی احتمال و توسعه شهود احتمالی و در ادامه آشنایی با مدل‌های احتمالی مهم برای تحلیل عدم حتمیت

سرفصل درس:

مروری بر پیوستگی مطلق و قضیه رادون نیکودیم، امید و احتمال شرطی تحت سیگما-سیدانها، نظریه مارتینگال، قضیه تجزیه دوب، نامساوی ماکسیمال دوب، زمان توقف، قضیه نمونه‌گیری اختیاری دوب، همگرایی مارتینگال‌ها، نامساوی روگذر، انتگرال‌پذیری بکتواخت و کاربرد آن در همگرایی مارتینگال‌ها، مارتینگال معکوس، فرایندهای تصادفی و توزیع‌های متناهی‌البعده، قضیه وجودی کلموگروف، فرایندهای زمان پیوسته، پالایه و زمان توقف در زمان پیوسته، مارتینگال‌های زمان پیوسته، حرکت براونی و خواص مسیرهای براونی، ساخت حرکت براونی (به روش لوی)، ارتباط حرکت براونی با قدم زدن تصادفی، خاصیت مارکوفی حرکت براونی، خاصیت مارکوفی قوی حرکت براونی، اصل انعکاس و توزیع ماکسیمم، انتگرال تصادفی تحت حرکت براونی، انتگرال ایتو، فرمول ایتو.

فهرست منابع:

1. Billingsley, P. (2012), *Probability & Measure*, Anniversary Edition, John Wiley & Sons.
2. Cinlar, H. (2011), *Probability and Stochastic*, Springer.
3. Dudley, R. (2011) *Real Analysis and Probability*, 2nd Edition, Cambridge University Press.
4. Durrett, R. (2019), *Probability: Theory and Examples*, 5th Edition, Cambridge University Press.
5. Walsh, B. W. (2012) *Knowing the Odds: An Introduction to Probability*, AMS.



مدل‌های خطی ۲					فارسی	عنوان درس
Linear Models 2					انگلیسی	
درس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
	مدل‌های خطی ۱		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
						عملی
<input type="checkbox"/> کارگاه			<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی	
<input type="checkbox"/> حل تمرین			<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/> آزمایشگاه	
	تعداد ساعت: ۶۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴	

هدف کلی درس:

آشنایی دانشجویان با مباحث پیشرفته مدل‌های خطی، مدل‌های خطی تعمیم یافته و کاربردهای آن در علوم مختلف

سرفصل درس:

مباحثی پیشرفته در مدل‌های خطی با ساختار کوواریانس ماتریس خطای کلی (با تأکید بر حالت کوواریانس ماتریس نامعلوم) شامل: مطالعه مدل‌های مختلف، اهمیت و کاربرد مدل‌ها، ویژگی‌ها و روش‌های برآورد یابی.

مباحثی پیشرفته در مدل‌های خطی با اثرات ثابت، تصادفی و آمیخته شامل: روش‌های برآورد یابی، روش‌های پیش‌بینی، مؤلفه‌های واریانس مدل‌های خطی با اثرات تصادفی، اهمیت و کاربرد مؤلفه‌های واریانس و روش‌های برآورد مؤلفه‌های واریانس (ماکسیمم درستنمایی، ماکسیمم درستنمایی مقید، روش بیزی)،

مباحثی پیشرفته در مدل‌های خطی تعمیم‌یافته با اثرات ثابت، تصادفی و آمیخته شامل: مدل با پاسخ دو-دویی و شمارشی، مدل با بیش پراکنش، اهمیت و کاربرد مدل‌ها، روش‌های برآورد یابی، روش‌های پیش‌بینی و برآورد مؤلفه‌های واریانس.

مباحث تشخیصی و تحلیل باقیمانده‌های پیشرفته شامل: تحلیل تأثیر، تحلیل حساسیت، روش‌های یافتن داده‌های پرت و هم خطی در مدل‌های خطی و مدل‌های خطی تعمیم‌یافته.

مباحثی پیشرفته در روش‌های برآوردی اربب شامل: برآوردهای ریج، درستنمایی ناوانبده و لاسو در مدل‌های خطی و مدل‌های خطی تعمیم‌یافته.

معرفی و آشنایی با بسته‌های نرم‌افزاری موجود جهت تجزیه و تحلیل مدل‌ها و سایر مباحث مطرح شده در این درس.
فهرست منابع:

- Demidenko, E. (2013), *Mixed Models, Theory and Applications with R*, 2nd Edition, John Wiley & Sons.
- Hardin, J.W. and Hilbe, J. M. (2018), *Generalized Linear Models and Extensions*, 4th Edition, Stata Press.
- Rao, C.R. and Toutenburg, H. and Shalabh, H. C. (2008), *Linear Models and Generalizations: Least Squares and Alternatives*, 3rd Edition, Springer, Berlin.
- Seber, G. A. F. and Lee, A. J. (2003), *Linear Regression Analysis*, 2nd Edition, John Wiley & Sons.
- Searle, S. R., Casella, G. and McCulloch, C.E. (2006), *Variance Components*, John Wiley & Sons.
- Shayle, R. Searle and Marvin H.J. Gruber (2017), *Linear Models*, 2nd Edition, John Wiley & Sons.
- Takeaki, Kariya, T. and Kurata, H. (2004), *Generalized Least Squares*, 1st Edition, John Wiley & Sons.
- McCulloch, C.E., Searle, S.R. and Neuhaus, J.M. (2008). *Generalized, Linear, and Mixed Models*, 2nd Edition, John Wiley & Sons.



آمار محاسباتی پیشرفته					فارسی	عنوان درس
Advanced Computational Statistics					انگلیسی	
درس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد
	استنباط آماری ۱		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴		

هدف کلی درس:

توسعه و رواج سریع نرم‌افزارهای رایانه‌ای و فنون محاسباتی جدید امکان انجام محاسبات پیچیده و پردازش سریع داده‌ها را که قبل از این میسر نبود، فراهم ساخته است. این امر تأثیر مثبتی بر علم آمار داشته و باعث خلق روش‌های نوینی برای استنباط آماری در شرایطی که روابط و فرمول‌ها به دلیل پیچیدگی فرم بسته‌ای ندارند، شده است.

سرفصل درس:

روش‌های پیشرفته برای تولید نمونه تصادفی (شبیه‌سازی) از متغیرهای پیوسته و گسسته، روش‌های هموارسازی داده‌ها شامل روش کرنل، روش موجک، روش اسپلاین و کاربرد آن‌ها در حل مسائل آماری، روش‌های بازنمونه‌گیری شامل روش جک نایف، بوت استرپ و بوت استرپ غربالگری و کاربرد آن‌ها در محاسبه خطای استاندارد و فواصل اطمینان، الگوریتم EM، روش‌های کاهش واریانس، نمونه‌گیری نقاط مهم، روش مونت‌کارلو زنجیره مارکف (MCMC)، نمونه‌گیری گیبز، الگوریتم متروپولیس - هاستینگس جهت برآورد پارامترهای پسین، انجام پروژه و استفاده از شیوه‌های کد نویسی پیشرفته با R.

فهرست منابع:

1. Efron, B. and Tibshirani, R. J. (1993). *An Introduction to the Bootstrap*, 1st Edition, Springer, New York.
2. Givens, G. H. and Hoeting, J. A. (2012). *Computational Statistics*, John Wiley & Son, USA.
3. Rizzo, M. L. (2007), *Statistical Computing with R.*, Chapman & Hall, London.
4. Robert, C. P. and Casella, G. (2004). *Monte Carlo Statistical Methods*, Springer, New York.
5. Ross, S. M., (2013), *Simulation*, 5th Edition, Academic Press, USA.
6. Rubinstein, R. Y. and Melamed, B., (1998), *Modern Simulation and Modeling*, John Wiley & Sons, USA.
7. Scott, D. W. (2015), *Multivariate Density Estimation, Theory, Practice and Visualization*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, USA.
8. Wasserman, L. (2006), *All of Nonparametric Statistics*, Springer, New York.



رساله					فارسی	عنوان درس
Thesis					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			نظری
						عملی
	<input type="checkbox"/> کارگاه		<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی	
	<input type="checkbox"/> حل تمرین		<input checked="" type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/> آزمایشگاه	
تعداد ساعت:		تعداد واحد (عملی): *		تعداد واحد (نظری): ۲۰		

هدف کلی درس:

انجام یک فعالیت تحقیقاتی در یکی از شاخه‌های آمار

سرفصل درس:

بررسی و پژوهش در یک زمینه تخصصی یا چند مقاله پژوهشی مربوط به موضوعی مرتبط با شاخه تخصصی که موضوع آن با همکاری استاد راهنمای رساله و دانشجو، تأیید گروه و تصویب شورای پژوهشی دانشکده علوم ریاضی تعیین می‌شود. دانشجو نتیجه تحقیقات خود را به صورت رساله‌ای مدون به نام رساله به کمیته‌ای متشکل از استاد راهنما، مشاور و هیئت‌داوران ارائه می‌دهد و در سمیناری، طبق دعوت قبلی گروه، از آن دفاع می‌نماید. ارزیابی رساله بعد از دفاع بر عهده کمیته رساله است.



فصل پنجم

سرفصل دروس اختیاری و تخصصی

دوره دکتری آمار



آمار فضایی ۱					فارسی	عنوان درس
Spatial Statistics 1					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	حیراتی	نوع درس
	آمار ریاضی ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
		تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد ساعت: ۶۴			تعداد واحد (نظری): ۴

هدف کلی درس:

آشنایی با داده‌های فضایی و روش‌های کلاسیک برای تحلیل آن‌ها

سرفصل درس:

داده‌های فضایی، میدان تصادفی، تحلیل اکتشافی داده‌های فضایی، میدان‌های تصادفی مانا، تغییرنگار، هم‌تغییرنگار و همبستگی‌نگار، برآورد و برازش مدل تغییرنگار و هم‌تغییرنگار، نمایش طیفی تغییرنگار و هم‌تغییرنگار، میدان تصادفی گاو سی، پوشش‌گویی فضایی، انواع کریگیدن، کوکریگیدن، کریگینگ بیزی، واریانس کریگینگ، جارو کردن میانه و تحلیل مانده‌ها، شبیه‌سازی داده‌های فضایی، شبیه‌سازی شرطی، طرح نمونه‌گیری فضایی، طرح آزمایش‌های فضایی، تحلیل نزدیک‌ترین همسایه.

فهرست منابع:

1. Bivand, R. S., Pebesma, E. J. and Gomez-Rubio, V. (2013), 2nd Edition, *Applied Spatial Data Analysis in R*, Springer, New York.
2. Chiles, J. P. and Delfiner, P. (2012), *Geostatistics Modeling Spatial Uncertainty*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, USA.
3. Cressie, N. (1993), *Statistics for Spatial Data*, John Wiley & Sons, New York.
4. Ripley, B. D. (2004), *Spatial Statistics*, John Wiley & Sons, New York.
5. Webster, R. and Oliver, M. (2007), *Geostatistics for Environmental Scientists*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Chichester.



آنالیز چندمتغیره ۱					فارسی	عنوان درس
Multivariate Analysis 1					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصولی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
	آمار ریاضی ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰			تعداد واحد (نظری): ۴

هدف کل درس:

آشنایی و توانایی دانشجویان با روش‌های تحلیل چندمتغیره داده‌ها

سرفصل درس:

توزیع چندمتغیره و توزیع شرطی و کناری آن‌ها، خانواده‌های معروف توزیع‌های چندمتغیره (نمایی، کروی، ...)، توزیع‌های چندمتغیره نرمال و ویژگی‌های آن و کاربرد، توزیع چندمتغیره ویشارت و ویژگی‌های آن و کاربرد، توزیع تی دوی هتلینگ و ویژگی‌های آن و کاربرد، تحلیل آنالیز چندمتغیره (MANOVA)، توزیع لاندای ویلکس و ویژگی‌های آن و کاربرد، توزیع بزرگ‌ترین مقدار ویژه و کاربرد، توزیع اثر برخی ماتریس‌های تصادفی از توزیع ویشارت و کاربرد، اصول آزمون فرض در حالت چندمتغیره و انواع بازه‌های اطمینان، اصول برآورد در حالت چندمتغیره، رگرسیون چندمتغیره، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تحلیل عاملی، تحلیل تشخیصی، تحلیل رده‌بندی و خوشه‌بندی، تحلیل داده‌های گم‌شده و روش‌های جانچی آن‌ها

فهرست منابع:

1. Anderson, T. W. (2003), *An Introduction to Multivariate Analysis*, John Wiley & Sons, New York.
2. Bilodeau, M. and Brenner, D. (1999), *Theory of Multivariate Statistics*, Springer, Berlin.
3. Everitt, B. S. and Hothorn, T. (2011), *An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R*, Springer, New York.
4. Johnson, R. A. and Wichern, D. W. (2007), *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Prentice-Hall, New Jersey.
5. Jolliffe, T. C. (1986), *Principle Component Analysis*, Springer, New York.
6. Krzanowski, W. J. and Marriot, F. H. C. (1994), *Multivariate Analysis, Part I, Distributions, Ordination and Inference*, Edward Arnold, London.
7. Mardia, K. V., Kent, J. T. and Bibby, J. M. (1979), *Multivariate Analysis*, Academic Press, New York.
8. Rencher, A. C. and Christensen, W. F. (2012), *Methods of Multivariate Analysis*, John Wiley, New York.



