جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

دانشگاه اصفهان

برنامه درسی رشته

علم داده‌ها

DATA SCIENCE

مقطع کارشناسی ارشد

مصوب پنجاه و نهمین جلسه شورای دانشگاه

مورخ ۱۴۰۵/۷/۲۹

اعضای کمیته تدوین و بازنگری برنامه:

دکتر نصراله ایران‌پناه	**عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان**
دکتر افشین پرورده	**عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان**
دکتر احسان زمان‌زاده	**عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان**
دکتر هوشنگ طالبی	**عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان**
دکتر ایرج کاظمی	**عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان**

بسمه تعالی

دانشگاه اصفهان

شماره :
تاریخ : ج/۳۶۱۳۹/۱۴۰۵
پیوست: ۱۴۰۵ / ۰۴ / ۲۴

موضوع : صورتجلسه شورای عمومی گروه آمار – ۱۴۰۵-۲

زمان و مکان : چهار شنبه ۱۰ تیر ۱۴۰۴، ساعت ۰۹.۰۰ صبح، اتاق سمینار گروه آمار

اعضاء جلسه: حاضرین: دکتر اسدی، دکتر اشرفی– دکتر ایران پناه– دکتر بیدرام– دکتر پرورده– دکتر زمان زاده– دکتر سجادی– دکتر طالبی–دکتر طورانی– دکتر کاظمی – دکتر منصوروار

غایبین:دکتر توانگر، دکتر محمدی (اطلاع قبلی)، دکتر ملکی

شورای عمومی گروه آمار در روز چهارشنبه ۱۰ تیرماه تشکیل جلسه داد. پس از بحث و تبادل نظر پیرامون دستور جلسه، برنامه رشته علم داده ها در مقطع کارشناسی ارشد، به شرح پیوست به تصویب رسید.
جلسه در ساعت ۱۰.۳۰ به پایان رسید.

پرورده افشین	زمان زاده احسان	ایران پناه نصرالله	اشرفی ورنوسفادرانی سمیه
طورانی فرانی فهیمه	سجادی فرخنده السادات	منصوروار زهرا	
طالبی هوشنگ	کاظمی ایرج	محمدی محمد	

اصفهان/ میدان آزادی بلوار دانشگاه/ دانشگاه اصفهان کدپستی ۸۱۷۴۶-۷۳۴۴۱
تلفن: ۳۷۹۳۲۶۴۰ – ۳۷۹۳۲۱۲۸
www.ui.ac.ir

فهرست ..... شماره صفحه

فصل اول: مشخصات کلی برنامه درسی ۶

الف) مقدمه: معرفی کلی و تبیین برنامه درسی ۷

ب) اهداف ۸

پ) اهمیت و ضرورت ۸

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی ۹

ث) نقش، توانایی و شایستگی مورد انتظار از دانش آموختگان ۱۰

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره ۱۱

چ) شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته ۱۱

ه) زمینه های شغلی حال و آینده (پیوست شغلی) ۱۲

ی) جایگاه تمدنی، فرهنگی و اجتماعی (جایگاه رشته تحصیلی در حوزه تمدنی گذشته، حال و آینده و بافت فرهنگی و اجتماعی کشور) ۱۲

فصل دوم: جدول عناوین و مشخصات درس ۱۴

۱- جدول (۲)- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی ۱۶

۲- جدول (۳)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی ۱۶

۳- جدول (۴)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری ۱۷

فصل سوم: ویژگیهای هریک از دروس (هدف و سرفصل دروس) ۱۹

مبانی علم داده‌ها ۲۰

یادگیری آماری ۲۱

تحلیل اکتشافی داده‌ها ۲۲

مصورسازی داده‌ها ۲۳

شبیه‌سازی آماری ۲۴

یادگیری ماشین فضایی ۲۵
هوش تجاری پیشرفته ۲۶
یادگیری ناپارامتری ۲۷
طرح آزمایش و رویه پاسخ ۲۸
استنباط سببی ۲۹
رگرسیون مدرن ۳۰
روش‌های چندمتغیره پیشرفته ۳۱
تحلیل داده‌های سریهای زمانی و طولی ۳۲
تحلیل کلان داده‌ها ۳۳
محاسبات بیزی در علم داده‌ها ۳۴
تحلیل بقا در علم داده‌ها ۳۵
علم داده‌ها در تحلیل قابلیت اعتماد ۳۶
نظریه اطلاع و کاربردها ۳۷
داده کاوی محاسباتی ۳۸
بهینه‌سازی در علم داده‌ها ۳۹
هوش مصنوعی پیشرفته ۴۰
پردازش زبان‌های طبیعی ۴۱
یادگیری ماشین احتمالاتی ۴۲
یادگیری عمیق ۴۳
یادگیری تقویتی ۴۴
یادگیری پیشرفته ۴۵
الگوریتم‌های علم داده‌ها ۴۶

الگوریتم‌های پیشرفته ۴۷

الگوریتم‌های موازی ۴۸

شبکه‌های عصبی ۴۹

بینایی ماشین ۵۰

مباحث نظری در علم داده‌ها ۵۱

مباحث کاربردی در علم داده‌ها ۵۲

سمینار ۵۳

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

الف) مقدمه: معرفی کلی و تبیین برنامه درسی

علم داده‌ها (Data Science) حوزه‌ای میان‌رشته‌ای و نوظهور است که با بهره‌گیری هم‌زمان از مبانی آمار و احتمال، ریاضیات، علوم کامپیوتر، روش‌های محاسباتی، یادگیری ماشین و دانش تخصصی حوزه کاربرد، به استخراج دانش، الگوها و اطلاعات قابل اتکا از داده‌ها می‌پردازد. گسترش فناوری‌های دیجیتال، افزایش چشمگیر حجم و تنوع داده‌ها و ضرورت بهره‌گیری مؤثر از تحلیل داده‌ها در تصمیم‌گیری‌های علمی، صنعتی، اقتصادی و اجتماعی، موجب شده است علم داده‌ها به یکی از حوزه‌های راهبردی در توسعه علمی و فناوری تبدیل شود. ماهیت این علم صرفاً به پردازش داده یا استفاده از نرم‌افزارها و الگوریتم‌های موجود محدود نمی‌شود، بلکه شامل فرایندی نظام‌مند از تعریف مسئله، شناخت و آماده‌سازی داده، مدل‌سازی، تحلیل، استنباط، پیش‌بینی، ارزیابی عدم‌قطعیت و تفسیر نتایج است. از این منظر، مبانی آمار و احتمال، نقش اساسی در ارزیابی اعتبار یافته‌ها، کمی‌سازی عدم‌قطعیت و تعمیم نتایج دارند و در کنار روش‌های محاسباتی و یادگیری ماشین، چارچوبی علمی برای تحلیل داده‌های پیچیده فراهم می‌کنند.

در چارچوب مصوبات شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری علم داده‌ها به‌عنوان رشته‌ای مستقل در مجموعه رشته‌های گروه‌های آموزشی آمار تعریف شده است. اما با توجه به ماهیت میان‌رشته‌ای دوره کارشناسی ارشد علم داده‌ها، ساختار آموزشی آن، ضمن بهره‌گیری از مباحث تخصصی علم داده، با برخی دروس و زمینه‌های آموزشی مهندسی کامپیوتر، هوش مصنوعی و علوم کامپیوتر هم‌پوشانی دارد. با این وجود، ایجاد و ارائه این رشته در گروه‌های آموزشی مختلف، نه‌تنها با جایگاه آن در برنامه‌ریزی آموزشی کشور تعارضی ندارد، بلکه می‌تواند به تقویت تعاملات علمی و توسعه همکاری‌های میان‌رشته‌ای منجر شود. هر گروه آموزشی نیز می‌تواند متناسب با ظرفیت‌ها و تخصص‌های خود، در ارائه دروس تخصصی، اجرای فعالیت‌های پژوهشی و هدایت پایان‌نامه‌های مرتبط با علم داده‌ها مشارکت داشته باشد. چنین رویکردی ضمن حفظ هویت و ماهیت میان‌رشته‌ای رشته، زمینه بهره‌گیری از ظرفیت‌های علمی گروه‌های مختلف و تربیت دانش‌آموختگانی با دانش و مهارت‌های متنوع در حوزه علم داده‌ها را فراهم می‌کند. به بیان دیگر، دانش‌آموختگان ضمن برخورداری از مبانی نظری و روش‌شناختی مناسب، توانایی تحلیل و به کارگیری فنون مدل‌سازی داده‌های پیچیده و توسعه راهکارهای داده‌محور را کسب می‌کنند. در این برنامه، مباحث مدل‌سازی، برنامه‌نویسی و محاسبات، یادگیری ماشین، مدیریت و تحلیل انواع داده‌ها و روش‌های پیشرفته علم داده‌ها، از جمله چارچوب روش‌شناسی و نظری یادگیری ماشین از دیدگاه احتمالاتی، مبانی ریاضی یادگیری عمیق و الگوریتم‌های مرتبط و قواعد نظری شبکه های بیز، به‌صورت یکپارچه مورد توجه قرار می‌گیرند.

از نظر آموزشی، برنامه به‌گونه‌ای سازمان‌دهی می‌شود که دانشجو از مبانی نظری و روش‌های پایه به سمت روش‌های پیشرفته، مسائل واقعی و پژوهش هدایت شود. تأکید بر درک مبانی روش‌ها، ارزیابی عملکرد مدل‌ها، تحلیل عدم‌قطعیت و تفسیر علمی نتایج، در کنار توانایی استفاده از ابزارهای محاسباتی، از ویژگی‌های اساسی این رویکرد است. بدین ترتیب، هدف برنامه صرفاً تربیت کاربر روش‌ها و نرم‌افزارهای موجود نیست، بلکه پرورش دانش‌آموختگانی است که بتوانند روش مناسب را برای یک مسئله واقعی انتخاب، ارزیابی و در صورت ضرورت توسعه یا اصلاح کنند.

ب) اهداف

هدف کلی دوره کارشناسی ارشد علم داده‌ها، تربیت دانش‌آموختگانی متخصص، توانمند و میان‌رشته‌ای است که با برخورداری از دانش کافی در مدل‌سازی آماری، روش‌های محاسباتی و یادگیری ماشین، توانایی تعریف و تحلیل مسائل داده‌محور، استخراج اطلاعات از داده‌های پیچیده، ارزیابی عدم‌قطعیت، توسعه روش‌های مناسب و ارائه راهکارهای علمی برای مسائل واقعی را داشته باشند.

از اهداف اختصاصی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: (۱) تربیت نیروی انسانی متخصص و توانمند در زمینه علم داده‌ها و تحلیل داده‌های پیچیده و چندبعدی؛ (۲) تقویت دانش دانشجویان برای تلفیق روش‌های پیشرفته آماری، محاسباتی و یادگیری ماشین برای حل مسائل پیچیده داده‌ای؛ (۳) ایجاد توانایی دانشجویان در شناسایی ساختار داده، انتخاب روش مناسب مدل‌سازی، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده همراه با اعتبارسنجی، مقایسه و ارزیابی مدل‌ها از نظر دقت، عدم‌قطعیت، تفسیرپذیری و قابلیت تعمیم؛ (۴) ایجاد توانایی در تحلیل داده‌های چندمتغیره، طولی، زمانی، مکانی، وابسته، نامتعارف و با ابعاد بالا؛ (۵) ایجاد ظرفیت علمی برای توسعه، اصلاح و بومی‌سازی روش‌ها و الگوریتم‌های موردنیاز در مسائل جدید و پیچیده؛ (۶) تربیت نیروی متخصص برای پاسخ‌گویی به نیازهای علمی، پژوهشی، صنعتی، اقتصادی و اجتماعی کشور در حوزه علم داده‌ها؛ (۷) ایجاد توانایی در به‌کارگیری علم داده‌ها در حوزه‌هایی نظیر صنایعی مانند فولاد و پتروشیمی، علوم پزشکی، سلامت و داروشناسی، علوم اقتصادی، مالی، تجارت و کسب وکار، علوم زیستی و کشاورزی؛ (۸) فراهم‌کردن زمینه انجام پژوهش‌های بنیادی و کاربردی در حوزه علم داده‌ها، یادگیری ماشین آماری و روش‌های محاسباتی؛ (۹) تقویت توانایی دانش‌آموختگان در استفاده از داده برای کنترل کیفیت، پایش فرایندها، پیش‌بینی، تشخیص ناهنجاری، بهینه‌سازی و پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌ها؛ (۱۰) تقویت توانایی همکاری میان‌رشته‌ای و برقراری ارتباط مؤثر میان متخصصان علم داده‌ها و متخصصان حوزه‌های کاربردی؛ (۱۱) آشنایی با اصول اخلاق حرفه‌ای و مسئولانه در استفاده از داده، با تأکید بر محرمانگی، حریم خصوصی، امنیت، مالکیت داده و پیشگیری از سوگیری در تحلیل‌ها و الگوریتم‌ها؛ (۱۲) فراهم‌کردن زمینه ادامه تحصیل و فعالیت پژوهشی در مقاطع بالاتر و مشارکت در توسعه دانش و روش‌های نوین علم داده‌ها.

پ) اهمیت و ضرورت

تحولات گسترده در فناوری اطلاعات و ارتباطات، توسعه سامانه‌های دیجیتال و گسترش استفاده از ابزارهای هوشمند، موجب افزایش کم‌سابقه حجم، سرعت، تنوع و پیچیدگی داده‌های تولیدشده شده است. در چنین شرایطی، برخورداری از داده به‌تنهایی مزیت محسوب نمی‌شود، بلکه توانایی تبدیل داده به اطلاعات معتبر، دانش قابل اتکا و شواهد قابل استفاده در تصمیم‌گیری، اهمیت اساسی دارد. علم داده‌ها در پاسخ به همین نیاز شکل گرفته و مجموعه‌ای از دانش و روش‌های لازم برای استخراج ارزش علمی و عملی از داده را فراهم می‌کند. در حوزه علمی، علم داده‌ها می‌تواند به کشف الگوهای جدید، توسعه روش‌های تحلیل، پیش‌بینی پدیده‌ها و پشتیبانی از پژوهش‌های میان‌رشته‌ای کمک کند. در حوزه صنعتی و اقتصادی نیز تحلیل داده نقش مهمی در کنترل کیفیت، بهینه‌سازی فرایندها، پیش‌بینی تقاضا، مدیریت ریسک، تشخیص ناهنجاری و توسعه محصولات و خدمات دارد. همچنین در حوزه‌های پزشکی، سلامت، محیط‌زیست، انرژی، کشاورزی، حمل‌ونقل و خدمات عمومی، استفاده نظام‌مند از داده‌ها می‌تواند به تصمیم‌گیری دقیق‌تر و تخصیص مؤثرتر منابع منجر شود.

از سوی دیگر، پیچیدگی روزافزون ساختار داده‌ها، وجود عدم‌قطعیت، وابستگی میان مشاهدات، ابعاد بالا و اثر ناهمگنی جوامع، نیازمند برخورداری از مبانی علمی مناسب برای انتخاب و ارزیابی روش‌های تحلیل است. در این زمینه، دانش و روش‌شناسی آماری، مدل‌سازی و محاسبات، بنیان مهمی برای علم داده‌ها فراهم می‌کنند؛ زیرا علاوه بر استخراج الگوها، امکان سنجش عدم‌قطعیت، ارزیابی اعتبار

نتایج و تعمیم یافته‌ها را فراهم می‌سازند. از این رو، ایجاد دوره کارشناسی ارشد علم داده‌ها با رویکردی مبتنی بر مبانی آمار و احتمال در تلفیق با روش‌های محاسباتی و یادگیری ماشین، می‌تواند پاسخی به نیاز روزافزون کشور برای تربیت نیروی انسانی متخصص در حوزه تحلیل و بهره‌برداری علمی و کاربردی از داده باشد.

علم داده‌ها از جمله رشته‌هایی است که نقش چشمگیری در تحقق اهداف ملی و پیشرفت کشور دارد. فرآیند پردازش و تحلیل داده‌های حجیم و تبدیل آنها به اطلاعات معنادار، نه تنها موجب ایجاد فرصت‌های نوینی خواهد شد، بلکه غفلت از این فرصت می‌تواند به از دست رفتن مزیت نسبی در بسیاری از زمینه‌های صنعتی و تجاری منجر شود. تحقیق در زمینه فرصت‌های شغلی در سطح جهانی و همچنین بومی‌سازی بازار کار داخلی نشان می‌دهد که نیاز فزاینده‌ای به دانش‌آموختگان علم داده‌ها در کشور وجود دارد. این نیاز، تقاضای فوری برای بازآموزی و همچنین توسعه پژوهش‌های بومی در کاربرد علم داده را ایجاب می‌کند. با توجه به خصوصیاتی همچون امکان تعریف پروژه‌های ارتباط با صنعت، مسیر تأثیرگذاری بیشتر این رشته در ارتقای فناوری کشور هموارتر می‌شود. چشم‌اندازهای حرفه‌ای پیش‌بینی شده برای فارغ‌التحصیلان این رشته شامل اشتغال در شرکت‌های نرم‌افزاری با هدف تولید ابزارهای تحلیل داده، صنایع مالی، تجارت الکترونیک، فناوری‌های زیستی مبتنی بر دانش و کارآفرینی در شرکت‌های دانش‌بنیان با تمرکز بر علم داده است.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

دوره کارشناسی ارشد علم داده‌ها بر اساس ساختار و ضوابط مصوب دوره‌های کارشناسی ارشد شامل مجموعه‌ای متوازن از دروس پایه و تخصصی، دروس اختیاری، فعالیت‌های پژوهشی و پایان‌نامه است. تعداد کل واحدهای دوره و توزیع آنها مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های مصوب آموزش عالی تعیین می‌شود. در طراحی دروس، تناسب میان مبانی نظری، مدل‌سازی و روش‌های محاسباتی، یادگیری ماشین، مدیریت و تحلیل داده و مباحث کاربردی مورد توجه قرار می‌گیرد. دروس الزامی، دانش و مهارت‌های بنیادی مورد نیاز را فراهم می‌کنند و دروس اختیاری امکان تمرکز دانشجو بر حوزه‌های تخصصی و کاربردی مورد علاقه را فراهم خواهند ساخت. همچنین، پایان‌نامه با هدف انجام پژوهش مستقل، تحلیل داده‌های واقعی و تقویت توانایی توسعه دانش طراحی می‌شود.