بیوانفورماتیک آماری					فارسی	عنوان درس
Statistical Bioinformatics					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
آمار ریاضی ۲، فرایندهای تصادفی ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴			

هدف کلی درس:

آشنایی دانشجویان با مبانی و مفاهیم بیوانفورماتیک و به کارگیری روش های آماری در حل مسائل مرتبط به کمک نرم افزارهای تخصصی

سرفصل درس:

مروری بر مفاهیم آماری پایه در زیست شناسی از جمله بازه اطمینان، آزمون فرض و ...، تحلیل آماری ژن ها و ریزآرایه ها از جمله توانایی به کارگیری مدل های تصادفی در ژن ها، معرفی روش های آماری در تولید توالی DNA، به کارگیری تکنیک های یادگیری ماشین مانند خوشه بندی و تحلیل تشخیصی در بیوانفورماتیک، مدل های مارکوف و مارکوف پنهان در بیوانفورماتیک، تحلیل های آماری درخت های فیلوژنتیک و استنباط های آماری مربوطه

فهرست منابع:

1. Deonier, R. C., Tavaré, C. and Waterman, M. S. (2005), *Computational Genome Analysis: An Introduction*, Springer, New York.
2. Ewens, W. J. and Grant, G. R. (2005), *Statistical Methods in Bioinformatics: An Introduction*, Springer, New York.
3. Gentleman, R., Carey, V., Huber, W., Irizarry, R. and Dudoit, S. (2006), *Bioinformatics and Computational Biology Solutions using R and Bioconductor*, Springer, New York.
4. Izenman, A. J. (2008), *Modern Multivariate Statistical Techniques (Vol. 1)*, Springer, New York.
5. Lee, J. K. (2010), *Statistical Bioinformatics for Biomedical and Life Science Researchers*, Wiley-Blackwell, USA.



پردازش آماری تصویر					فارسی	عنوان درس
Statistical Image Processing					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد درس
آمار ریاضی ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
	<input type="checkbox"/> کارگاه		<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی	
	<input type="checkbox"/> حل تمرین		<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/> آزمایشگاه	
تعداد ساعت: ۶۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴		

هدف کلی درس:

آشنایی دانشجویان با روش‌های آماری برای پردازش تصاویر

سرفصل درس:

مروری بر روش‌های اخذ تصاویر، مروری بر نظریه آمار بیز و روش‌های رده‌بندی و خوشه‌بندی، روش‌های آستانه‌سازی و بالایش-سازی، روش‌های آماری آشکارسازی خط، لبه و شیء در تصاویر، روش‌های آماری بازسازی تصاویر، روش‌های آماری رده‌بندی نظارتی و غیرنظارتی تصاویر رنگی و چندطیفی و استنباط‌های آماری مربوطه. کاهش بعد در پردازش تصاویر چندطیفی، مقایسه روش‌های آماری پردازش تصاویر با چند روش غیر آماری.

فهرست منابع:

1. Bishop, C. M. (2006), *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer, USA.
2. Dougherty, E. R. and Giardina, C. R. (1987), *Image Processing: Continuous to Discrete*, Prentice & Hall, USA.
3. Fieguth, P. (2010), *Statistical Image Processing and Multidimensional Modeling*, Springer, New York.
4. Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2009), *The Elements of Statistical Learning*, 2nd Edition, Springer, Berlin.
5. Gonzalez, R. C. and Woods, R. E. (2007), *Digital Image Processing*, 3rd Edition, Prentice & Hall, USA.



تحلیل آماری شکل ۱					فارسی	عنوان درس
Statistical Shape Analysis 1					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
آمار ریاضی ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰				تعداد واحد (نظری): ۴

هدف کلی درس:

آشنایی با داده‌های شکل، تعیین خلاصه‌های آماری شکل و روش‌های مختلف تحلیل داده‌های شکل

سرفصل درس:

مقدمات و تعاریف اولیه، انواع دیدگاه به شکل، ماهیت داده‌های شکل، تثبیت سازی شکل‌ها، نمایش گرافیکی شکل‌ها، ویژگی‌های فضای شکل، اندازه‌های شکل، انواع مختصات شکل، انواع میانگین شکل، انواع تحلیل پروکراسس شامل پروکراسس تام و جزئی، ملاک‌های تغییرات شکل، انواع توزیع‌ها در آمار شکل شامل توزیع مختلط بینگهام، واتسن و نورمال دوخمی، ارتباط اندازه و شکل، ارتباط آمار شکل با هندسه تصادفی

فهرست منابع:

1. Dryden, I. L. and Mardia, K. V. (1998), *Statistical Shape Analysis*, John Wiley & Sons, Chichester.
2. Kendall, D. G., Barden, D., Carne, T. K. and Le, H. (1999), *Shape and Shape Theory*, John Wiley & Sons, Chichester.
3. Lele, S. R. and Richtsmeier, J. T. (2001), *An Invariant Approach to Statistical Analysis of Shapes*, Chapman & Hall, Boca Raton, Florida.
4. Small, C. G. (1996), *The Statistical Theory of Shape*, Springer, New York.



تحلیل آماری الگوهای نقطه‌ای					فارسی	عنوان درس
Statistical Analysis of Point Patterns					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصولی	پایه	جبرانی	نوع واحد
نظریه احتمال ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰			تعداد واحد (نظری): ۴

هدف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم نظری فرایندهای نقطه‌ای و اصول استنباط در فرایندهای نقطه‌ای

سرفصل درس:

فرایندهای نقطه‌ای در فضاهای کلی و به‌طور خاص در فضاهای اقلیدسی؛ مروری بر فرایندهای نقطه‌ای بواسون به‌ویژه قضیه اسلیویناک-مه‌که، برهم‌نهی و تنک‌سازی، شبیه‌سازی فرایندهای بواسون، چگالی فرایندهای نقطه‌ای؛ آماره‌های خلاصه مشتمل بر آماره‌های مربوط به ویژگی‌های مرتبه اول و دوم و نتایج مربوط، آماره‌های خلاصه مرتبه دوم، تابع K ی سویی، تابع‌های F ، g ، L ، K ، G ، J ، J^* برآوردهای ناپارامتری تابع‌های بالا؛ فرایندهای کاکس با مرور بر ویژگی‌های پایه‌ای، فرایندهای نیمین-اسکات به‌عنوان فرایندهای کاکس؛ فرایندهای کاکس نوفه شلیک، فرایندهای کاکس لگ‌گاوسی؛ فرایندهای نقطه‌ای مارکوفی یا مرور بر فرایندهای نقطه‌ای متناهی دارای چگالی، تابع شدت پاپانجلو و شرط‌های پایداری، فرایندهای نقطه‌ای با برهمکنش مرتبه دوم، فرایندهای گیبس نامتناهی؛ الگوریتم‌های متروپولیس-هیستینگس؛ استنباط مبتنی بر شبیه‌سازی.

فهرست منابع:

1. Moller, J. and Wagepetersen, R. (2003), *Statistical Inference and Simulation for Spatial Point Processes*, Chapman & Hall, USA.



تحلیل بقا				فارسی	عنوان درس
Survival Analysis				انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	نوع واحد / نوع درس
استنباط آماری ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			نظری
					عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی	<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی	
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار	<input type="checkbox"/> آزمایشگاه	
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴		

هدف کلی درس:

آشنایی با انواع داده‌های بقا، روش‌های پیشرفته مدل‌بندی و تحلیل آن‌ها

سرفصل درس:

تعریف مفاهیم اولیه در بقا: تابع بقا، تابع خطر و داده‌های سانسور شده در بقا، معرفی توابع مختلف پارامتری بقا شامل وایبل، لگ لجستیک، نمایی و ... معرفی روشهای ناپارامتری تخمین تابع بقا (برآوردگر کپلان مایر) و تابع خطر (برآوردگر نلسون-آلن)، معرفی آزمونهای مختلف مقایساتی توابع بقا و بیان شرایط استفاده از آنها، آشنایی با مدل‌بندی توابع خطر و معرفی مدل‌های خطرات متناسب کاکس و ویژگیهای آن، آشنایی با روشهای مدل‌بندی داده‌های بقا در حضور متغیرهای وابسته به زمان، معرفی مدل طبقه‌بندی کاکس و نحوه استفاده از آن، معرفی مدل‌های پارامتری در بقا و ارائه مثال‌های کاربردی در این حوزه، آشنایی با مفاهیم انواع داده‌های بریده شده در بقا و مقایسه آنها با داده‌های سانسور شده، آشنایی با روشهای تحلیل انواع داده‌های سانسور شده و بریده شده، بررسی تئوری و کاربردی مدل‌های ناپارامتری، نیمه پارامتری و پارامتری در مدل‌بندی داده‌های بقا، آشنایی با مدل‌های جمعی و بررسی مفروضات آن در تحلیل داده‌های بقا، آشنایی با مفاهیم رخدادهای بازگشتی و روشهای تحلیل این نوع وقایع در بقا، آشنایی با مفاهیم ریسکهای رقابتی و معرفی روشهای تحلیل آن در حوزه بقا، معرفی و بررسی آزمونهای تشخیصی در حوزه بقا، آشنایی و بررسی مدل‌های حاشیه‌ای برای داده‌های بقای خوشه‌ای، آشنایی با مدل‌های شکنندگی، آشنایی با مدل‌های چندحالتی و روش‌های تحلیل این مدل‌ها، آشنایی با روشهای تحلیل مدل‌هایی شامل متغیرهای کمکی با ابعاد بالا در تحلیل بقا

فهرست منابع:

1. Kleinbaum, D. G. and Klein M. (2012), *Survival Analysis: A Self-Learning Text*, Springer.
2. Klein, M. and Moeschberger, M.L. (2005), *Survival Analysis: Techniques for Censored and Truncated Data (Statistics for Biology and Health)*, Springer.
3. Lawless, J. F. (2011), *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
4. Fleming, T. R. and Harrington, D. P. (2011), *Counting Processes and Survival Analysis*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
5. Aalen, O., Borgan, O. and Gjessing, H. (2008), *Survival and Event History Analysis: A Process Point of View*, Springer.
6. Martinussen, T. and Schike, T. H. (2007), *Dynamic Regression Models for Survival Data*, Springer.



تحلیل چند متغیره گسته پیشرفته					فارسی	عنوان درس
Advanced Multivariate Discrete Analysis					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
	روش‌های چندمتغیره گسته ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰			تعداد واحد (نظری): ۴

هدف کلی درس:

تحلیل داده‌های با پاسخ‌های چندمتغیره رده‌بندی‌شده‌ی دودویی، اسمی در مطالعه‌های با اندازه‌گیری‌های تکراری و طولی

سرفصل درس:

معرفی برخی علائم و توزیع‌های چندمتغیره گسته، مدل‌های چندجمله‌ای مقطعی یک و چند متغیره، مروری بر جدول‌های، مروری بر مدل‌های لگ-خطی، انتخاب مدل و روش‌های تشخیصی، جدول‌های ناقص، جداسازی و فروپاشی، معرفی مدل‌هایی برای تحلیل داده‌های جفت‌های جور شده، مقایسه نسبت‌های وابسته، رگرسیون لوژستیک شرطی برای جفت‌های جور شده دودویی، مدل‌های حاشیه‌ای برای جدول‌های توافقی مربعی، تقارن، شبه-تقارن و شبه-مستقل، اندازه‌گیری توافق بین دو مشاهده‌گر، مدل بردلی-تری برای ترجیح‌های جفتی، مدل‌های حاشیه‌ای و مدل‌های شبه-تقارن برای مجموعه‌های جور شده، مدل‌بندی اندازه‌های تکراری گسته با استفاده از روش کمترین توان‌های دوم وزنی و روش ماکسیمم درستنمایی، معادله‌های برآوردگر تعمیم‌یافته (GEE)، مدل‌های چندجمله‌ای طولی یک و چند متغیره، تحلیل داده‌های طولی با پاسخ دودویی، پاسخ ترتیبی، اسمی و شمارشی، تشریح داده‌های زمان تا رخداد برآمد رده‌بندی‌شده، برآورد جدول زمان نرخ‌های بقا، آزمون متل-کاکس، مدل‌های نمایی تکه‌ای، نظریه مجانبی مدل‌های پارامتری، توزیع‌های مجانبی برآوردگرهای پارامترهای مدل و احتمال‌های خانه‌ها، توزیع‌های مجانبی برای مدل‌های لوجیت و لگ-خطی.

فهرست منابع:

1. Agresti, A. (2007), *An Introduction to Categorical Data Analysis*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
2. Satradhar, B. C. (2014), *Longitudinal Categorical Data Analysis*, Springer, New York.
3. Jobson, J. D. (1992), *Applied Multivariate Data Analysis Volume II: Categorical and Multivariate Methods*, Springer, New York.



تحلیل داده‌های طولی ۱					فارسی	عنوان درس
Analysis of Longitudinal Data 1					انگلیسی	
درس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصولی	پایه	حیرانی	نوع واحد / نوع درس
رگرسیون ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی	
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/> آزمایشگاه	
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴			

هدف کلی درس:

آشنایی با داده‌های طولی و روش‌های مختلف تحلیل داده‌های طولی

سرفصل درس:

مقایسه داده‌های طولی با داده‌های مقطعی، اندازه‌های تکراری و داده‌های سری‌های زمانی، تعبیر متغیرهای کمکی زمان-نامانای ثابت و تصادفی، برازش منحنی‌های هموارسازی، مدل خطی عام، برآورد ماکسیمم درستنمایی مقید و برآورد استوار، مدل‌های پارامتری برای ساختار کوواریانس، همبستگی سریالی و خطای اندازه‌گیری و مدلی با اثرهای تصادفی و خطای اندازه‌گیری، چگونگی برازش مدل‌ها شامل فرمول‌بندی، برآورد، استنباط و مباحث تشخیصی، مدل‌بندی ناپارامتری میانگین پاسخ و برآورد مسیرهای فردی، مروری بر روش‌های تحلیل واریانس و استفاده آن‌ها در تحلیل داده‌های طولی، مدل‌های خطی تعمیم‌یافته برای تحلیل داده‌های طولی شامل مدل‌های حاشیه‌ای، مدل‌های اثرهای تصادفی، مدل‌های انتقالی، معادله‌های برآوردگر تعمیم‌یافته.