طول دوره کارشناسی ارشد علم داده‌ها ۲ سال است که بدون احتساب دروس جبرانی، در مجموع دانشجو باید ۳۲ واحد درسی را بگذراند. توزیع واحدهای مرتبط با دروس این دوره در جدول ۱ آمده است. در صورت ضرورت گذراندن واحدهای جبرانی، دانشجو باید حداکثر دو درس از دروس جدول ۳ را حداکثر تا پایان سال اول تحصیلی بگذراند. اخذ نمره قبولی در این دروس الزامی بوده اما نمرات در محاسبه معدل دانشجو لحاظ نمی‌شود. دانشجو می‌تواند با پیشنهاد استاد راهنما و موافقت گروه، حداکثر دو درس تخصصی اختیاری خود را از دروس کارشناسی ارشد در گرایش یا رشته‌های گروه آمار و یا سایر رشته‌های دانشگاه اخذ نمایند.

جدول ۱- توزیع واحدهای کارشناسی ارشد

نوع دروس	تعداد واحد
دروس جبرانی	۰ تا ۶
دروس تخصصی الزامی	۱۰
دروس تخصصی اختیاری	۱۶
پایان‌نامه	۶
جمع	۳۲

ث) نقش، توانایی و شایستگی مورد انتظار از دانش‌آموختگان:

انتظار می‌رود دانش‌آموختگان دوره کارشناسی ارشد علم داده‌ها پس از اتمام دوره، علاوه بر برخورداری از دانش نظری مناسب، توانایی به‌کارگیری و ارزیابی روش‌های علم داده‌ها را در مسائل واقعی کسب کرده باشند. مهم‌ترین شایستگی‌های مورد انتظار عبارت‌اند از (۱) توانایی تعریف، صورت‌بندی و تحلیل مسائل داده‌محور، شناسایی، جمع‌آوری، پاک‌سازی، سازمان‌دهی و آماده‌سازی داده‌ها برای تحلیل؛ (۲) توانایی انتخاب روش آماری و مدل‌سازی مناسب، محاسباتی یا یادگیری ماشین متناسب با ساختار مسئله و داده‌های پیچیده و چندبعدی، ارزیابی و اعتبارسنجی مدل‌ها و مقایسه روش‌های مختلف بر اساس معیارهای علمی مناسب؛ (۳) توانایی تفسیر نتایج و ارائه آنها به‌صورت روشن و قابل استفاده برای متخصصان و تصمیم‌گیرندگان؛ (۴) توانایی استفاده از داده در پیش‌بینی، بهینه‌سازی، کنترل کیفیت، تشخیص ناهنجاری و تصمیم‌گیری؛ (۵) توانایی استفاده مؤثر از زبان‌های برنامه‌نویسی، نرم‌افزارها و ابزارهای محاسباتی مرتبط با علم داده‌ها؛ (۶) توانایی توسعه، اصلاح و بهبود روش‌ها و الگوریتم‌های موردنیاز؛ (۷) توانایی انجام پژوهش مستقل و مشارکت در پروژه‌های میان‌رشته‌ای و ارتباط مؤثر با متخصصان حوزه‌های مختلف و تبدیل مسائل تخصصی به مسائل قابل تحلیل داده‌محور؛ (۸) رعایت اصول اخلاق حرفه‌ای، محرمانگی، حریم خصوصی، امنیت و استفاده مسئولانه از داده‌ها.

علوه بر این، انتظار می‌رود دانش‌آموختگان این رشته به‌عنوان متخصصانی پرورش یابند تا در نقش‌هایی مانند تحلیل‌گر، مشاور و پژوهشگر علم داده‌ها و هوش مصنوعی، متخصص یادگیری ماشین، مدیر یا سرپرست پروژه‌های مبتنی بر داده، توسعه‌دهنده سامانه‌های هوشمند و تصمیم‌یار، برای حل مسائل پیچیده، استخراج دانش و پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های مختلف در کشور فعالیت کنند. همچنین قادر باشند در سازمان‌های دولتی، صنایع، شرکت‌های فناوری، مراکز تحقیقاتی، حوزه سلامت، بانکداری، انرژی، حمل‌ونقل و تجارت الکترونیک نقش‌های مؤثری ایفا نمایند.

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
درک عمیق در استنتاج، مفاهیم و مدل‌سازی آماری، تحلیل و کشف الگوهای نهفته در انواع داده‌ها با استفاده از یادگیری ماشین آماری و عمیق، طراحی و ارزیابی الگوریتم‌های محاسباتی در زمینه هوش مصنوعی و شبکه‌های بیزی	یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، یادگیری تقویتی، یادگیری پیشرفته، الگوریتم‌های علم داده‌ها، الگوریتم‌های پیشرفته، هوش مصنوعی پیشرفته
توسعه و ایجاد مدل‌های پیش‌بینی، تفسیر نتایج تحلیل داده‌ها برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های راهبردی و ارائه گزارش‌های تحلیلی، ایفای نقش به عنوان مدیر محصول داده‌ای با ایجاد ارتباط مؤثر بین تیم‌های فنی و اهداف تجاری	یادگیری آماری، رگرسیون مدرن، مدل‌های گرافیکی احتمالاتی، تحلیل داده‌های سریهای زمانی و طولی، محاسبات بیزی در علم داده‌ها
توانایی تبدیل چالش‌های تجاری و صنعتی به معادلات قابل اجرا با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای علم داده‌ها برای ارتقای دانش کسب و کار، قابلیت استخراج بینش‌های کلیدی در سازماندهی مسائل پیچیده سازمانی از طریق طراحی، پیاده‌سازی و ارزیابی انواع مدل‌های آماری و بهره‌برداری از روش‌های یادگیری ماشین، عمیق و هوش مصنوعی	هوش تجاری پیشرفته، تحلیل یادگیری ماشین فضایی، طرح آزمایش و رویه پاسخ، تحلیل کلان داده‌ها، داده کاوی محاسباتی، پردازش زبان‌های طبیعی، الگوریتم‌های موازی، شبکه‌های عصبی، بینایی ماشین

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی	دروس مرتبط
توانایی مورد انتظار در دانش نظریه آمار، محاسبات آماری، یادگیری ماشین، هوش مصنوعی، داده‌کاوی و کاربرد این دانش در مدیریت داده. همچنین، کسب مهارت مؤثر در برنامه‌نویسی و پیاده‌سازی با تسلط بر نرم‌افزارهای تخصصی، از جمله پایتون و R به عنوان ابزارهای پردازش داده	مبانی علم داده‌ها، استنباط سببی، یادگیری ناپارامتری، روش‌های چندمتغیره پیشرفته، بهینه‌سازی در علم داده‌ها، رگرسیون مدرن، یادگیری آماری
مهارت در پیش‌پردازش، پاک‌سازی، یکپارچه‌سازی و مصورسازی داده‌ها، مهندسی کلان‌داده‌ها، استخراج ویژگی‌ها و نمایش تصویری، کار با پایگاه‌های داده و انبار داده‌ها	تحلیل اکتشافی داده‌ها، مصورسازی داده‌ها، تحلیل کلان داده‌ها، داده کاوی محاسباتی، مدل‌های گرافیکی احتمالاتی
کسب توانایی و شایستگی همکاری در گروه‌های چندتخصصی با متخصصان صنعت و مدیران، ارائه نتایج پیچیده فنی به مدیران و ذی‌نفعان مربوط به صورتی واضح و قابل درک، توانایی پیاده‌سازیِ دانش علم به کاربرد عملی با توسعه دانش نظری به مهارت‌های کاربردی	تحلیل کلان داده‌ها، داده کاوی محاسباتی، هوش تجاری پیشرفته، یادگیری ماشین آماری، الگوریتم‌های علم داده‌ها