فهرست منابع:

1. Diggle, P. J., Heagerty, P., Liang, K. Y., and Zeger, S. L. (2002), *Analysis of Longitudinal Data*, 2nd Edition, Oxford University Press, New York.
2. Fitzmaurice, G. M., Laird, N. M. and Ware, J. H. (2004), *Applied Longitudinal Analysis*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
3. Satradhar, B. C. (2014), *Longitudinal Categorical Data Analysis*, Springer, New York.



داده‌کاوی پیشرفته					فارسی	عنوان درس
Advanced Data Mining					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
آمار ریاضی ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/>	آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/>	آزمایشگاه
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰			تعداد واحد (نظری): ۴

هدف کلی درس:

هدف این درس کشف دانش در دادگان‌ها (پایگاه داده‌ها) است و انتظار می‌رود دانشجو با فنون زیر آشنا شود: شامل که برای یک آمارشناس یادگیری فنون آماری برای یافتن الگو، آشنایی با روش‌های ناپارامتری موردنیاز که بیشتر در یادگیری ماشین و چگونگی استفاده از دادگان‌ها در فرایند داده‌کاوی است.

سرفصل درس:

اهمیت داده‌کاوی، مفهوم داده‌کاوی، فرایند داده‌کاوی، فنون داده‌کاوی، چالش‌های داده‌کاوی، کاربردهای داده‌کاوی، رابطه داده‌کاوی با آمار، یادگیری ماشین و دادگان‌ها، تفاوت آمار و تحلیل داده‌ها با داده‌کاوی و یادگیری ماشین، انواع داده‌ها، مقیاس‌های اندازه‌گیری، تبدیل داده‌ها به منظور تغییر مقیاس، بی‌واحد سازی و حذف نوفه، تشخیص داده‌های دور افتاده و ناهنجار، فروکاهی داده‌ها و کاهش بعد، تلخیص و دیداری‌سازی داده‌ها، روش‌های خوشه‌بندی در داده‌کاوی، روش‌های رده‌بندی در داده‌کاوی، روش‌های استخراج قواعد پیوند برای داده‌های غیر عددی حاصل از تراکنش‌ها، معرفی مراحل کشف دانش در دادگان‌ها و ارائه مسائل کاربردی و حل آن‌ها با یکی از نرم‌افزارهای داده‌کاوی

فهرست منابع:

1. Han, J., Kamber, M. and Pei, J. (2011), *Data Mining: Concepts and Techniques*, 3rd Edition, Morgan Kaufmann, USA.
2. Hastie, T. and Tibshirani, R. (2009), *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*, 2nd Edition, Springer, USA.
3. Tan, P. N., Steinbach, M. and Kumar, V. (2016), *Introduction to Data Mining*, 2nd Edition, Addison Wesley, Boston.
4. Torgo, L. (2010), *Data Mining with R: Learning with Case Studies*, Chapman & Hall, Boca Raton, Florida.



روش‌شناسی آمارگیری					فارسی	عنوان درس
Survey Methodology					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
	روش‌های نمونه‌گیری ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
						عملی
		کارگاه <input type="checkbox"/>	سفر علمی <input type="checkbox"/>			آموزش تکمیلی عملی <input type="checkbox"/>
		حل‌نمرین <input type="checkbox"/>	سمینار <input type="checkbox"/>			آزمایشگاه <input type="checkbox"/>
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰			تعداد واحد (نظری): ۴

هدف کلی درس:

آشنایی دانشجویان با مباحثی که در روش‌شناسی آمارگیری شامل طراحی و مدیریت آمارگیری‌ها، گردآوری، پردازش و تحلیل داده‌های حاصل از آمارگیری‌های مرتبط با هزینه و کیفیت برآوردهای آمارگیری‌ها

سرفصل درس:

آشنایی با روش‌شناسی آمارگیری، معرفی انواع آمارگیری‌ها (آمارگیری‌های نمونه‌ای، سرشماری‌ها و آمارهای ثبتی)، معرفی نمونه‌هایی از آمارگیری‌های مرکز آمار ایران (مانند هزینه و درآمد خانوارها، نیروی کار، آمارگیری جمعیت و سلامت DHS، شاخص قیمت و ...) و آمارگیری‌های سایر کشورها، معرفی چارچوب نمونه‌گیری و خطای پوشش، معرفی منابع خطای آمارگیری، معرفی روش‌های گردآوری داده‌ها (مصاحبه‌ی رودرو، مصاحبه‌ی تلفنی، روش‌های پستی، روش‌های خود اظهاری و روش‌های ترکیبی)، معرفی انواع طرح‌ها شامل طراحی نمونه‌گیری، طراحی پرسشنامه، طراحی نرم‌افزارهای ورود داده‌ها و کنترل پرسشنامه، طراحی اجرا، طراحی برنامه‌ی آموزش، طراحی استخراج و انتشار، طراحی نظارت و ...، معرفی روش‌های پردازش داده‌ها (ورود داده‌ها و کدگذاری، ادیت و جانپی، محاسبه وزن‌ها و جدول‌گیری)، آشنایی با مدل‌ها و روش‌های برآورد هزینه آمارگیری‌ها، فرایند پساگردآوری در داده‌های آمارگیری (کاهش اثرهای بی‌پاسخی)، کنترل افشای اطلاعات آماری، بار پاسخ‌گویی، جور سازی آماری.

فهرست منابع:

1. Biemer, P. P. and Lyberg, L. (2003), *Introduction to Survey Quality*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
2. Convers, J. and Presser, S. (1998), *Survey Questions: Handcrafting the Standardized Questionnaire*, Sage Publications Inc., USA.
3. Groves, R. M., Fowler Jr, F. J., Couper, M. P., Lepkowski, J. M., Singer, E. and Tourangeau, R. (2009), *Survey Methodology*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York.
4. Sarndal, C.E. (2005), *Estimation in Surveys with Nonresponse*, John Wiley & Sons, Britain.



روش‌های دنباله‌ای					فارسی	عنوان درس
Sequential Methods					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	حیرانی	نوع واحد
آمار ریاضی ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی	<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی		
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار	<input type="checkbox"/> آزمایشگاه		
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴		

هدف کلی درس:

آشنایی دانشجویان با روش‌های دنباله‌ای

سرفصل درس:

تجزیه‌های دنباله‌ای، بازرسی نمونه‌ای، توابع زیان و مخاطره، آزمون دنباله‌ای نسبت احتمالات، آزمون‌های دنباله‌ای بین سه فرض آماری، تعمیم آزمون دنباله‌ای نسبت احتمالات، فرض‌های مرکب، روش توابع وزنی والد، تبدیل مشاهدات، قضیه کاکس و موارد استفاده آن، آزمون دنباله‌ای t ، تجزیه واریانس دنباله‌ای، حد پایین واریانس برآوردهای دنباله‌ای، برآوردهای دنباله‌ای بی‌زی، آزمون‌های دنباله‌ای بی‌زی و بی‌زی تجربی، برآوردهای بازه‌ای دنباله‌ای.

فهرست منابع:

1. Ghosh, M., Mukhopadhyay, N. and Sen, P. K. (1997), *Sequential Estimation*, John Wiley & Sons, New York.
2. Govindarajulu, Z. (2004), *Sequential Statistics*, University of Kentucky, USA.
3. Siegmund, D. (1982), *Sequential Analysis: Tests and Confidence Intervals*, Springer, New York.
4. Wald, A. (1984), *Sequential Analysis*, Dover Publications, New York.



روش های ناپارامتری پیشرفته					فارسی	عنوان درس
Advanced Nonparametric Methods					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع درس
	روش های ناپارامتری	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
	تعداد ساعت: ۶۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴	

هدف کلی درس:

آشنایی دانشجویان با شیوه های استنباط به روش های ناپارامتری

سرفصل درس:

آماره های ترتیبی، توزیع توأم و حاشیه ای آماره های ترتیبی، توزیع میانه و دامنه، توزیع مجانبی آماره های ترتیبی، برآورد و آزمون فرض چندک های جامعه، حدود تحمل برای توزیع ها و پوشش ها، آزمون های مبتنی بر گردش ها، آزمون های مبتنی بر تعداد کل و درازای بلندترین گردش ها، گردش های بالا و پایین، آزمون های نیکوتی برازش، تابع توزیع تجربی، آزمون یک نمونه ای کلموگروف-اسمیرنوف، آزمون مجموع رتبه ای ویلکا-کسون، تابع توان، بازه اطمینان، نمونه زوجی، آزمون های علامت و رتبه علامت دار ویلکا-کسون، آزمون گردش والد، مسئله شاهدات مساوی، آزمون دو نمونه ای (کلموگروف-اسمیرنوف)، آزمون میانه، آزمون یو-من-ویتنی، آماره های رتبه ای خطی، خواص رتبه های خطی.

فهرست منابع:

1. Hollander, M. and Wolfe, D. A. (1999), *Nonparametric Statistical Methods*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, USA.
2. Lehmann, E. L. (2006), *Nonparametrics: Statistical Methods Based on Ranks*, Revised Edition, Springer, USA.



سری‌های زمانی ۲					فارسی	عنوان درس
Time Series 2					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	بایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
سری‌های زمانی ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): *			تعداد واحد (نظری): ۴

هدف کلی درس:

تکمیل معلومات کسب شده در درس سری‌های زمانی ۱ و کسب مهارت در تحلیل سری‌های زمانی در حوزه بسامدی

سرفصل درس:

مفاهیم مقدماتی شامل فرایندهای تصادفی، مانایی و انواع آن، توابع اتوکواریانس و خودهمبستگی فرایندهای تصادفی مانا و خواص آن‌ها، برآورد توابع اتوکواریانس و خودهمبستگی، فرایندهای گاوسی، فضاهای هیلبرت و قضیه تصویر متعامد، سری‌های فوریه، سری‌های زمانی مرتبه دوم و خواص آن، سری‌های زمانی ایستا و خواص آن، تابع خودکواریانس و قضیه بوختر، اندازه‌های تصادفی با نمونه‌های متعامد و خواص آن، انتگرال تصادفی نسبت به اندازه‌های تصادفی با نمونه‌های متعامد، نمایش طیفی برای فرایندهای ایستا، تجزیه وکد، مروری بر فضاهای هیلبرت و عملگرهای ایزومتری، ایزومتری کلموگراف، پیش‌بینی سری‌های زمانی ایستا، آشنایی با سری‌های زمانی همبسته متناوب مرتبه دوم و خواص آن، آشنایی با سری‌های زمانی ARCH و GARCH، جواب ایستای یکتا و شرایط وجود آن برای معادلات سری‌های زمانی ARCH و GARCH، استنباط آماری سری‌های زمانی ARCH و GARCH، سری‌های زمانی چند متغیره، مدل‌های فضا-حالت و پالایه کالمن

فهرست منابع:

1. Brockwell, P. J. and Davis, R. A. (2006), *Time Series: Theory and Methods*, 2nd Edition, Springer, New York.
2. Douc, R., Moulines, M. and Stoffer, D. (2014), *Nonlinear Time Series: Theory, Methods and Applications with R Examples*, Chapman & Hall, Boca Raton, Florida.
3. Fuller, W. A. (1995), *Introduction to Statistical Time Series*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York.
4. Hurd, L. and Miamee, B. (2007), *Periodically Correlated Random Sequences: Spectral Theory and Practice*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
5. Kantz, H. and Schreiber, T. (2003), *Nonlinear Time Series Analysis*, Cambridge University Press.
6. Pourahmadi, M. (2001), *Foundations of Time Series Analysis and Prediction Theory*, John Wiley & Sons, New York.



شبهه سازی					فارسی	عنوان درس
Simulation					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
مبانی کامپیوتر و برنامه نویسی	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی	
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/> آزمایشگاه	
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴			

هدف کلی درس:

ایجاد خلاقیت و مدل سازی با داده های واقعی و غیر واقعی

سرفصل درس:

تعاریف و مفاهیم شبهه سازی، دلایل و نیاز به شبهه سازی داده ها، مراحل شبهه سازی، مفاهیم آماری در شبهه سازی، متغیرهای تصادفی و توابع توزیع احتمال، تولید انواع متغیرهای تصادفی (گسسته، پیوسته، یک متغیره، چندمتغیره یا وابسته)، تحلیل آماری داده های شبهه سازی شده، روش های کاهش واریانس، روش های اعتبارسنجی آماری، روش های محاسباتی (روش های شبهه سازی مونت کارلویی، شبهه سازی به روش مونت کارلوی زنجیر مارکوفی)، روش های شبهه سازی فرایندهای تصادفی (حرکت براونی، پواسون)، شبهه سازی انواع سری های زمانی، شبهه سازی میدان های تصادفی، آشنایی با نرم افزارهای مناسب شبهه سازی (از قبیل نرم افزار R و WinBUGS).

فهرست منابع:

1. Casella, G. and Robert, C. P. (2005), *Monte Carlo Statistical Methods*, Springer, New York.
2. Law, A. M. and Kelton, W. D. (2000), *Simulation Modeling and Analysis*, 3rd Edition, McGraw-Hill, New York.
3. Pegden, D., Shannon, R. and Sadowski, R. (1995), *Introduction to Simulation Using Siman*, 2nd Edition, McGraw Hill, New York.
4. Ross, S. M., (2013), *Simulation*, 5th Edition, Academic Press, USA.
5. Rubinstein, R. Y. and Melamed, B., (1998), *Modern Simulation and Modeling*, John Wiley & Sons, USA.



طرح آزمایش های پیشرفته					فارسی	عنوان درس
Advanced Experimental Design					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	حبرانی	نوع درس
	استنباط آماری ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
						عملی
□ کارگاه		□ سفر علمی		□ آموزش تکمیلی عملی		
□ حل تمرین		□ سمینار		□ آزمایشگاه		
تعداد واحد (نظری): ۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد ساعت: ۶۴		

هدف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم طرح آزمایش ها، طراحی و ساختن طرح ها، اجرای آزمایش ها و روش های استنباط آماری طرح ها.

سرفصل درس:

مفاهیم کلی در طرح آزمایش ها، طرح های تک عاملی، مدل طرح، استنباط آماری مدل در آزمایش های با تکرار و بدون تکرار، مقابله ها و مقایسه های زوجی، طرح های بلوکی کامل و ناکامل، طرح ها با دو عامل و چند عامل متقاطع، آزمایش با اثرات تصادفی (مؤلفه های واریانس) و مختلط، طرح های آشنانه ای، طرح کرت های خرد شده، آزمایش های فاکتوریل ²، آزمایش های فاکتوریل ³، آزمایش های فاکتوریل کلی ^k، آزمایش های آمیخته، اختلاط در آزمایش های فاکتوریل با بلوک ها، آزمایش های فاکتوریل کسری، طرح های اثرات اصلی، طرح های ابر اشباع شده، طرح های کاوش

فهرست منابع:

1. Hinkelmann, K. and Kempthorn, O. (2005), *Design and Analysis of Experiments Volume 1 and 2, Advanced Experimental Design*, John Wiley & sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
2. Dean, A. and Voss, D. (1999), *Design and Analysis of Experiments*, Springer-Verlag New York, Inc.
3. Montgomery, D. C. (2017), *Design and Analysis of Experiments, 9th Ed.*, John Wiley and sons New York.
4. Wu, J. C. F., and Hamada, M. S. (2013), *Experiments, Planning, Analysis, and Optimization, 2th Ed.*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
5. Giesbrecht, F. and Gumerts, M. (2004), *Planning, Construction, and Statistical analysis of comparative experiments*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
6. Hinkelmann, K. (2012), *Design and Analysis of Experiments, Volume 3: Special designs and applications*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.



فرایندهای تصادفی ۲					فارسی	عنوان درس
Stochastis Processes 2					انگلیسی	
فرایندهای تصادفی ۱	دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصولی	پایه	نوع واحد / نوع درس
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
						عملی
			<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی	<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی	
		<input type="checkbox"/> حل تمرین		<input type="checkbox"/> سمینار	<input type="checkbox"/> آزمایشگاه	
		تعداد ساعت: ۶۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴

هدف کلی درس:

آشنایی با نظریه فرایندهای تصادفی از دیدگاه احتمالاتی

سرفصل درس:

فرایند تجدید، فرایندهای تجدید خاص، معادله تجدید و قضیه مقدماتی تجدید، قضیه تجدید و کاربردهای آن، تعمیم‌های فرایند تجدید، برهم‌نهی فرایندهای تجدید، فرایند شاخه‌ای، فرایندهای شاخه‌ای زمان گسسته، روابط تابع مولد برای فرایندهای شاخه‌ای، احتمالات انقراض، فرایندهای شاخه‌ای دو نوع و چند نوع، فرایندهای شاخه‌ای زمان پیوسته، فرایند شاخه‌ای دو نوع زمان پیوسته، فرایند شاخه‌ای با طول عمر عمومی متغیر، نظریه انتگرال تصادفی، تعیین امید ریاضی و کوواریانس انتگرال تصادفی، چگالی طیفی، فرایند نوفه سفید.

فهرست منابع:

1. Cox, D. R. and Miller, H. D. (1977), *Theory of Stochastic Processes*, Chapman & Hall, USA.
2. Najim, K., Ikonen, E. and Daoud, A. K. (2004), *Stochastic Processes: Estimation, Optimization and Analysis*, Butterworth Heinemann, USA.
3. Ross, S. M. (1983), *Stochastic Processes*, John Wiley & Sons, New York.



فنون آماری					فارسی	عنوان درس
Statistical Techniques					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصولی	پایه	جبرانی	نوع واحد
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی	<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی		
	<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/> آزمایشگاه		
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴			

هدف کلی درس:

آشنایی با فنون قابل استفاده در حل مسائل آماری و بحث و بررسی پیرامون صحت و دقت آن‌ها

سرفصل درس:

بررسی فرض‌های مبنایی روش‌های آماری معمول (از قبیل تصادفی بودن نمونه، استقلال مشاهدات، نرمال بودن توزیع)، ارائه راه‌حل‌های لازم در صورت عدم صحت فرض‌های آماری، مقایسه روش‌های مختلف حل یک مسئله (از دیدگاه حساسیت، توان، دقت و غیره)، بررسی صحت مدل‌های مفروض (تحلیل مانده‌ها و تشخیص، نارسائی‌های مدل)، بررسی ثابت بودن واریانس و روش‌های تثبیت واریانس، بحث و بررسی مسائل آماری فرض یا مسائل آماری که از طرف مؤسسات مختلف برای مشورت به گروه آمار ارجاع می‌شود.

فهرست منابع:

1. Cook, R. D. and Weisberg, S. (1982), *Residuals and Influence in Regression*, Chapman & Hall, London.
2. D'Agostino, R. B. and Stephens, M. A. (1986), *Goodness of Fit Techniques*, Marcel Decker, New York.
3. Mandansky, A. (1988), *Prescriptions for Working Statisticians*, Springer, New York.
4. Rousseeuw, P. J. and Leroy, A. M. (2003), *Robust Regression and Outlier Detection*, John Wiley & Sons, USA.



نظریه تصمیم بیزی					فارسی	عنوان درس
Bayesian Decision Theory					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
	آمار ریاضی ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی	<input type="checkbox"/> آزمایشگاه		
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴			

هدف کلی درس:

آشنایی با اصول کلی استنباط آماری در قالب مسئله تصمیم بیزی

سرفصل درس:

عناصر اساسی تصمیم، توابع زیان و ریسک، قواعد تصمیم، ترتیب و رجحان عمل‌ها، اصول کفایت، درست‌نمایی و پایایی، تحدب، تابع مطلوبیت، اطلاعات پیشینی، احتمالات ذهنی، تعیین ذهنی چگالی پیشینی، تعیین چگالی پیشینی از داده‌های قبلی، تعیین چگالی پسینی، پیشینی‌های مزدوج، پیشینی‌های سره و ناسره، استنباط بیزی، نظریه تصمیم بیزی، مجاز بودن قواعد بیز و بیز تعمیم‌یافته، تحلیل حساسیت بیزی، تحلیل مینیماکس، نظریه بازی‌ها، ارزیابی اصل مینیماکس، رده‌های کامل و اساساً کامل، حد قواعد بیزی، لم استاین برای مجاز بودن، روش‌های بیزی تجربی و سلسله مراتبی.

فهرست منابع:

- Berger, J. O. (2013), *Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis*, Springer, New York.
- Carlin, B. P. and Louis, T. A. (2000), *Bayes and Empirical Bayes Methods for Data Analysis*, Chapman & Hall, London.
- Liese, F. and Miescke, K. J. (2008), *Statistical Decision Theory: Estimation, Testing, and Selection*, Springer, New York.
- Robert, C. P. (1994), *The Bayesian Choice: A Decision-Theoretic Motivation*, Springer, New York.



نظریه صف					فارسی	عنوان درس
Queuing Theory					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع درس
	فرایندهای تصادفی ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی	
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/> آزمایشگاه	
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴	

هدف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم و انواع سیستم‌های صف و کاربردهای آن

سرفصل درس:

صف بندی $M/G/1$ ، فرمول پلازیک خین چین، زمان انتظار و دوره اشتغال، سیستم $M/G/1$ ، سیستم $M/B/1$ (منظور از سرویس دسته‌جمعی است که توزیع آن دلخواه است و تعداد مشتریان سرویس شونده در هر بار متناهی است)، میانگین طول صف، میانگین زمان انتظار در حالت ایستا سیستم $M/M/G$ با برگشت و سیستم $M/G/1$ با برگشت، توزیع طول صف، زمان انتظار، زمان معروف در سیستم.

فهرست منابع:

1. Bhat, U. N. (2015), *An Introduction to Queueing Theory: Modeling and Analysis in Applications*, 2nd Edition, Springer, New York.
2. Breuer, L. and Baum, D. (2005), *An Introduction to Queueing Theory*, Springer, New York.
3. Gross, D., Shortle, J. F., Thompson, J.M. and Harris, C. M. (2008), *Fundamentals of Queueing Theory*, 4th Edition, John Wiley & Sons, New York.



نظریه نمونه‌گیری					فارسی	عنوان درس
Sampling Theory					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع درس
روش‌های نمونه‌گیری ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی	
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/> آزمایشگاه	
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴		

هدف کلی درس:

آشنایی دانشجویان با نظریه و روش‌های نمونه‌گیری برای تعیین فنون نمونه‌گیری و چارچوب‌های نمونه‌گیری ناقص

سرفصل درس:

مفاهیم نمونه‌گیری، روش‌های معمول نمونه‌گیری، الگوریتم‌های نمونه‌گیری، طبقه‌بندی در نمونه‌گیری، نمونه‌گیری طبقات برابر، نمونه‌گیری چندمرحله‌ای، برخورد با حوزه‌های خیلی کوچک و خیلی بزرگ، نمونه‌گیری چندفازی، روش‌های تعمیم نمونه به جامعه، کالیبره نمودن برآورد، برآورد برای نواحی کوچک، خطاهای نمونه‌گیری، خطاهای غیرنمونه‌گیری، نمونه‌گیری چرخشی، نمونه‌گیری هم‌آهنگ شده، کنترل انتخاب نمونه، برخورد با چارچوب‌های نمونه‌گیری ناقص، نمونه‌گیری از جوامع نادر، نمونه‌گیری از جوامع گریزان، نمونه‌گیری غیرمستقیم، نمونه‌گیری سازوار، نمونه‌گیری گلوله‌برفی، نمونه‌گیری شبکه‌ای، نمونه‌گیری صید و باز صید، نمونه‌گیری چندبارگی، نمونه‌گیری جوامع در حرکت، نمونه‌گیری مکانی، نمونه‌گیری مکانی زمانی، نمونه‌گیری چند چارچوبی

فهرست منابع:

1. Cochran, W. G. (1977), *Sampling Techniques*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, USA.
2. Hedayat, A. S. and Sinha, B. K. (1991), *Design and Inference in Finite Population Sampling*, John Wiley & Sons, New York.
3. Lavallée, P. (2009), *Indirect Sampling*, Vol. 7397, Springer, USA.
4. Sampath, S. (2005), *Sampling Theory and Methods*, Alpha Science International Ltd., Harrow, UK.
5. Thompson, S. K. (1992), *Sampling*, John Wiley & Sons, New York.
6. Tillé, Y. (2011). *Sampling algorithms*, Springer, Berlin, Heidelberg.
7. Zayed, A. I. (1993), *Advances in Shannon's Sampling Theory*, CRC Press, USA.



عنوان درس		فارسی	نظریه قابلیت اعتماد ۱			
		انگلیسی	Reliability Theory I			
نوع واحد درس	نوع درس	جبرانی	پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری
		نظری				
	عملی					
آموزش تکمیلی عملی		<input type="checkbox"/>	سفر علمی	<input type="checkbox"/>	کارگاه	<input type="checkbox"/>
آزمایشگاه		<input type="checkbox"/>	سمینار	<input type="checkbox"/>	حل تمرین	<input type="checkbox"/>
تعداد واحد (نظری): ۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد ساعت: ۶۴		
دروس پیش نیاز		آمار ریاضی ۲				

هدف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم قابلیت اعتماد و کاربردهای آن، مدل‌بندی و کاربرد روش‌های آماری برای تجزیه و تحلیل آن

سرفصل درس:

تعریف مفهوم قابلیت اعتماد، شکست و انواع آن و معرفی توزیع زمان شکست، تابع قابلیت، تابع مخاطره و...، انواع سانسور، معرفی توزیع‌های قابلیت اعتماد و ویژگی‌های آن‌ها، برازش مدل به داده‌های قابلیت اعتماد و برآورد تابع قابلیت اعتماد با به‌کارگیری روش‌های پارامتری و آزمون‌های نیکویی برازش متناظر به‌ویژه در حضور سانسور، برآورد تابع قابلیت با به‌کارگیری روش‌های ناپارامتری نظیر کاپلان-سمیر و نلسون آن، قابلیت اعتماد سیستم‌ها، معرفی مفهوم فرسایش و مدل فرسایش عمومی، معرفی مفهوم استرس و انواع استرس گذاری (ثابت، پله‌ای، تصادفی، دوره‌ای)، معرفی آزمون‌های طول عمر شتابیده و مدل‌بندی آن با استفاده از مدل نلسون

فهرست منابع:

1. Meeker, W. Q. and Escobar, L. A. (2014), *Statistical Methods for Reliability Data*, John Wiley & Sons, USA.
2. Wayne, N. (2004), *Accelerated Testing, Statistical models, Test Plans and Data Analysis*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
3. Crowder, M. J., Kimber, A. C., Smith, R. L. and Sweeting, T. J. (1991), *Statistical Analysis of Reliability Data*, Chapman & Hall, USA.
4. Mann, N. R., Schafer, R. E. and Singpurwalla, N. D. (1973), *Methods for Statistical Analysis of Reliability and Life Data*, John Wiley & Sons, USA.