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره (اطلاعات این بند به صورت پیشنهادی می‌باشد و شرایط و ضوابط ورود به دوره‌های تحصیلی، تابع سیاست‌های بالادستی می‌باشد)

پذیرش دانشجو در دوره کارشناسی ارشد علم داده‌ها بر اساس ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و از طریق سازوکارهای رسمی پذیرش دوره‌های کارشناسی ارشد انجام خواهد شد. داوطلبان باید دارای مدرک کارشناسی مورد تأیید مراجع ذی‌صلاح در یکی از رشته‌های مرتبط با حوزه علم داده‌ها باشند. با توجه به ماهیت میان‌رشته‌ای دوره، رشته‌های مرتبط می‌توانند شامل آمار، ریاضی، علوم کامپیوتر، مهندسی کامپیوتر، مهندسی صنایع، مهندسی برق، اقتصاد، مهندسی‌های مرتبط و سایر رشته‌هایی باشند که از نظر محتوای علمی و مهارتی با اهداف دوره تناسب دارند. دانشجویان پذیرفته‌شده باید از توانایی مناسب در مبانی ریاضی و آماری، تفکر تحلیلی و حل مسئله برخوردار باشند. همچنین آشنایی با مبانی برنامه‌نویسی و محاسبات می‌تواند به‌عنوان پیش‌نیاز یا دانش مورد انتظار دوره در نظر گرفته شود. در مواردی که دانشجوی پذیرفته‌شده فاقد برخی پیش‌نیازهای ضروری باشد، گذراندن دروس جبرانی مطابق ضوابط دانشگاه و برنامه مصوب دوره امکان‌پذیر خواهد بود.

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

اجرای دوره کارشناسی ارشد علم داده‌ها مستلزم فراهم‌بودن شرایط علمی، آموزشی، پژوهشی و زیرساختی متناسب با ماهیت میان‌رشته‌ای آن است. مهم‌ترین الزامات اجرای دوره عبارت‌اند از:

۱) برخورداری از اعضای هیئت علمی واجد شرایط و دارای تخصص مرتبط با آمار و احتمال، مدل‌سازی، یادگیری آماری، علوم داده، روش‌های محاسباتی، یادگیری ماشین و حوزه‌های مرتبط.

۲) وجود امکانات آموزشی و پژوهشی مناسب برای ارائه دروس نظری، محاسباتی و کاربردی.
۳) فراهم‌بودن زیرساخت‌های محاسباتی مناسب، دسترسی به نرم‌افزارها و محیط‌های برنامه‌نویسی و امکان استفاده از منابع داده‌ها.
۴) فراهم‌کردن امکان انجام پروژه‌های پژوهشی و پایان‌نامه بر اساس داده‌های واقعی و مسائل علمی و کاربردی.
۵) توسعه ارتباط با مراکز پژوهشی، صنعتی، درمانی، اقتصادی و اجرایی به‌منظور فراهم‌کردن زمینه اجرای پروژه‌های کاربردی.
۶) ایجاد سازوکار مناسب برای به‌روزرسانی محتوای آموزشی متناسب با تحولات سریع علم داده‌ها و فناوری‌های مرتبط.
۷) فراهم‌کردن زمینه همکاری میان گروه‌های آموزشی مرتبط در اجرای دروس، پروژه‌های پژوهشی و فعالیت‌های میان‌رشته‌ای.

گسترش دوره نیز باید متناسب با ظرفیت اعضای هیئت علمی، امکانات آموزشی و محاسباتی، کیفیت اجرای دوره، نیازهای منطقه‌ای و ملی و ظرفیت جذب دانشجو انجام شود.

ه) زمینه‌های شغلی آینده و حال

دانش‌آموختگان دوره کارشناسی ارشد علم داده‌ها، با توجه به ماهیت میان‌رشته‌ای این رشته، می‌توانند در طیف متنوعی از مراکز علمی، پژوهشی، صنعتی، اقتصادی و اجرایی فعالیت کنند. در کشور منابع گوناگونی از داده‌های حجیم وجود دارند که تحلیل آن‌ها به این دانش‌آموختگان نیاز دارد. با توجه به صنعتی بودن استان اصفهان، حجم انبوهی از اطلاعات در صنایع، کارخانه‌ها، سازمان‌ها و ادارات انباشته شده‌اند که به‌دلیل عدم وجود دانش کافی برای تحلیل آن قابل استفاده نیستند. آموزش نیروهایی که بتوانند به کمک روش‌های تحلیل داده‌های حجیم دانش نهفته در این اطلاعات را استخراج نمایند قطعا در آینده‌نگری استان مفید خواهد بود. در کل، برخی از زمینه‌های اصلی فعالیت آنان عبارت‌اند از (۱) دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی در حوزه‌های مرتبط با آمار، علم داده‌ها و تحلیل داده‌ها، مراکز پژوهشی و تحقیقاتی و انجام پروژه‌های داده‌محور میان‌رشته‌ای؛ (۲) شرکت‌های فناوری اطلاعات، شرکت‌های داده‌محور و کسب‌وکارهای مبتنی بر فناوری‌های هوشمند؛ (۳) صنایع تولیدی در زمینه کنترل کیفیت، پایش فرایند، پیش‌بینی، تشخیص ناهنجاری و بهینه‌سازی؛ (۴)حوزه پزشکی و سلامت، از جمله تحلیل داده‌های پزشکی و داروشناسی، پیش‌بینی و پشتیبانی از تصمیم‌گیری؛ (۵) بانک‌ها، مؤسسات مالی و شرکت‌های بیمه در زمینه تحلیل ریسک، پیش‌بینی و مدل‌سازی؛ (۶) حوزه انرژی، محیط‌زیست و کشاورزی در زمینه پیش‌بینی، پایش و بهینه‌سازی؛ (۷) حوزه حمل‌ونقل و لجستیک در زمینه تحلیل الگوها، پیش‌بینی و بهینه‌سازی؛ (۸) سازمان‌های دولتی و عمومی در زمینه تحلیل داده‌های سازمانی، ارزیابی سیاست‌ها و تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد؛ (۹) شرکت‌های مشاوره و مؤسسات تخصصی ارائه‌دهنده خدمات تحلیل داده و مدل‌سازی؛ (۱۰) فعالیت به‌عنوان پژوهشگر یا متخصص علم داده‌ها، تحلیلگر داده، تحلیلگر آماری، متخصص یادگیری ماشین و مشاغل تخصصی مرتبط با تحلیل و مدل‌سازی داده.

با توجه به گسترش هوش مصنوعی، تحول دیجیتال، سامانه‌های هوشمند و افزایش استفاده از داده در تصمیم‌گیری، انتظار می‌رود دامنه کاربرد و تنوع مشاغل مرتبط با علم داده‌ها در سال‌های آینده نیز توسعه یابد. همچنین، انتظار می‌رود امکان ادامه تحصیل در مقطع دکتری برای دانش‌آموختگان این رشته بوجود آید.

ی) جایگاه تمدنی، فرهنگی و اجتماعی (جایگاه رشته تحصیلی در حوزه تمدنی گذشته، حال و آینده و بافت فرهنگی و اجتماعی کشور)

علم داده‌ها را می‌توان یکی از جلوه‌های مهم تحول علمی و فناورانه عصر حاضر دانست؛ زیرا بخش قابل توجهی از تولید دانش، برنامه‌ریزی، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری در جوامع معاصر به داده‌های گسترده و روش‌های علمی تحلیل آنها وابسته شده است. در این چارچوب، علم داده‌ها صرفاً یک حوزه فنی برای پردازش داده نیست، بلکه بخشی از زیرساخت علمی جامعه داده‌محور به شمار می‌رود.

از منظر جایگاه تمدنی، توانایی تولید، تحلیل و بهره‌برداری از داده، در توسعه ظرفیت علمی و فناورانه کشورها نقش مهمی دارد. داده می‌تواند به‌عنوان منبعی برای شناخت پدیده‌ها، کشف الگوهای جدید، توسعه دانش، پیش‌بینی روندها و پشتیبانی از تصمیم‌های راهبردی مورد استفاده قرار گیرد. از این منظر، تربیت متخصصان علم داده‌ها می‌تواند در تقویت ظرفیت کشور برای تولید دانش، توسعه فناوری و حل مسائل پیچیده و چندبعدی مؤثر باشد.

از منظر اجتماعی، علم داده‌ها ظرفیت قابل توجهی برای کمک به حل مسائل مرتبط با سلامت، آموزش، جمعیت، محیط‌زیست، حمل‌ونقل، خدمات عمومی و تخصیص منابع دارد. استفاده علمی از داده می‌تواند زمینه تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد و ارزیابی دقیق‌تر مسائل اجتماعی را فراهم کند و به شناسایی نیازها و الگوهای موجود در جامعه کمک نماید.