نظریه مفصل و مدل‌سازی وابستگی					فارسی	عنوان درس
Copula Theory and Dependence Modeling					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد
آمار ریاضی ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		کارگاه <input type="checkbox"/>	سفر علمی <input type="checkbox"/>			آموزش تکمیلی عملی <input type="checkbox"/>
		حل تمرین <input type="checkbox"/>	سمینار <input type="checkbox"/>			آزمایشگاه <input type="checkbox"/>
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴			

هدف کلی درس:

آشنایی دانشجویان با نظریه مفصل و کاربرد آن در تعیین همبستگی و مدل‌سازی متغیرهای وابسته

سرفصل درس:

توابع توزیع پیوسته مطلق و منفرد دو و چندمتغیره، تعریف مفصل و ویژگی‌های آن، قضیه اسکالر، کران‌های فرشه هافدینگ مفصل متغیرهای تصادفی مستقل و وابسته کامل، مفصل بقا، مفصل متغیرهای تصادفی تبادل پذیر، مفصل متغیرهای تصادفی متقارن شعاعی، شبیه‌سازی داده‌های چندمتغیره با استفاده از مفصل، روش‌های ساخت مفصل، معرفی مفصل‌های مهم: گاوسی، بیضوی، پلاکت، مارشال الکین، خانواده مفصل فارلی، گمبل-سرگنسترن و تعمیم‌های آن، خانواده مفصل‌های ارشمیدسی و ویژگی‌های آن‌ها، تبدیل لاپلاس و مولد مفصل‌های ارشمیدسی، خانواده مفصل‌های فرین مقدار، معرفی مفصل‌های آرشیماکس و لوی، تابع توزیع کندال، مفاهیم وابستگی بر اساس تابع مفصل، اندازه‌های وابستگی، وابستگی دمی بالا و پایین، معیارهای وابستگی کندال، اسپیرمن، جینی، اصول اسکارسینی برای معیارهای هماهنگی، محاسبه ضرایب همبستگی کندال و اسپیرمن برای مفصل‌های مختلف، ترتیب‌های تصادفی وابستگی، برآورد ماکسیمم درستنمایی پارامترهای توابع مفصل، نظریه مجانبی برای برآوردهای ماکسیمم درستنمایی، روش برآورد شبه درستنمایی، تابع مفصل تجربی، فرایند تجربی، معیارهای وابستگی رتبه‌ای بر اساس مفصل تجربی و توزیع مجانبی آن‌ها، آزمون‌های استقلال مفصل مینا، آزمون‌های نکویی برازش مفصل برای داده‌های وابسته، کاربرد مفصل در ساخت توزیع‌های گسسته، سری‌های زمانی، فرایندهای تصادفی، رگرسیون چندمتغیره و قابلیت اعتماد.

فهرست منابع:

1. Cherubini, U., Luciano, E. and Vecchiato, W. (2004), *Copula Methods in Finance*, John Wiley & Sons, UK.
2. Durante, F. and Sempi, C. (2015), *Principles of Copula Theory*, CRC Press, New York.
3. Joe, H. (2015), *Dependence Modeling with Copulas*, CRC Press, Boca Raton, Florida.
4. Joe, H. (1997), *Multivariate Models and Dependence Concepts*, Chapman & Hall, UK.
5. Mai, J. F. and Scherer, M. (2012), *Simulating Copulas*, Imperial College Press, London.
6. Nelsen, R. B. (2006), *An Introduction to Copulas*, Springer, USA.
7. Trivedi, P. K. and Zimmer, D. M. (2007), *Copula Modeling: an Introduction for Practitioners*, Now Publishers Inc, USA.



عنوان دروس		فارسی				
عنوان دروس		انگلیسی				
Spatial Statistics 2						
نوع واحد	نوع درس	جبرانی	پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری
	نظری				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	عملی					
آموزش تکمیلی عملی		<input type="checkbox"/>	سفر علمی	<input type="checkbox"/>	کارگاه	<input type="checkbox"/>
آزمایشگاه		<input type="checkbox"/>	سمینار	<input type="checkbox"/>	حل تمرین	<input type="checkbox"/>
تعداد واحد (نظری): ۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد ساعت: ۶۴		

هدف کلی درس:

آشنایی با روش‌ها و مدل‌های پیشرفته و توسعه یافته برای تحلیل داده‌های فضایی.

سرفصل درس:

داده‌های زمین آماری و روش‌های تحلیل بسامدی و بیزی برای مدل‌های رگرسیون فضایی، تحلیل مدل‌های خطی تعمیم یافته فضایی، میدان‌های فضایی نامتناه، میدان‌های تصادفی ناگوسی، میدان‌های تصادفی چند متغیره، میدان‌های تصادفی فضایی-زمانی، هم‌تغییرنگار تفکیک پذیر و تفکیک ناپذیر، روش‌های ساخت توابع کوواریانس فضایی و فضایی-زمانی، داده‌های فضایی ناحیه‌ای، میدان‌های تصادفی مارکوفی گاوسی و ارتباط با نظریه گراف، الگوهای نقطه‌ای فضایی، الگوهای نقطه‌ای فضایی علامت دار، فرایندهای پواسون همگن و ناهمگن، فرایند کاکس، فرایند نقطه‌ای نیمن-اسکات، آزمون تصادفی بودن فضایی کامل.

فهرست منابع:

1. Banerjee, S., Carlin, B. and Gelfand, A. (2004), *Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data*, Chapman & Hall, Boca Raton, Florida.
2. Cressie, N. (1993), *Statistics for Spatial Data*, John Wiley & Sons, New York.
3. Gaetan, C. and Guyon, X. (2010), *Spatial Statistics and Modeling*, Springer, New York.
4. Møller, J. and Waagepetersen, R. (2004), *Statistical Inference and Simulation for Spatial Point Processes*, Chapman & Hall, Boca Raton, Florida.
5. Rue, H. and Held, L. (2005), *Gaussian Markov Random Fields: Theory and Applications*, Chapman & Hall, New York.
6. Sherman, M. (2011), *Spatial Statistics and Spatio-Temporal Data: Covariance Functions and Directional Properties*, John Wiley & Sons, Chichester.



آنالیز چندمتغیره ۲					فارسی	عنوان درس
Multivariate Analysis 2					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصولی	پایه	جبرانی	نوع درس / نوع واحد
آنالیز چندمتغیره ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی	<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی		
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار	<input type="checkbox"/> آزمایشگاه		
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): *	تعداد واحد (نظری): ۴		

هدف کل درس:

آشنایی دانشجویان با روش‌های آماری پیشرفته‌تری از تحلیل چند متغیره و چگونگی اجرای آن‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری

سرفصل درس:

روش‌های کاهش بعد از جمله تحلیل مؤلفه مستقل و تحلیل عاملی مستقل، تحلیل مدل‌های ساختاری، تحلیل ساختار کوواریانس، آشنایی با تکنیک‌های یادگیری ماشینی، تحلیل پروفایل و اندازه‌های تکراری، تعقیب تصویری (Projection Pursuit)، تحلیل تشخیصی (شامل رگرسیون لوژستیک، درخت‌های رده‌بندی و شبکه‌های عصبی) تحلیل تناظر، تحلیل کانونی، خوشه‌بندی، مقیاس بندی چندبعدی.

فهرست منابع:

1. Everitt, B. S. and Hothorn, T. (2011), *An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R*, Springer, New York.
2. Johnson, R. A. and Wichern, D. W. (2007), *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Prentice-Hall, New Jersey.
3. Rencher, A. C. and Christensen, W. F. (2012), *Methods of Multivariate Analysis*, John Wiley, New York.
4. Izenman, A. J. (2008). *Modern Multivariate Statistical Techniques (Vol. 1)*, Springer, New York.



فارسی		عنوان درس				
انگلیسی		Functional Analysis				
نوع واحد	نوع درس	جبرانی	پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری
	نظری				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	عملی					
	آموزش تکمیلی عملی	<input type="checkbox"/>	سفر علمی	<input type="checkbox"/>	کارگاه	<input type="checkbox"/>
	آزمایشگاه	<input type="checkbox"/>	سمینار	<input type="checkbox"/>	حل تمرین	<input type="checkbox"/>
تعداد واحد (نظری): ۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد ساعت: ۶۴				

هدف کلی درس:

معرفی مفاهیم فضاهای برداری توپولوژیک و متریک پذیری آن‌ها بررسی و عملکردهای خطی که اندازه بین آن‌ها پیوسته و فشرده

سرفصل درس:

فضای برداری توپولوژیک، متری سازی، پیوستگی و کران‌داری نگاشت‌های خطی، نیم نرم‌ها و تحدب موضعی، فضای خارج قسمت، قضیه رسته بشر، اصل کران‌داری یکتااخت (قضیه باناخ - اشتین هاوس)، قضیه نگاشت باز، قضیه نمودار بسته، پیوستگی مجزا و توأم، دوگانگی، قضیه هان - باناخ، توپولوژی ضعیف و ضعیف ستاره، قضیه باناخ-آل اوغلو، تفکیک پذیری و متر پذیری، قضیه کراین-میلمن، توابع تحلیلی با مقادیر برداری، دوگان فضای باناخ، دوگان زیرفضا و فضای خارج قسمت، عملگر الحاقی و خواص آن، عملگر فشرده و خواص آن. یکی از موضوع‌های زیر:

۱- پخش و تبدیل فوری و کاربرد آن در معادلات دیفرانسیل و نظریه تابوری

۲- جبرهای باناخ جابجایی و ناجابجایی، خواص اساسی طیف، قضیه حسابان نامعی، تبدیل گلفاند، فضاهای ایدآل ماکسیمال جبرهای جابجایی، نظریه طیفی و کاربرد آن در قضیه طیفی برای عملگرهای ناهنجار.

فهرست منابع:

1. Conway, J. B. (1997), *A Course in Functional Analysis*, 2nd Edition, Springer, New York.
2. Haase, M. (2014), *Functional Analysis: An Elementary Introduction*, American Mathematical Society, Providence, RI.
3. Rudin, W. (1991), *Functional Analysis*, 2nd Edition, McGraw-Hill, New York.



فارسی					عنوان درس
انگلیسی					
Combinational Analysis I					
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	نوع واحد
جبر خطی برای آمار	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			نظری
					عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی		آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار		آزمایشگاه
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴

هدف کلی درس:

آشنایی مقدماتی با ساختارهای مهم در آنالیز ترکیبی مانند مربع‌های لاتین، پرمنت‌ها، نظریه رمزی، مربع‌های وفقی و توابع مولد

سرفصل درس:

اصل گنجایش و اخراج، مفهوم توابع مولد، نظریه شمارشی بولیا، پرمنت‌ها، نظریه رمزی، مربع‌های لاتین متعامد، مربع‌های وفقی (سحرآمیز)، طرح‌های ترکیبی، t -طرح‌ها و کاربردهای آن‌ها، روش‌های مختلف ساختن طرح‌های ترکیبی، ماتریس‌های هادامارد، انگاره هادامارد، کاربرد ماتریس‌های هادامارد در نظریه کدها، صفحه‌های تصویری متناهی، ارتباط ماتریس‌های هادامارد با طرح‌های ترکیبی، ارتباط مربع‌های لاتین با صفحه تصویری متناهی و طرح‌های ترکیبی، سیستم نمایندگی متفاوت، قضیه فیلیپ هال، بعضی از مسائل اکسترمال، خواص ترکیبی مجموعه‌های نفاصل و ارتباط آن‌ها با طرح‌های ترکیبی، مقدمه‌ای بر نظریه کدها و رمزها و گران‌ها

فهرست منابع:

1. Riordan, J. (2012), *Introduction to Combinatorial Analysis*, Dover Publications, New York.
2. Flajolet, P. and Sedgewick, R. (2009), *Analytic Combinatorics*, Cambridge University Press, Cambridge.



عنوان درس		فارسی			
نوع واحد / نوع درس		انگلیسی			
Combinational Analysis 2		فارسی			
دروس پیش نیاز		اختیاری	تخصصی	اصلی	بایه
آنالیز ترکیبی ۱	نظری	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	عملی				
	آموزش تکمیلی عملی	<input type="checkbox"/>	کارگاه <input type="checkbox"/>	سفر علمی <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	آزمایشگاه	<input type="checkbox"/>	حل تمرین <input type="checkbox"/>	سمینار <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
تعداد واحد (نظری): ۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد ساعت: ۶۴	

هدف کلی درس:

تکمیل معلومات کسب شده در درس آنالیز ترکیبی ۱

سرفصل درس:

یادآوری مفاهیم مورد بحث در آنالیز ترکیبی ۱، اثبات قضایای مربوط به رد حدسی اولر در مربع‌های لاتین متعامد، اثبات حدس واندر واردون درباره پرمنت‌ها، قضیه براک، رایزرجولا، قضیه ماکسیمم در ترمینان در ماتریس‌ها، روش‌های ساخت در ریاضیات ترکیبی، روش‌های بازگشتی هنانی در ساختن طرح‌های بلوکی، روش‌های گرافتی برای ساختن سه‌گانه‌های اشتاینر، طرح‌ها و گراف‌ها، پیچیدگی محاسبات و مسائل NP، مطالب تحقیقاتی در موضوع‌های ترکیبی (بستگی به علایق استاد)، قضیه ویلسن

فهرست منابع:

1. Riordan, J. (2012), *Introduction to Combinatorial Analysis*, Dover Publications, New York.
2. Flajolet, P. and Sedgewick, R. (2009), *Analytic Combinatorics*, Cambridge University Press, Cambridge.