از منظر فرهنگی نیز گسترش استفاده از داده، مسائل مهمی همچون حریم خصوصی، محرمانگی، مالکیت داده، امنیت اطلاعات، شفافیت، سوگیری الگوریتمی و مسئولیت‌پذیری در استفاده از فناوری را مطرح می‌کند. بنابراین، آموزش علم داده‌ها باید علاوه بر دانش فنی و روش‌شناختی، دانش‌آموختگان را نسبت به ابعاد اخلاقی و اجتماعی استفاده از داده نیز آگاه سازد.

در بافت علمی و فرهنگی کشور، ایجاد و توسعه دوره علم داده‌ها می‌تواند زمینه پیوند میان دانش آماری، ریاضی، علوم رایانه و سایر حوزه‌های تخصصی را فراهم کند. از این منظر، تأسیس این دوره در گروه آمار می‌تواند مکمل ظرفیت‌های علمی موجود باشد و با تکیه بر مبانی احتمال و آمار، استنباط، مدل‌سازی و تحلیل عدم‌قطعیت، در کنار روش‌های محاسباتی و یادگیری ماشین، رویکردی علمی و روش‌شناختی به آموزش علم داده‌ها ارائه دهد.

بر این اساس، ایجاد و توسعه رشته علم داده را می‌توان اقدامی در جهت تقویت زیرساخت علمی کشور برای مواجهه با جامعه داده‌محور دانست. هدف نهایی چنین آموزشی، صرفاً تربیت کاربر ابزارهای تحلیل داده نیست؛ بلکه تربیت متخصصانی است که بتوانند داده را به دانش معتبر، دانش را به بینش و بینش را به راهکارهای علمی برای مسائل واقعی جامعه تبدیل کنند. تحقق این هدف می‌تواند در بلندمدت به ارتقای ظرفیت پژوهشی، علمی و فناورانه کشور و افزایش توان آن در مواجهه با مسائل پیچیده اقتصادی، صنعتی، اجتماعی و فرهنگی کمک کند. در افق آینده، با افزایش نقش داده در تولید دانش، اقتصاد، صنعت، خدمات عمومی و زندگی اجتماعی، توانایی تحلیل علمی و مسئولانه داده به یکی از مؤلفه‌های مهم توسعه پایدار علمی و فناورانه تبدیل خواهد شد. از این رو، تربیت نیروی انسانی متخصص در علم داده‌ها می‌تواند در شکل‌گیری ظرفیت علمی و انسانی لازم برای مواجهه با مسائل پیچیده آینده و بهره‌گیری مسئولانه از فرصت‌های ناشی از تحول داده‌محور جامعه نقش مؤثری داشته باشد.

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات درس

جدول ۲- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی*

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد ساعات	پیش‌نیاز یا هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		
۱	احتمال ۲	۳	✓	-	-	۴۸	-
۲	رگرسیون ۱	۳	✓	-	-	۴۸	-
۳	روش‌های آماری چندمتغیره ۱	۳	✓	-	-	۴۸	-
٤	داده کاوی مقدماتی	۳	✓	-	-	۴۸	-
٥	ساختمان داده و الگوریتم‌ها	۳	✓	-	-	۴۸	-
٦	پایگاه داده	۳	✓	-	-	۴۸	-

* دانشجویان دوره کارشناسی ارشد در صورت نگذراندن دروس جدول فوق باید با پیشنهاد استاد راهنما و موافقت گروه برخی از دروس این جدول را بگذرانند (حداکثر ٦ واحد درسی).

جدول ۳- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	تعداد ساعات		پیش‌نیاز یا هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		نظری	عملی	
۱	مبانی علم داده‌ها	٤	✓	-	-	۳۲	٦٤	-	-
۲	یادگیری آماری	٤	✓	-	-	۳۲	٦٤	-	-
۳	سمینار	۲	✓	-	-	۱٦	۳۲	-	-

جدول ٤- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری*

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			وضعیت آمایشی/ مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		تعداد ساعات		پیش‌نیاز یا هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری – عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی	
۱	تحلیل اکتشافی داده‌ها	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۲	مصورسازی داده‌ها	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۳	شبیه‌سازی آماری	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۴	یادگیری ماشین فضایی	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۵	هوش تجاری پیشرفته	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۶	یادگیری ناپارامتری	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	-	–
۷	طرح آزمایش و رویه پاسخ	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۸	ا ستنباط سببی	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	-	–
۹	رگرسیون مدرن	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	-	–
۱۰	روش‌های چندمتغیره پیشرفته	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	-	–
۱۱	تحلیل داده‌های سریهای زمانی و طولی	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	-	–
۱۲	تحلیل کلان داده‌ها	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۱۳	محاسبات بیزی در علم داده‌ها	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۱۴	تحلیل بقا در علم داده‌ها	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۱۵	علم داده‌ها در تحلیل قابلیت اعتماد	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۱۶	نظریه اطلاع و کاربردها	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۱۷	داده کاوی محاسباتی	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	-	–

۱۸	بهینه‌سازی در علم داده‌ها	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	-	–
۱۹	هوش مصنوعی پیشرفته	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۲۰	پردازش زبان‌های طبیعی	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۲۱	یادگیری ماشین احتمالاتی	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۲۲	یادگیری عمیق	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۲۳	یادگیری تقویتی	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۲۴	یادگیری پیشرفته	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۲۵	الگوریتم‌های علم داده‌ها	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۲۶	الگوریتم‌های پیشرفته	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	-	–
۲۷	الگوریتم‌های موازی	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۲۸	شبکه‌های عصبی	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۲۹	بینایی ماشین	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	-	–
۳۰	مباحث کاربردی در علم داده‌ها	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۳۱	مباحث نظری در علم داده‌ها	٤	✓	–	–	✓	–	٦٤	–	–
۳۲	سمینار	۲	✓	–	–	✓	–	۳۲	–	–

* دانشجویان می‌توانند با پیشنهاد استاد راهنما و موافقت گروه، حداکثر دو درس ۴ واحدی از درس‌های جدول ۴ دروس تخصصی اختیاری خود را از دروس کارشناسی ارشد گرایش یا رشته‌های گروه آمار یا برخی رشته‌ها و گروه‌های دیگر دانشگاه اخذ نمایند.

فصل سوم

ویژگی های دروس

الف: عنوان درس به فارسی: مبانی علم داده‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Foundations of Data Science	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۴ حل تمرین:	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

هدف این درس آشنایی دانشجویان با پایه‌های نظری علم داده‌ها با تمرکز بر مفاهیم آماری، جبری، احتمال در ابعاد بالا و ابزارهای بهینه‌سازی است .این درس دانشجو را برای درک بهتر روش‌های پیشرفته یادگیری آماری، تحلیل داده‌های پیچیده، و مدل‌سازی در محیط‌های دارای بعد بالا آماده می‌سازد .

پ) سرفصل‌ها:

۱. مرور بر احتمال: توزیع‌های توأم، توزیع شرطی، امید ریاضی و امید شرطی

۲. نامساوی‌های احتمال و تمرکز: نامساوی‌های مارکف، چبیشف، هوفدینگ، برنشتاین، احتمال و مفاهیم تمرکز در ابعاد بالا

۳. مبانی جبرخطی برای علم داده‌ها: مرور بر فضاهای برداری (پایه، نرم، ضرب داخلی)، قطری‌سازی، تجزیه چولسکی، تجزیه طیفی، تجزیه مقادیر منفرد و کاربردها، زیرفضاهای بهترین تقریب و تحلیل مؤلفه‌های اصلی(PCA)

۴. تعریف(Projection Pursuit) ، شاخص‌ها، الگوریتم‌های عددی و کاربردها

۵. مروری بر مشتق‌گیری توابع چندمتغیره، گرادیان توابع برداری و ماتریسی، مفهوم مشتقات مرتبه بالاتر و سری تیلور چندمتغیره، توابع محدب، مسائل بهینه‌سازی بدون قید با استفاده از گرادیان نزولی، بررسی مسائل بهینه‌سازی مقید با استفاده از روش ضرایب لاگرانژ و شرایط بهینگی KKT

۶. درونیابی و اسپلاین‌ها: چند جمله ای ها لاگرانژ، اسپلاین‌های کلاسیک و طبیعی، بی- اسپلاین، رگرسیون اسپلاین

۷. سریهای فوریه : آشنایی با ایده نمایش توابع تناوبی با استفاده از مجموع بینهایت سینوس و کسینوس (سریهای فوریه)، تعریف ریاضی سری فوریه در حالت پیوسته و گسسته، معرفی تبدیل فوریه پیوسته و (DFT) گسسته

۸. مروری بر زنجیرهای مارکف و روشهای مونت کارلو، زنجیرهای مارکف ارگودیک، الگوریتمهای متروپولیس -هستینگز و گیبز در حالت فضای حالت گسسته

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

ارائه مطالب سرفصل توسط استاد، ارائه مقالات مرتبط و به روز توسط دانشجویان، پروژه پژوهشی دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف هفتگی، مشارکت در کلاس و ارائه سمینار (٪۲۰)، پروژه نهایی (٪۲۰): پیاده‌سازی و تحلیل یک الگوریتم پیشرفته روی مسئله واقعی با گزارش نوشته شده.
امتحان میان‌ترم (٪۳۰) و نهایی (٪۳۰): تمرکز روی تحلیل تئوری، پایداری و انتخاب روش مناسب

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاسی مجهز به ویدیوپروجکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Blum, A., Hopcroft, J., and Kannan, R. (2020). Foundations of Data Science. Cambridge University Press.
2. Calder, J., and Olver, P. J. (2025). Linear Algebra, Data Science, and Machine Learning. Springer.
3. Deisenroth, M. P., Faisal, A. A., and Ong, C. S. (2020). Mathematics for Machine Learning. Cambridge University Press.
4. Lu, J. (2025). Big Data Analysis: High Dimensional Probability, Statistics, Optimization, and Inference. Springer.
5. Murphy, K. P. (2022). Probabilistic Machine Learning: An Introduction. MIT Press.

الف: عنوان درس به فارسی: یادگیری آماری			
عنوان درس به انگلیسی:	Statistical Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐ / مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

هدف از این درس، آشنایی با برخی از مهم‌ترین ابزارهای یادگیری و بررسی آن‌ها از منظر آماری است.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر یادگیری آماری: پارادایم پیش‌بینی در مقابل استنباط، یادگیری نظارت‌شده و بدون نظارت، ریسک پیش‌بینی، خطای تعمیم و مفهوم بیش‌برازش، تجزیه اریبی–واریانس

۲. روش‌های منظم‌سازی و داده‌های با بعد بالا، رگرسیون ستیغی(Ridge) ، لاسو و الاستیک نت، انتخاب متغیر در ابعاد بالا، مسیرهای منظم‌سازی و الگوریتم مختصات نزولی، مقدمه‌ای بر ویژگی‌های نظری لاسو

۳. روش‌های مبتنی بر هسته و تقریب‌های انعطاف‌پذیر: توابع پایه و بسط‌های سری، اسپلاین‌های هموارشده، رگرسیون هسته‌ای، روش‌های نزدیک‌ترین همسایه(KNN) کرنل‌ها و ایده فضای ویژگی،

۴. روش‌های مبتنی بر درخت: درخت‌های رگرسیون و طبقه‌بندی: هرس درخت، Bagging ، جنگل تصادفی، Boosting و Gradient Boosting

۵. ارزیابی و انتخاب مدل: اعتبار سنجی متقابل، بوت استراپ ، معیارهایانتخاب مدل مانند آکائیک، بیزی وCp، ROC Curve وAUC ، ارزیابی مدل‌های طبقه‌بندی و رگرسیون

۶. روش‌های پیشرفته یادگیری بدون نظارت: کاهش بعد برای داده‌های با بعد بالا، t-SNE وUMAP، خوشه‌بندی طیفی، مدل‌های آمیخته گاوسی، مقدمه‌ای بر تشخیص ناهنجاری

۷. شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق: پرسپترون چندلایه، الگوریتم پس‌انتشار خطا، گرادیان تصادفی و بهینه‌سازی، منظم سازی در شبکه‌های عصبی معرفی شبکه‌های عمیق و کاربردهای آنها

۸. مباحث منتخب در یادگیری آماری: مقدمه‌ای بر یادگیری تقویتی، مقدمه‌ای بر یادگیری انتقالی، تفسیرپذیری مدل‌ها، ملاحظات اخلاقی و سوگیری الگوریتمی

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

ترکیب سخنرانی‌های نظری با مثال‌های عملی و پیاده‌سازی آن با استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی R یا پایتون.

ارائه سمینار توسط دانشجویان روی کاربردهای خاص برای یادگیری فعال و ارتباط با مسائل واقعی.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی (٪۲۵)، پروژه پایانی (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۲۵)، آزمون پایان ترم (٪۳۰).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Botev, Z., Kroese, D.P. and Taimre, T. (2026). Data Science and Machine Learning Mathematical and Statistical Methods. 2nd Edition. Chapman & Hall.
2. Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning. 2nd edition, Springer.
3. James, G., Witten, D., Hastie, T. and Tibshirani, R., Friedman, J. (2013). An Introduction to Statistical Learning, 2nd edition, Springer.
4. Yehoshua, R (2026). Machine Learning Foundations, Vol. I: Supervised Learning. Pearson Education, Inc.

الف: عنوان درس به فارسی: تحلیل اکتشافی داده‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Exploratory Data Analysis	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت: ۶۴		مهارتی- اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/ مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب: هدف کلی:

۱. توانمندسازی دانشجویان برای درک عمیق داده‌های واقعی، کشف الگوها، شناسایی مشکلات داده.

۲. تولید بینش قابل استفاده پیش از مدل‌سازی، از طریق تحلیل اکتشافی و مصورسازی حرفه‌ای داده‌ها.

اهداف ویژه:

۱. تحلیل اکتشافی یک مجموعه داده خام به‌صورت نظام‌مند ۲. تشخیص کیفیت داده و ارزیابی و مشکلات آن

۳. کشف و تفسیر الگوها، روابط و ناهنجاری داده‌ها ۴. ارائه گزارش فنی و داستان سرایی نتایج تحلیل اکتشافی داده‌ها

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه و فلسفه تحلیل اکتشافی داده‌ها (تحلیل اکتشافی و تفاوت آن با تحلیل تأییدی، نقش تحلیل اکتشافی در چرخه علم داده‌ها، نگاه آماری به داده‌های واقعی).

۲. ساختار و آماده‌سازی اولیه داده‌ها (انواع داده‌های کمی، کیفی، زمانی و متنی، داده‌های ناقص و ناسازگار، خلاصه‌سازی اولیه داده‌ها).

۳. آمار توصیفی و خلاصه‌سازی داده‌ها (معیارهای مرکزی و پراکندگی، چولگی،کشیدگی و توزیع داده‌ها و مقایسه گروه‌ها).

۴. مصورسازی داده‌های تک‌متغیره (بافت‌نگار، نمودارهای چگالی، جعبه‌ای، ساقه و برگ، ویالونی).

۵. مصورسازی داده‌های دو و چندمتغیره (ماتریس همبستگی، نمودارهای پراکنش، زوجی، حرارتی).

۶. تشخیص داده‌های دورافتاده (تعریف و انواع ناهنجاری‌ها، روش‌های آماری و بصری، اثر داده‌های دورافتاده بر تحلیل داده‌ها).

۷. تحلیل داده‌های طبقه‌ای و متنی (داده‌های کیفی، جدول‌های توافقی، مصورسازی داده‌های طبقه‌ای، مروری بر متن در تحلیل اکنشافی).

۸. تحلیل داده‌های زمانی (ساختار سری‌های زمانی، روند و فصلی بودن، مصورسازی داده‌های زمانی).

۹. تحلیل داده‌های مکانی و مشبکه‌ای (داده‌های مکانی و فضایی، مصورسازی نقشه‌ای و داده‌های مشبکه‌ای).

۱۰. داده‌های گمشده و جانهی (داده‌های ناقص، مقادیر گمشده در دنیای واقعی، تشخیص خطاهای داده‌ای) .

۱۱. هوش تجاری و داشبوردها (شاخص‌های کلیدی عملکرد، طراحی داشبوردها، تحلیل رفتار مشتری و کسب و کار، طراحی گزارش‌های مدیریتی).

۱۲. گزارش‌نویسی حرفه‌ای (تبدیل یافته به روایت، گزارش فنی و مدیریتی، داستان‌نویسی با داده‌ها)

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

ترکیب سخنرانی‌های نظری با مثال‌های عملی و پیاده‌سازی آن با استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی R یا پایتون و Power BI.

ارائه سمینار توسط دانشجویان روی کاربردهای خاص برای یادگیری فعال و ارتباط با مسائل واقعی.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف هفتگی و ارائه سمینار (٪۲۰)، پروژه نهایی (٪۲۰)، آزمون پایان نیم‌سال (٪۳۰) و آزمون پایانی (٪۳۰)

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: کلاس مجهز به ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. de Castro, L.N. (2025). Exploratory Data Analysis: Descriptive Analysis, Visualization, and Dashboard Design (with Code Snippets in Python). CRC Press.
2. Mukhiya, S.K. and Ahmed, U. (2020). Hands-On Exploratory Data Analysis with Python: Perform EDA techniques to understand, summarize, and investigate your data. Packt Publishing Ltd.
3. Pearson, R.K. (2026). Exploratory Data Analysis using R. 2nd Edition. Chapman & Hall/CRC Press, New York.