آنالیز هارمونیک ۱					فارسی	عنوان درس
Harmonic Analysis I					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد
نظریه اندازه و احتمال ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی	
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/> آزمایشگاه	
	تعداد ساعت: ۶۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴	

هدف کلی درس:

آشنایی با نمایش انتگرال روی گروه‌های موضعی فشرده

سرفصل درس:

گروه‌های توپولوژیک، وجود و یکتایی اندازه هار، انتگرال روی گروه‌ها، تابع مدولار، پیچش توابع و اندازه‌های برل، جبر توابع مطلقاً اندازه‌پذیر، جبر اندازه‌های برل منظم کران‌دار، فضای همگن، وجود و یکتایی اندازه پایا و شبه پایا روی فضای همگن، نمایش‌های یکانی روی گروه‌های موضعی فشرده، نمایش‌های دوری و تحویل‌ناپذیر، ارتباط نمایش‌های یکانی گروه و نمایش‌های ناتبهگون جبر گروهی، گروه‌های موضعی فشرده آبلی، تبدیل فوریه و خواص آن، دوگان پترباگین و فشرده‌سازی بور، میانگین‌های پایا، میانگین‌های پایا روی فضای توابع تقریباً متناوب، توابع تقریباً متناوب ضعیف.

فهرست منابع:

- 1- Deitmar, A. and Echterhoff, S. (2009), *Principles of Harmonic Analysis*, Springer, New York.
- 2- Folland, G. B. (1995), *A Course in Abstract Harmonic Analysis*, CRC Press, Boca Raton, FL.
- 3- Folland, G. B. (1989), *Harmonic Analysis in Phase Space*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- 4- Hans, R. and Stegeman, J. D. (2000), *Classical Harmonic Analysis and Locally Compact Groups*, 2nd Edition, Oxford University Press, New York.
- 5- Hewitt, E. and Ross, K. A. (1994), *Abstract Harmonic Analysis, Vol I*, 2nd Edition, Springer, Berlin-New York.
- 6- Rudin, W. (1990), *Fourier Analysis on Groups*, John Wiley & Sons, New York.



آنالیز هارمونیک ۲						فارسی	عنوان درس
Harmonic Analysis 2						انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد	
آنالیز هارمونیک ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری	
						عملی	
	کارگاه <input type="checkbox"/>		سفر علمی <input type="checkbox"/>		آموزش تکمیلی عملی <input type="checkbox"/>		
	حل تمرین <input type="checkbox"/>		سمینار <input type="checkbox"/>		آزمایشگاه <input type="checkbox"/>		
تعداد ساعت: ۶۴			تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴		

هدف کلی درس:

آشنایی با جبرهای تابعی روی گروه‌های موضعاً فشرده و القاء بر نمایش از زیر گروه به گروه

سرفصل درس:

گروه‌های فشرده، نمایش یکانی و تحویل‌ناپذیر گروه‌های فشرده، تبدیل فوری و فوری اشتیلیس روی گروه‌های فشرده، نمایش‌های القایی و قضیه تقابل فروبنیوس، ماشین مک کی، حاصل ضرب تانسوری نمایش‌ها، انتگرال مستقیم فضاهاى هیلبرت و تجزیه نمایش‌های گروه‌های موضعاً فشرده به انتگرال مستقیم نمایش‌های تحویل‌ناپذیر.

فهرست منابع:

1. Deitmar, A. and Echterhoff, S. (2009), *Principles of Harmonic Analysis*, Springer, New York.
2. Hewitt, E. and Ross, K. A. (2002), *Abstract Harmonic Analysis*, Vol II, Springer, Berlin-New York.
3. Paterson, A. L. T. (1988), *Amenability*, American Mathematical Society, USA.



تحلیل آماری شکل ۲					فارسی	عنوان درس
Statistical Shape Analysis 2					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصولی	پایه	جبرانی	نوع درس نوع واحد
تحلیل آماری شکل ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی	<input type="checkbox"/> آزمایشگاه		
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			
	تعداد ساعت: ۶۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴	

هدف کلی درس:

تکمیل معلومات کسب شده در درس تحلیل آماری شکل ۱ و ارتباط شکل و ریخت‌شناسی، رده‌بندی و خوشه‌بندی اشکال

سرفصل درس:

آزمون فرض‌های مرتبط در آمار شکل، نمونه‌گیری خودگردان در آمار شکل، شکل در ابعاد بالا، اشکال در تصاویر، هموارسازی اشکال، تحلیل اشکال بدون برجسب، تحلیل اشکال به صورت تابع، تحلیل تشخیصی اشکال، خوشه‌بندی اشکال، محاسبات پیشرفته در آمار شکل

فهرست منابع:

1. Dryden, I. L. and Mardia, K. V. (1998), *Statistical Shape Analysis*, John Wiley & Sons, Chichester.
2. Kendall, D. G., Barden, D., Carne, T. K. and Le, H. (1999), *Shape and Shape Theory*, John Wiley & Sons, Chichester.
3. Lele, S. R. and Richtsmeier, J. T. (2001), *An Invariant Approach to Statistical Analysis of Shapes*, Chapman & Hall, Boca Raton, Florida.
4. Small, C. G. (1996), *The Statistical Theory of Shape*, Springer, New York.



تحلیل داده‌های طولی ۲					فارسی	عنوان درس
Analysis of Longitudinal Data 2					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد
تحلیل داده‌های طولی ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴		

هدف کلی درس:

آشنایی با داده‌های طولی همراه با مقادیر گم‌شده، داده‌های طولی چندمتغیره و انواع مدل‌بندی‌های توأم

سرفصل درس:

مروری بر مدل‌های انتقالی، حاشیه‌ای و اثرهای تصادفی در تحلیل داده‌های طولی، تشریح الگوهای مختلف مقادیر گم‌شده در داده‌های طولی، انواع مکانیسم‌های آن و ذکر امکان به دست آوردن نتایج نامناسب در صورت غیرچشم‌پوشی بودن مکانیسم داده‌های گم‌شده، آزمون انصراف کاملاً تصادفی، معرفی برخی روش‌های جانپی و مدل‌بندی فرایند انصراف، داده‌های چندسطحی، مدل‌های خطی چندسطحی، مدل‌های خطی تعمیم‌یافته چندسطحی، روش‌های بیزی و MCMC در تحلیل داده‌های طولی، مدل‌بندی داده‌های طولی چندمتغیره و انواع مدل‌بندی توأم داده‌های طولی، مدل‌بندی توأم داده‌های طولی و زمان بقا، معرفی روش‌های هموارسازی ناپارامتری در تحلیل داده‌های طولی، مدل‌های غیرخطی برای تحلیل داده‌های طولی، انتخاب مدل و ارزیابی نیکویی برازش در تحلیل داده‌های طولی

فهرست منابع:

1. Diggle, P. J., Heagerty, P., Liang, K. Y., and Zeger, S. L. (2002), *Analysis of Longitudinal Data*, 2nd Edition, Oxford University Press, New York.
2. Fitzmaurice, G. M., Laird, N. M. and Ware, J. H. (2004), *Applied Longitudinal Analysis*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
3. Satradhar, B. C. (2014), *Longitudinal Categorical Data Analysis*, Springer, New York.
4. Wu, L. (2010), *Mixed Effects Models for Complex Data*, Chapman and Hall, Boca Raton, FL.
5. Little, R. J. A., Rubin, D. B. (2002), *Statistical Analysis with Missing Data*, 2nd Edition, John Wiley, New York.



فرایند تجدید و قدم‌های تصادفی					فارسی	عنوان درس
Renewal processes and Random Walks					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع درس
نظریه احتمال پیشرفته	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
	تعداد ساعت: ۶۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴	

هدف کلی درس:

مطالعه قدم تصادفی به‌عنوان یکی از پایه‌ای‌ترین و مقدماتی‌ترین مفهوم در احتمال

سرفصل درس:

قدم زدن تصادفی، خاصیت قوی و ضعیف مارکوف، قضیه حد مرکزی موضعی، تقریب قدم زدن تصادفی با حرکت براونی، تابع گرین، مطالعه قدم زدن تصادفی، یک‌بعدی و چندبعدی، زمان برخورد، قانون آرکسین، نظریه پتانسیل، مسائل دریکله و نیومن، جفت کردن، قدم زدن تصادفی روی گراف، مروری بر پیش‌توابع توزیع و خواص آن مروری بر تبدیل لاپلاس، تعریف فرایند تجدید و خواص مقدماتی آن، معادلات تجدید، فرایند سن و باقیمانده‌ی عمر، انتگرال‌پذیری مستقیم ریمان، قضیه کلیدی تجدید و قضیه بلکول، فرایندهای تجدید مانا و خواص آن، تعریف فرایندهای نوپیدایشی و خواص آن، معادلات تجدید و قضیه اسمیت

فهرست منابع:

1. Lawler, G. F. and Limic, V. (2010), *Random Walk: A Modern Introduction*, Cambridge University Press, Cambridge.
2. Resnick, S. (2005), *Adventures in Stochastic Processes*, 4th Edition, Birkhauser, Boston.



فرایندهای تصادفی پیشرفته ۱					فارسی	عنوان درس
Advanced Stochastic Processes I					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد
نظریه احتمال پیشرفته	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴			

هدف کلی درس:

معرفی فرایند تصادفی با پارامتر پیوسته یعنی مارتینگل‌ها و فرایندهای مارکوف و در ادامه معرفی انتگرال تصادفی انتگرال تصادفی نسبت به مارتینگل با مسیر پیوسته

سرفصل درس:

فرایندهای تصادفی اندازه‌پذیر و اندازه‌پذیر فرایند، مارتینگل با زمان پیوسته، قضیه‌های همگرایی و نمونه‌گیری اختیاری دوب، تعریف فرایند تصادفی با تغییرات منتهی و فرایندهای طبیعی، تجزیه دوب-میر، فرایند تغییرات مجذوری، ساختن حرکت براونی به سه روش، استفاده از بسط فوریه یا پایه هار، قضیه توسیع و پیوستگی کولموگوروف، استفاده از روش همگرایی ضعیف روی فضای توابع پیوسته با اندازه وینر، همگرایی ضعیف، قضیه پروخورف، ننگی، خاصیت مارکوف ضعیف و قوی و معادل‌های آن، خاصیت مارکف قوی حرکت براونی، فیلترهای مختلف حرکت براونی و قضیه صفر یک بلومتال، محاسبه اولین زمان خروج و توزیع آن و مسئله دپریکله، معادلات دیفرانسیل پاره‌ای و حرکت براونی، مروری بر مسیرهای حرکت براونی، خواص مقدماتی، پیوستگی، مشتق ناپذیری، لگاریتم مکرر، انتگرال تصادفی نسبت به مارتینگل با مسیر پیوسته، فرمول ایتو، حل قوی و ضعیف معادلات دیفرانسیل تصادفی، قضیه گیرساف، مسئله مارتینگل استروک و وارادان

فهرست منابع:

1. Karatzas, I. and Steven, S. E. (1998), *Brownian Motion and Stochastic Calculus*, 2nd Edition, Springer, New York.
2. Kuo, H.-H. (2006), *Introduction to Stochastic Integration*, Springer, Berlin.
3. Revuz, D. and Yor, M. (2004), *Continuous Martingales and Brownian Motion*, 3rd Edition, Springe, Berlin.
4. Schilling, R. and Partzsch, L. (2014), *Brownian Motion, An Introduction to Stochastic Processes*, 2nd Edition, Walter de Gruyter, Germany.



فرایندهای تصادفی پیشرفته ۲					فارسی	عنوان درس
Advanced Stochastic Processes 2					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد
فرایندهای تصادفی پیشرفته ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴			

هدف کلی درس:

معرفی فرایندهای تصادفی با نمونه‌های مستقل و مانا یعنی فرایندهای لوی

سرفصل درس:

توزیع‌های بی‌نهایت تقسیم‌پذیر و خواص آن، نمایش لوی-سختینچین برای توزیع‌های بی‌نهایت تقسیم‌پذیر، فرایندهای با نمونه‌های مستقل و مانا، تعریف فرایندهای لوی، حرکت بروانی، فرایند پواسون ترکیبی، فرایندهای گاما، اندازه تصادفی پواسون و خواص آن، نمایش لوی-سختینچین برای فرایندهای لوی، خاصیت مارکف قوی برای فرایندهای لوی، فرایندهای تبعی و خواص آن‌ها، اولین زمان گذر در فرایندهای لوی، فرایندهای مارکف خودمشابه و خواص آن

فهرست منابع:

1. Applebaum, D. (2009), *Levy Processes and Stochastic Calculus*, Cambridge University Press, Cambridge.
2. Bertoin, J. (1996), *Levy Processes*, Cambridge University Press, Cambridge.
3. Cont, R. and Tankov, P. (2004), *Financial Modeling with Jump Processes*, Chapman & Hall, Boca Raton, Florida.
4. Kyprianou, A. (2014), *Fluctuations of Levy Processes*, 2nd Edition, Springer, Heidelberg.
5. Protter, P. (2005), *Stochastic Integration and Differential Equations*, 2nd Edition, Springer, Berlin.
6. Sato, K. (2014), *Levy Processes and Infinitely Divisible Distributions*, 2nd Edition, Cambridge University Press, Cambridge.