الف: عنوان درس به فارسی: مصورسازی داده‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Data Visualization		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۶۴		مهارتی- اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/ مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■ مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب: هدف کلی:

۱. تسلط بر اصول، ابزارها و روش‌های پیشرفته مصورسازی داده برای تحلیل، تفسیر و ارائه مؤثر داده‌های پیچیده در سطوح مدیریتی و پژوهشی.

۲. توانایی بهره‌گیری از مبانی شناختی آمار، طراحی بصری و ابزارهای نوین، داشبوردها و روایت‌های داده‌ای مؤثر و تصمیم‌ساز.

اهداف ویژه:

۱- آشنایی با مبانی نظری و شناختی مصورسازی داده و ادراک بصری .

۲- توانایی انتخاب و طراحی نمودارها و داشبوردهای مناسب برای انواع داده و مسئله .

۳- تسلط بر مصورسازی داده‌های چندبعدی، سری‌های زمانی و داده‌های حجیم .

۴- توسعه مهارت در داستان‌سرایی داده و ارائه نتایج تحلیلی برای مدیران و تصمیم‌گیران .

پ) سرفصل‌ها:

۱- مبانی نظری و شناختی مصورسازی داده.

۲- طراحی بصری و اصول گرافیکی در مصورسازی

۳- انواع داده‌ها و تبدیل آنها به اطلاعات

۴- مصورسازی داده‌های چندنمونه‌ای، چندمتغیره، سری‌های زمانی و داده‌های جغرافیایی .

۵- ابزارها و محیط‌های مصورسازی

۶- چه نمودارهایی برای چه متغیرهایی

۷- مصورسازی در علم داده‌ها و تصمیم‌سازی

۸- مصورسازی کلان داده‌ها

۹- داشبورد مصورسازی

۱۰- داستان‌سرایی داده و ارتباط مؤثر

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

ترکیب سخنرانی‌های نظری با مثال‌های عملی و پیاده‌سازی آن با استفاده از ابزارهای مصورسازی و زبان‌های برنامه‌نویسی مانند R، Python و Power BI .

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف هفتگی و ارائه سمینار (٪۲۰)، پروژه نهایی (٪۲۰)، آزمون پایان نیم‌سال (٪۳۰) و آزمون پایانی (٪۳۰)

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: کلاس مجهز به ویدیو پروژکتور، سایت کامپیوتر مجهز به R، Python و Power BI .

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Damaševicius, R. (2026). Human-Centred Scientific Data Visualisation: Making Complex Data Accessible for Everyone. Springer.
2. Bremer, N. (2025). CHART: Designing Creative Data Visualizations from Charts to Art. CRC Press.
3. Chen, C.H., Härdle, W. and Unwin, A. (2008). Handbook of Data Visualization. Springer.
4. Grant, R. (2018). Data Visualization Charts, Maps, and Interactive Graphics. CRC Press, New York.
5. Knaflic, C. N. (2015). Storytelling with Data: A Data Visualization Guide for Business Professionals. Wiley.
6. Moulik T. (2018). Applied Data Visualization with R and ggplot2. Packt Publishing.
7. Munzner, T. (2014). Visualization Analysis and Design. CRC Press.

الف: عنوان درس به فارسی: شبیه‌سازی آماری			
عنوان درس به انگلیسی:	**Statistical Simulation**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۶۴		مهارتی- اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/ مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■ مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب: هدف کلی:

طراحی ساختاری تصادفی مشابه قالب داده‌های واقعی بر اساس ایجاد خلاقیت و مدل‌سازی کامپیوتری برای درک بهتر مبانی نظری آمار و کاربرد آن در مباحث کاربردی.

اهداف ویژه:

۱. روش‌های شبیه‌سازی انواع ساختار داده‌های تصادفی آماری.
۲. آشنایی با الگوریتم شبیه‌سازی مونت‌کارلو و کاربرد در مبانی نظری آماری.
۳. ارتباط و مقایسه روش بوت‌استرپ با شبیه‌سازی مونت‌کارلو.
۴. آشنایی با روشهای بازنمونه‌گیری بوت‌استرپ در تحلیل داده‌های واقعی.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مبانی نظری شبیه‌سازی در تولید انواع متغیرهای تصادفی، اندازه‌های دقت، همگرایی‌ها و سایر مباحث مرتبط
۲. روش‌های شبیه‌سازی فرایندهای تصادفی مانند حرکت براونی و پواسون.
۳. روش‌های شبیه‌سازی انواع سری‌های زمانی و میدان‌های تصادفی و معیارهای همرایی زنجیرهای مارکوف.
۴. الگوریتم‌های EM و متروپولیس- هستینگ.
۵. الگوریتم شبیه‌سازی مونت‌کارلو و کاربرد آن در استنباط آماری و محدودیت‌های آن.
۶. الگوریتم بازنمونه‌گیری بوت‌استرپ و مقایسه آن با الگوریتم شبیه‌سازی مونت‌کارلو در مبانی نظری و کاربردی آمار.
۷. برآورد اندازه‌های دقت اریبی و خطای استاندارد و توزیع برآوردگرها و انواع بازه‌های اطمینان صدکی، t-بوت‌استرپ، Bca و ABC.
۸. روش بوت‌استرپ در تحلیل داده‌های چندنمونه‌ای، چندمتغیره، رگرسیون، سری‌های زمانی و داده‌های فضایی.

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

ترکیب سخنرانی نظری با مثال‌های کاربردی، کارگاه‌های کدنویسی و پروژه‌های عملی مبتنی بر نرم‌افزارهای محاسباتی مانند R و Python .

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف هفتگی و ارائه سمینار (٪۲۰)، پروژه نهایی (٪۲۰)، آزمون پایان نیم‌سال (٪۳۰) و آزمون پایانی (٪۳۰)

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: کلاس مجهز به ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Casella, G. and Robert, C.P. (2005). Monte Carlo Simulation Methods. 2nd, Springer. New York.
2. Efron, B. and Tibshirani, R.J. (2005). An Introduction to the Bootstrap, Chapman & Hall.
3. Kinser, J.M. (2024). Modeling and Simulation in Python. Chapman & Hall.
4. Rubinstein, R.Y. and Kroese, D.P. (2016). Simulation and the Monte Carlo Method. 3rd Edition. Wiley.
4. Ross, S. M., (2022). Simulation, 6th Edition, Academic Press, USA.

الف: عنوان درس به فارسی: یادگیری ماشین فضایی				
عنوان درس به انگلیسی:	Spatial Machine Learning		نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۶۴		مهارتی- اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/ مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب: هدف کلی:

۳. توسعه روشهای تحلیل آماری داده‌ها از حالت مستقل به همبسته فضایی.

۴. کاربرد روشهای یادگیری ماشین در تحلیل داده‌های فضایی.

. اهداف ویژه:

۱. آشنایی با انواع داده‌های فضایی.

۲. ساختار همبستگی فضایی و پیشگویی فضایی کریگینگ.

۳. کاربرد روشهای یادگیری ماشین در تحلیل داده‌های فضایی و فضایی– زمانی.

پ) سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با داده‌های فضایی: زمین آماری، مشبکه‌ای و الگوهای نقطه‌ای.

۲. ساختار همبستگی داده‌های فضایی: تغییرنگار، هم‌تغییرنگار و همبستگی نگار.

۳. انواع مدل‌های تغییرنگار پارامتری و تجربی و برآورد آنها.

۴. پیشگویی فضایی کریکینگ و ملاک‌های پیشگویی فضایی بهینه.

۵. پیشگویی فضایی کوکریگینگ و مقایسه آن با کریگینگ.

۶. داده‌ها، مدل‌ها، توابع کوواریانس و پیشگویی‌های فضایی – زمانی.

۷. یادگیری ماشین فضایی

۸. ناهمگونی فضایی، رگرسیون وزنی جغرافیایی،

۹. جنگل تصادفی جغرافیایی، جنگل تصادفی وزنی جغرافیایی، درونیابی فضایی جنگل تصادفی.

۱۰. روشهای یادگیری ماشین در تحلیل داده‌های فضایی- زمانی.

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

ترکیب سخنرانی‌های نظری با مثال‌های عملی و پیاده‌سازی آن با استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی R یا پایتون و Power BI.