قضایای حدی در آمار					فارسی	عنوان درس
Limit Theorems in Statistics					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع درس
استنباط آماری پیشرفته	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰			تعداد واحد (نظری): ۴

هدف کلی درس:

آشنایی با روش‌های پایه در مباحث حدی احتمال و کاربردهای آن در آمار

سرفصل درس:

مروری بر انواع همگرایی (با احتمال یک؛ در احتمال، در توزیع و در فضای L^p) و ارتباط بین آن‌ها برای بردارهای تصادفی، مروری بر انواع قضیه‌های حد مرکزی چندمتغیره (قضیه لیندبرگ-فلر و لیپانوف برای بردارهای تصادفی)، لم کلی نگر (portmanteau) برای بردارهای تصادفی، قضیه نگاشت پیوسته، تنک بودن توزیع‌ها و قضیه پروخروهوف برای بردارهای تصادفی، معرفی نمادهای O_p, o_p و خواص آن، روش دلتا و کاربردهای آن در آمار، تعریف برآوردگرهای Z و M ، سازگاری برآوردگرهای Z و M ، بررسی مجانباً نرمال بودن برآوردگرهای Z و M ، اثبات دقیق سازگاری، مجانباً نرمال بودن و کارایی مجانبی برآورد MLE، آماره‌های U و خواص آن، خواص حدی آماره‌های U ، تابع توزیع تجربی و خواص آن (قضیه دانسکر)، برآورد تابع چگالی و خواص آن

فهرست منابع:

1. Bickel P. and Doksum K. A. (2015), *Mathematical Statistics: Basic Ideas and Selected Topics*, Volume II, 2nd Edition, CRC Press, New York.
2. DasGupta, A. (2008), *Asymptotic Theory of Statistics and Probability*, Springer, New York.
3. Lehmann, E. (2004), *Elements of Large-Sample Theory*, Corrected Edition, Springer, New York.
4. van der Vaart A. W. (2000), *Asymptotic Statistics*, Cambridge University Press, Cambridge.



مارتینگل ها					فارسی	عنوان درس
Martingales					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد
فرایندهای تصادفی پیشرفته ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی	
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/> آزمایشگاه	
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴		

هدف کلی درس:

بیان نظریه عمومی فرایند تصادفی مکتب استراسبورگ (دلشیر و میر)

سرفصل درس:

معرفی تیم مارتینگل، فرایندهای صعودی، مارتینگل با پارامتر پیوسته، تجزیه دوب میر، فرایند تغییرات مجذوری، فرایند جبران کننده، فرایند جهشی ای خالص، زمان‌های توقف، اختیاری، پیش‌بینی پذیر، انتگرال دولن، انتگرال تصادفی ای تو نسبت به نیم مارتینگل‌ها، فرمول ای تو، تعریف انتگرال تصادفی نسبت به فضای هیلبرت، فرمول ای تو، معرفی فرایند لوی، حرکت براونی روی فضای هیلبرت، قضیه وجود و یگانگی معادلات دیفرانسیل تصادفی روی فضای هیلبرت.

فهرست منابع:

1. Chung, K. L. and Williams, J. (2014), *Introduction to Stochastic Integration*, 2nd Edition, Birkhauser, Boston.
2. Cohen, S. N. and Elliott, R. J. (2015), *Stochastic Calculus and Applications*, Birkhäuser, New York.
3. Dellacherie, C. and Meyer, P. A. (1982), *Probabilities and Potential B: Theory of Martingales*, North-Holland, Amsterdam.
4. Métivier, M. (1982), *Semimartingales. A Course on Stochastic Processes*, Walter de Gruyter, Berlin.
5. Protter, P. (2005), *Stochastic Integration and Differential Equations*, 3rd Edition, Springer, Berlin.



مباحث پیشرفته در نظریه اطلاع					فارسی	عنوان درس
Advanced Topics in Information Theory					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد
استنباط آماری ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		کارگاه <input type="checkbox"/>	سفر علمی <input type="checkbox"/>			آموزش تکمیلی عملی <input type="checkbox"/>
		حل تمرین <input type="checkbox"/>	سمینار <input type="checkbox"/>			آزمایشگاه <input type="checkbox"/>
	تعداد ساعت: ۶۴		تعداد واحد (عملی): *		تعداد واحد (نظری): ۴	

هدف کلی درس:

معرفی مباحثی در نظریه اطلاعات و تکیه بر ارتباط آن با مسائل استنباط آماری

سرفصل درس:

تاریخچه آنتروپی شانون و رنی و مشخصه‌سازی‌هایی بر اساس آن، ویژگی‌هایی از اندازه‌های اطلاع شرطی، توأم و متقابل در حالت‌های گسسته و پیوسته، معرفی خواصی از آنتروپی نسبی (اطلاع کالیک لیبلر) و اندازه‌های اطلاع دیگر، ارتباط اندازه‌های اطلاع با همدیگر، بررسی اندازه‌های اطلاع در حالت‌های وزنی، قضیه خاصیت افزای متساوی الفاصله مجانبی، تراکم داده‌ها با توجه به مباحث (نامساوی کرافت، کدهای بهینه، کران برای طور کدهای بهینه نامساوی کرافت برای کدهای قابل کدگشایی، کد هافمن و کد شاتن فانو)، خواص ظرفیت کانال‌های ارتباطی (پیوسته-گسسته) و مثال‌هایی از آن، قضیه کدگذاری کانال کدهای همینگ، آنتروپی ماکسیمم در حالت یک متغیره و چندمتغیره (پیوسته-گسسته) مشخصه‌سازی‌های آنتروپی ماکسیمم بر اساس استنباط آماری و معرفی کاربردهایی از آنتروپی ماکسیمم، بهینه‌سازی بر اساس اندازه‌های اطلاع دیگر، برآورد آنتروپی و ویژگی‌های آن، آرمون‌های نکویی برازش بر اساس اندازه‌های اطلاع، نامساوی‌هایی در نظریه اطلاع (آنتروپی، آنتروپی نسبی، اطلاع متقابل و اطلاع فیشر)، کران برای آنتروپی و آنتروپی نسبی، نامساوی براون مینکوفسکی و آنتروپی، آنتروپی و قانون اعداد کوچک، همگرایی در آنتروپی نسبی، اثبات‌هایی از قضیه حد مرکزی به کمک اندازه‌های اطلاع، معرفی نظریه نرخ دگرشکلی (distortion rate)، ارتباطی بین قابلیت اعتماد و اندازه‌های اطلاع.

فهرست منابع:

1. Cover, T. M. and Thomas, J. A. (2006), *Element Of Information Theory*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
2. Johnson, O. (2004), *Information Theory and Central Limit Theorem*, Imperial College Press, London.
3. Gray, R. M. (1990), *Entropy and Information Theory*, Springer, New York.
4. Kapur, J. N. (1989), *Maximum Entropy in Science and Engineering*, Wiley Eastern, New Delhi.



مباحث پیشرفته در آمار کاربردی					فارسی	عنوان درس
Advanced Topics in Applied Statistics					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد
آمار ریاضی ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی	<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی		
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار	<input type="checkbox"/> آزمایشگاه		
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴			

هدف کلی درس:

آشنایی با مباحث جدید آمار که در برنامه وجود ندارد.

سرفصل درس:

درسی است در سطح دکتری در زمینه‌های نوین آمار، احتمال یا کاربردهای آن‌ها که برحسب امکانات گروه و نیاز ارائه می‌گردد.



مباحث پیشرفته در آمار نظری					فارسی	عنوان درس
Advanced Topics in Theoretical Statistics					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبراسی	نوع واحد / نوع درس
آمار ریاضی ۲	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی	<input type="checkbox"/> آزمایشگاه		آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴			

هدف کلی درس:

آشنایی با مباحث جدید آمار نظری که در برنامه وجود ندارد.

سرفصل درس:

درسی است در سطح دکتری در زمینه‌های نوین آمار نظری که برحسب امکانات گروه و نیاز ارائه می‌گردد.



مباحث پیشرفته در داده‌های ترتیبی					فارسی	عنوان درس
Advanced Topics in Order Statistics					انگلیسی	
درس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع درس
	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
						عملی
<input type="checkbox"/> کارگاه		<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی		
<input type="checkbox"/> حل تمرین		<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/> آزمایشگاه		
	تعداد ساعت: ۶۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴	

هدف کلی درس:

ارائه پایه‌های تحلیلی داده‌های ترتیبی.

سرفصل درس:

مروری بر تعاریف و مفاهیم داده‌های ترتیبی (آماره‌های مرتب، انواع سانسورها و رکوردها)، برآوردهای خطی شامل بهترین برآوردهای خطی نااریب و پایا، برآوردهای فاصله‌ای پارامتری و نا پارامتری، پیش‌بینی و بازسازی نقطه‌ای و فاصله‌ای، خواص مجانبی داده‌های ترتیبی، متغیرهای همراه داده‌های ترتیبی، مطالعه پارامترهای وابستگی و همبستگی، ترتیب‌های تصادفی، استنباط بر اساس داده‌های ترتیبی حاصل از نمونه‌های غیر هم توزیع.

فهرست منابع:

1. David, H. A. and Nagaraja, H. N. (2003), *Order Statistics*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, USA.
2. Arnold, B. C., Balakrishnan, N. and Nagaraja, H. N. (2008), *A First Course in Order Statistics*, Society for Industrial and Applied Mathematics.
3. Arnold, B. C., Balakrishnan, N. and Nagaraja, H. N. (1998), *Records*, John Wiley & Sons, USA.
4. Shaked, M. and Shuntikumar, J. A. (2007), *Stochastic Orders*, Springer New York.



نظریه اندازه و احتمال ۲					فارسی	عنوان درس
Probability Theory 2					انگلیسی	
نظریه اندازه و احتمال ۱	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع درس
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی	
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/> آزمایشگاه	
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴		

ارائه پایه‌های تحلیلی احتمال و توسعه شهود احتمالی

سرفصل درس:

فضای احتمال، لم فاتوی احتمال، توزیع متغیر تصادفی، تابع توزیع و انواع آن، بردار تصادفی و توزیع آن، فرایندهای تصادفی، قضیه سازگاری کلموگروف، همواری فرایندهای تصادفی، فرایند حرکت براونی و بواسن، انتگرال تصادفی، فرایندهای تصادفی مستقل، پیشامدهای دمی، قانون صفر-یک کلموگروف، امید ریاضی بر اساس توزیع، برخی نابرابری‌های بنیادین (هولدر، کشی-شوارتز، بِنسن، چبی-شف)، فضاهای L^p ، فضای هیلبرت، تابع مشخصه، ویژگی‌ها، قضیه یکتایی، قضیه معکوس، تابع مشخصه و گشتاورها، تابع مشخصه بردارهای تصادفی، مفاهیم همگرایی و روابط بین آن‌ها، بطوریکه نواخت انتگرال‌پذیری، همگرایی گشتاوری و سایر همگرایی‌ها، انواع همگرایی در توزیع، قضایای پیوستگی، همگرایی تحت تبدیلات، همگرایی مجموع دنباله‌های تصادفی، قوانین اعداد بزرگ، قضایای حد مرکزی، دموآور و لاپلاس.

فهرست منابع:

1. Gut, A. (2012). *Probability: A Graduate Course* (Vol. 75). Springer Science & Business Media.
2. Karr, A. F. (1993), *Probability*, Springer, New York.
3. Resnick, S. I. (2014), *A Probability Path*, Birkhäuser, Boston.
4. Athreya, K. B., and Lahiri, S. N. (2006). *Measure theory and probability theory*. Springer Science & Business Media.
5. DasGupta, A. (2008), *Asymptotic Theory of Statistics and Probability*. Springer Science & Business Media.



نظریه پایایی					فارسی	عنوان درس
Invariance Theory					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع درس
استنباط آماری پیشرفته	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴			

هدف کلی درس:

فراگیری نظریه پایایی و کاربردهای آن

سرفصل درس:

اصل پایایی، مکان پایایی، مقیاس پایایی، مکان مقیاس پایایی، افین پایایی، بهترین برآوردهای پایا، برآورد بیتمن، مثال‌هایی از توزیع‌های نرمال، نمایی و یکتوانخت، پایایی و تقارن، گروه تبدیلات، گروه تبدیلات مکانی، گروه تبدیلات مقیاسی، گروه تبدیلات مکان مقیاسی، گروه تبدیلات دوجمله‌ای با دو عضو، تصمیم‌های پایا، توابع زیان پایا، پایایی ماکسیمال، پایایی و پیشین‌های غیرآموزنده، اندازه‌ها، آزمون‌های پایا، فواصل و مجموعه‌های اعتبار پایا، پایایی و بسندگی، پایایی و کمین بیشینگی، پایایی و پذیرفتنی بودن، قضیه هانت اشتین

فهرست منابع:

1. Lehman E. L. and Casella, G. (1998), *Theory of Point Estimation*, Springer, New York.
2. Lehman E. L. and Romano, J. P. (2008), *Testing Statistical Hypothesis*, Springer, USA.
3. Berger, J. O. (2013), *Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis*, Springer, New York.



نظریه قابلیت اعتماد ۲					فارسی	عنوان درس
Reliability Theory 2					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصولی	پایه	جبرانی	نوع درس
نظریه قابلیت اعتماد ۱ استنباط آماری ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴			

هدف کلی درس:

ارائه روش‌های پیشرفته آماری در بحث نظریه قابلیت اعتماد جهت مدل‌سازی تصادفی پدیده‌های طول عمر و استنباط آماری در مورد داده‌های طول عمر و ارائه الگوهای پیشرفته در تعمیر و نگهداری سیستم‌ها

سرفصل درس:

سیستم‌های منسجم، قابلیت اعتماد سیستم‌های منسجم، مفهوم علامت در سیستم‌ها و قابلیت اعتماد پویا، توزیع‌های مهم طول عمر - مفاهیم سالخوردگی و کلاس‌بندی توزیع‌ها، کران‌های قابلیت اعتماد، برآورد تابع قابلیت اعتماد، مفاهیم آزمون‌های طول عمر تسریع‌کننده، آزمون‌های تسریع‌کننده در توزیع‌های مهم، سانسور و مباحث مرتبط، برآورد پارامترها و تابع قابلیت اعتماد براساس سانسورهای مختلف - نظریه تجدید و مباحث مرتبط، تعمیر و نگهداری سیستم‌ها، الگوهای مختلف در تعمیر سیستم‌ها، مفاهیم نگهداری پیشگیرانه، تعمیم‌هایی در نگهداری پیشگیرانه

فهرست منابع:

- 1- Meeker, W. Q., & Escobar, L. A. (2014), *Statistical Methods for Reliability Data*, John Wiley & Sons.
- 2- Barlow, R. E., & Proschan, F. (1975), *Statistical Theory of Reliability and Life Testing: Probability Models*, Florida State University Tallahassee.
- 3- Lai, C. D., & Xie, M. (2006), *Stochastic Ageing and Dependence for Reliability*, Springer Science & Business Media.
- 4- Gertsbakh, I. (2013), *Reliability Theory: with Applications to Preventive Maintenance*, Springer.



همگرایی ضعیف					فارسی	عنوان درس
Weak Convergence					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع درس
نظریه احتمال پیشرفته	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی <input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه <input type="checkbox"/>
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰			تعداد واحد (نظری): ۴

هدف کلی درس:

بررسی همگرایی ضعیف در فضاهاى تابعی به ویژه فضای لهستانی به عنوان مهم ترین مثال فضای توابع پیوسته

سرفصل درس:

توپولوژی و مجموعه‌های بول در فضاهاى متریک و بخصوص فضای متریک کامل جدایی پذیر (فضای لهستانی)، سیستم پی-لانداى دینکین، اندازه روی فضاهاى لهستانی، بردارهای (عناصر تصادفی) روی فضای لهستانی، مثال‌های مهم فضای لهستانی مانند R بینهایت و ...، قضیه اسکروخود برای عناصر تصادفی روی فضای لهستانی، اندازه‌های منظم، خانواده اندازه‌های تنگ، تکیه‌گاه یک اندازه، همگرایی ضعیف، قضیه portmanteau روی فضای لهستانی، مجموعه پیوستگی یک اندازه، همگرایی $a.s$ و در احتمال عناصر تصادفی روی فضای لهستانی، قضیه نگاشت پیوسته، قضیه اسکروخود-دادلی، قضیه Wichura، متریک پرهوروف و قضیه پرهوروف، فشردگی نسبی، تابع مشخصه (یگانگی، پیوستگی لوی) همگرایی توزیع‌های متناهی‌البعد، قضیه دانسکر و قضیه وجود اندازه وینر و حرکت براونی، فضای D ، همگرایی و تنگی در D ، شرط تنگی الدوس، حد حرکت براونی، حد فرابند بواسن، قضیه حد مرکزی برای مارتینگل‌های تفاضلی، مروری بر همگرایی Vague

فهرست منابع:

1. Bickel, P. J. and Doksum, K. A. (2015), *Mathematical Statistics: Basic Ideas and Selected Topics*, Volume II, 2nd Edition, CRC Press, New York.
2. Billingsley, P. (1999), *Convergence of Probability Measures*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, USA.
3. Kosorok, M. R. (2008), *Introduction to Empirical Processes and Semiparametric Inference*, Springer, New York.
4. Pollard, D. (1984), *Convergence of Stochastic Processes*, Springer, New York.
5. Resnick, S. I. (2007), *Heavy-Tail Phenomena, Probabilistic and Statistical Modeling*, Springer, New York.
6. van der Vaart, A. W. and Wellner, J. A. (1996), *Weak Convergence and Empirical Processes with Applications to Statistics*, Springer, New York.



آمار ابعاد بالا					فارسی	عنوان درس
High-Dimensional Statistics					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد
	مدل‌های خطی ۱ و نظریه اندازه و احتمال ۱	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
						عملی
<input type="checkbox"/> کارگاه		<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/>	آموزش تکمیلی عملی	
<input type="checkbox"/> حل تمرین		<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/>	آزمایشگاه	
تعداد ساعت: ۶۴		تعداد واحد (عملی): *		تعداد واحد (نظری): ۴		

هدف کلی درس:

آشنایی با روش‌های مدرن آمار در تحلیل داده‌ها با ابعاد بالا

سرفصل درس:

متغیرها و بردارهای تصادفی گوسی، زیرگوسی و زیر نمایی، نامساوی‌های تمرکز (نامساوی‌های برنشتاین و هافدینگ و ...)، مدل‌های خطی تنک در ابعاد بالا، لاسو و خواص تئوری آن، انتخاب متغیر با لاسو، مدل‌های خطی بد مشخصی سازی شده (نامساوی oracle)، آزمون فرض هم‌زمان (روش بنفرونی، روش هولمز، نرخ کشف اشتباه، روش پنج‌امینی-هاشیرگ)، مدل‌های گرافیکی در ابعاد بالا (استقلال شرطی، هم‌ارزی هم‌زلی-کلیفورد، برآورد مدل‌های گرافیکی، مدل‌های گرافیکی به فرم نمایی)، تحلیل مؤلفه اصلی در ابعاد بالا. پیشنهاد می‌شود که در هر قسمت از داده‌های واقعی و کدهای برنامه‌نویسی موجود در مراجع استفاده شود.

فهرست منابع:

1. Bühlmann, P. and Van de Geer, S. (2011), *Statistics for High-dimensional Data: Methods, Theory and Applications*, Springer.
2. Giraud, C. (2014) *Introduction to High-Dimensional Statistics*, CRC.
3. Van de Geer, S. (2009), *Empirical processes in M-estimation*, Cambridge University Press.
4. Vershynin, R. (2018), *High-Dimensional Probability with Applications in Data Science*, Cambridge University Press.
5. Wainwright, M. J. (2019), *High-dimensional statistics: A Non-asymptotic Viewpoint*, Cambridge University Press.



یادگیری عمیق					فارسی	عنوان درس
Deep Learning					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد / نوع درس
-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
	<input type="checkbox"/> کارگاه		<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/>	آموزش تکمیلی عملی
	<input type="checkbox"/> حل تمرین		<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/>	آزمایشگاه
	تعداد ساعت: ۶۴		تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۱	

هدف کلی درس:

آشنایی با روش های مدرن آمار در زمینه یادگیری عمیق

سرفصل درس:

آشنایی با تاریخچه از یادگیری ماشین شامل الگوریتم های یادگیری، الگوریتم های یادگیری نظارت شده و نظارت نشده، ساختن یک الگوریتم یادگیری ماشین.

معرفی شبکه های عمیق شامل، شبکه های پیش رونده عمیق (Deep feed forward networks)، یادگیری بر پایه گرادینان، واحدهای پنهان، معماری طرح، تمایز پس رونده و سایر تمایزها (Back-propagation and other differentiation).

تنظیم برای یادگیری عمیق (Regularization for Deep Learning) شامل توسعه پایگاه داده، یادگیری نیمه نظارت شده (Semi-supervised learning)، نمایش تنک (Sparse)، روش های بسته بندی و دیگر روش های گروه بندی (bagging and other Ensemble methods)، حذف یا بیرون انداختن (Dropout).

بهینه سازی برای یادگیری عمیق شامل چالش های بهینه سازی در شبکه های عصبی، الگوریتم های با نرخ یادگیری تطبیقی، استراتژی های بهینه سازی و متا الگوریتم.

شبکه های تلفیقی (Convolutional Network) شامل عمل تلفیق (Convolution operation)، تجمیع (Pooling)، الگوریتم های تلفیق کارا، ویژگی های تصادفی یا نظارت (Random or unsupervised features)، پایه نورو ساینس برای شبکه های تلفیقی (The neuroscientific basis for convolutional network)، شبکه های تلفیقی و یادگیری عمیق.

فهرست منابع:

1. Goodfellow, I. Bengio, Y. and Courville, A. (2016), *Deep Learning*, MIT press.
2. Budma, N. (2017), *Fundamentals of Deep Learning*, O'Reilly Medi.



گراف‌های تصادفی					فارسی	عنوان درس
Random Graphs					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	حبرانی	نوع درس
	نظریه احتمال پیشرفته	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی	
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/> آزمایشگاه	
		تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰		تعداد واحد (نظری): ۴	

هدف کلی درس:

آشنایی با گراف‌های تصادفی و مدل‌بندی شبکه‌های واقعی

سرفصل درس:

- آشنایی با نظریه گراف و اصطلاحات آن.
- روش‌های اول و دوم گشتاوری، همگرایی ضعیف، نامساوی‌های تمرکز برای جمع متغیرهای تصادفی مستقل برنولی، دوجمله‌ای و حالت کلی، نامساوی FKG برای تعداد متناهی از متغیرها.
- مدل‌های کلاسیک گراف تصادفی (دوجمله‌ای و یکنواخت)، خواص یکنواپی و معادل بودن تقریبی دو مدل.
- مفاهیم آستانه و اثبات اینکه هر ویژگی یکنوا دارای یک آستانه است.
- توزیع درجه، گراف‌های چگال و تنک.
- انتقال فاز، تشکیل خوشه عظیم، مقدارهای بالا و پایین آستانه.
- شمارش زیرگراف‌ها و تقریب پواسن، شمارش دایره‌ها.
- مدل‌های شبکه‌های پیچیده، جهان کوچک و مقیاس آزاد.
- مجموعه‌های مستقل، گروه‌ها و رنگ آمیزی گراف‌ها.

فهرست منابع:

1. Janson, S., Luczak. T. and Ruciński, A. (2000), *Random Graphs*. Wiley-Interscience.
2. Bollobás, B. (2001), *Random Graphs*. Cambridge University Press.
3. Hofstad, R. van der (2017), *Random Graphs and Complex Networks*. Cambridge University Press



نظریه بازی ها					فارسی	عنوان درس
Game Theory					انگلیسی	
دروس پیش نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جبرانی	نوع واحد
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی		<input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی	
		<input type="checkbox"/> حل تمرین	<input type="checkbox"/> سمینار		<input type="checkbox"/> آزمایشگاه	
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): 4			

هدف کلی درس:

آشنایی با نظریه بازی ها و کاربردهای آن

سرفصل درس:

مقدمه ای بر نظریه تصمیم، تابع مطلوبیت و انواع آن، بازی های ترکیباتی، بازی های دو نفره یا مجموع صفر، تعادل نش در بازی های استراتژیک، بازی های دو نفره با مجموع صفر روی گراف ها، بازهای هماهنگ (استراتژی، تعادل نش)، بازی های با مجموع کلی، قضیه تعادل نش و نقاط ثابت، بازی های تکاملی و وابسته، بازی ها با اطلاعات ناقص (بازی های بیزی، تعادل نش در بازی های بیزی)، بازی های مشارکتی



فهرست منابع:

1. Ferguson, T. M. (2010), *Game Theory*, On Line Book
2. González-Díaz, J., García-Jurado I. and Fiestras M. G. (2010), *An Introductory Course on Mathematical Game Theory*, American Mathematical Society.
3. Karlin, A. and Peres. Y. (2017), *Game Theory*, Alive, American Mathematical Society.
4. Leyton-Brown K. and Shoham, Y. (2008), *Essentials of Game Theory: A Concise, Multidisciplinary Introduction*, Morgan and Claypool Publishers.



نظریه پرکولاسیون (نشت)					فارسی	عنوان درس
Percolation Theory					انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	اختیاری	تخصصی	اصلی	پایه	جزئیاتی	نوع واحد
نظریه احتمال پیشرفته	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				نظری
						عملی
		<input type="checkbox"/> کارگاه	<input type="checkbox"/> سفر علمی			آموزش تکمیلی عملی
		<input type="checkbox"/> حل تعریف	<input type="checkbox"/> سمینار			آزمایشگاه
	تعداد ساعت: ۶۴	تعداد واحد (عملی): ۰	تعداد واحد (نظری): ۴			

هدف کلی درس:

آشنایی با نظریه پرکولاسیون و کاربرد آن در علوم مختلف

سرفصل درس:

- مفاهیم اولیه و تعاریف: پرکولاسیون، تابع پرکولاسیون، خوشه باز، مدل پرکولاسیون زنجیره‌های ایست‌های مستقل و هم توزیع برنولی روی شبکه توری اعداد صحیح، احتمال بحرانی، فضای پیکربندی، جفت کردن
- ابزارهای اساسی در پرکولاسیون: پیشامدهای صعودی، ناماوی FKG و BK، محوریّت، فرمول Russo
- فاز زیر بحرانی، فاز ابر بحرانی، تابع اتصال و رفتار تقریبی آن
- یکنایی خوشه باز نامتناهی، پیوستگی احتمال پرکولاسیون
- پرکولاسیون زنجیره ای ایستی روی شبکه توری صحیح دو بعدی
- مقدمه ای بر پرکولاسیون فراکتال

فهرست منابع:

1. Grimmett, G. R. (2013), *Percolation*. Springer Science & Business Media.
2. Bollobás, B. and Riordan, O. M. (2006), *Percolation*. Cambridge University Press.