ارائه سمینار توسط دانشجویان روی کاربردهای خاص برای یادگیری فعال و ارتباط با مسائل واقعی.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف هفتگی و ارائه سمینار (٪۲۰)، پروژه نهایی (٪۲۰)، آزمون پایان نیم‌سال (٪۳۰) و آزمون پایانی (٪۳۰)

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: کلاس مجهز به ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Cressie, N. (1993). Statistics for Spatial Data. John Wiley, New York.
2. Cressie, N. and Wikle, C. K. (2015). Statistics for Spatio-Temporal Data. John Wiley, New York.
3. Li, D., Wang, S. and Li, D. (2026). Spatial Data Mining: Theory and Application. 2nd Edition. Springer.
4. Webster, R. and Oliver, M. A. (2007). Geostatistics for Environmental Scientists, John Wiley, New York.
5. Wikle, C.K., Zammit-Mangion, A. and Cressie, N. (2019). Spatio-Temporal Statistics with R. Chapman & Hall/CRC.

الف: عنوان درس به فارسی: هوش تجاری پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Business Intelligence		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■ نظری عملی☐ پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐ مهارتی- اشتغال پذیری ☐
تعداد ساعت:	۶۴		
وضعیت آمایشی/ مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■ مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

تسلط بر معماری‌های نوین هوش تجاری و توانایی طراحی و استقرار سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری مبتنی بر داده‌های حجیم، همراه با به‌کارگیری روش‌های پیشرفته آماری و یادگیری ماشین.

اهداف ویژه:

۱. تسلط بر طراحی معماری نوین داده (انبار داده، Data Lake و Lakehouse).

۲. توانایی تلفیق مدل‌های پیشرفته آماری (سری‌های زمانی، خوشه‌بندی، رگرسیون) در داشبوردهای هوش تجاری .

۳. توسعه مهارت‌های داستان‌سرایی داده و مصورسازی تعاملی برای سطوح ارشد مدیریتی.

پ) سرفصل‌ها:

۱. معماری نوین داده و زیرساخت‌های تحلیلی: مبانی پیشرفته انبار داده (Data Warehouse)، دریاچه داده (Data Lake) و معماری Lakehouse، مفاهیم پردازش تحلیلی برخط (OLAP) پیشرفته

۲. تحلیل چندبعدی و برنامه‌نویسی تحلیلی:مدل‌سازی داده‌های رابطه‌ای پیشرفته، برنامه‌نویسی با زبان‌های تحلیلی (نظیر MDX و DAX پیشرفته)، آماده‌سازی پیچیده داده‌ها با ابزارهایی مانند Power Query

۳. هوش تجاری تحلیلی (تلفیق آمار و BI): کاربرد مدل‌های آماری و یادگیری ماشین در هوش تجاری، پیش‌بینی و تحلیل سری‌های زمانی در داشبوردها، استفاده از اسکریپت‌های R و Python در پلتفرم‌های BI (مانند Power BI)

۴. مصورسازی پیشرفته و داستان‌سرایی داده (Data Storytelling): اصول شناختی در مصورسازی داده‌های پیچیده، طراحی داشبوردهای استراتژیک، تاکتیکی و عملیاتی، تبدیل خروجی مدل‌های آماری به روایت‌های قابل درک برای کسب‌وکار

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

ترکیب سخنرانی نظری برای انتقال مفاهیم معماری و تحلیلی با مثال‌های عملی از صنعت، پیاده‌سازی و اجرای سناریوها با استفاده از نرم‌افزارهای R یا پایتون و ادغام آن‌ها در پلتفرم Power BI. ارائه سمینار توسط دانشجویان در خصوص مقالات روز و معماری‌های نوین .یادگیری مبتنی بر حل مسئله از طریق پروژه‌های عملی.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف هفتگی، مشارکت در کلاس و ارائه سمینار: ۱۰ ٪ ، آزمون‌های تحلیلی (میان‌ترم) :۴۰ ٪ ، پروژه عملی و جامع صنعتی (استقرار یک سیستم کامل BI تحلیلی) ۵۰٪

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به ویدیو پروژکتور، سایت کامپیوتری مجهز به نرم‌افزارهای تحلیلی (Python/R) و ابزارهای هوش تجاری نظیرMicrosoft Power BI .

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Alareeni, B. (2026). Computational Intelligence for Business Analytics and Decision Systems. Springer.
2. Kimball, R., and Ross, M. (2013). The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling. John Wiley & Sons.
3. Provost, F., and Fawcett, T. (2013). Data Science for Business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking. O'Reilly Media.

الف: عنوان درس به فارسی: یادگیری ناپارامتری			
عنوان درس به انگلیسی:	Nonparametric Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه☐ ■نظری
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■ / مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

۱. درک محدودیت‌های مدل‌های پارامتری کلاسیک و آشنایی با انعطاف‌پذیری روش‌های ناپارامتری در کشف الگوهای پیچیده و غیرخطی.

۲ .تسلط بر مبانی نظری (مانند نرخ‌های همگرایی مجانبی، تعادل سوگیری-واریانس و نفرین ابعاد) در برآوردگرهای چگالی و رگرسیون ناپارامتری.

۳. توانایی انتخاب، تنظیم (مانند انتخاب پهنای باند) و پیاده‌سازی الگوریتم‌های ناپارامتری برای حل مسائل واقعی علم داده‌ها اعم از رگرسیون، طبقه‌بندی و خوشه‌بندی..

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه و مفاهیم پایه: تفاوت رویکرد پارامتری و ناپارامتری، تعادل اریبی-واریانس، مفهوم نفرین ابعاد (Curse of Dimensionality) در فضاهای با ابعاد بالا.

۲. برآورد چگالی ناپارامتری : هیستوگرام‌ها و ویژگی‌های مجانبی آن‌ها، برآوردگر چگالی کرنل(KDE) ، انتخاب بهینه پهنای باند و روش‌های اعتبارسنجی متقابل(CV).

۳. رگرسیون ناپارامتری مبتنی بر کرنل: برآوردگر نادارایا-واتسون، رگرسیون موضعی چندجمله‌ای، تحلیل خطای مجانبی و مرزهای اطمینان.

۴. روش‌های مبتنی بر اسپلاین: اسپلاین‌های رگرسیونی، اسپلاین‌های هموارساز، و انتخاب پارامتر هموارسازی.

۵. مدل‌های جمعی تعمیم‌یافته :(GAMs) فرار از نفرین ابعاد، ساختار مدل‌های جمعی، الگوریتم بک‌فیتینگ و کاربرد GAM در داده‌های با ابعاد بالا.

۶. طبقه‌بندی ناپارامتری: روش K-نزدیکترین همسایه (k-NN) و خواص مجانبی آن، طبقه‌بندهای مبتنی بر کرنل، قضیه بیز و خطای بیز.

۷. ماشین‌های بردار پشتیبان و ترفند کرنل :فضاهای هیلبرت با هسته بازتولیدکننده (RKHS)، قضیه بازنمایش، و تعمیم الگوریتم‌های خطی به غیرخطی.

۸. روش‌های بازنمونه‌گیری: بوت‌استرپ پارامتری، ناپارامتری و نیم‌پارامتری، جک‌نایف و کاربرد آن‌ها در برآورد اندازه دقت و توزیع برآوردگرها، بازه اطمینان.

۹. فرآیندهای گوسی: نگاه بیزی به یادگیری ناپارامتری، فرآیندهای گوسی برای رگرسیون و طبقه‌بندی، انتخاب توابع کوواریانس (کرنل‌ها).

۱۰. روش‌های مبتنی بر درخت و گروهی: درخت‌های تصمیم (CART) به عنوان برآوردگرهای ناپارامتری، جنگل‌های تصادفی و گرادیان بوستینگ.

۱۱. یادگیری بیزی ناپارامتری (مبحث اختیاری): مقدمه‌ای بر فرآیندهای دیریکله و کاربرد آن در خوشه‌بندی با تعداد خوشه‌های نامعلوم.

۱۲. کاهش ابعاد غیرخطی (یادگیری منیفلد): بررسی روش‌های ناپارامتری در استخراج ویژگی مانند LLE،ISOMAP و t-SNE.

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

تدریس نظریه پایه آمار (اثبات سازگاری و نرخ‌های همگرایی) با استفاده از تخته و اسلاید. ارائه سمینار دانشجویان با کاربردهای خاص برای یادگیری فعال و ارتباط با مسائل واقعی.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف هفتگی، مشارکت در کلاس و ارائه سمینار (٪۲۰)، پروژه نهایی (٪۲۰): پیاده‌سازی و تحلیل یک الگوریتم پیشرفته روی مسئله واقعی با گزارش نوشته شده. امتحان میان‌ترم (٪۳۰) و نهایی (٪۳۰): تمرکز روی تحلیل نظری، پایداری و انتخاب روش مناسب

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاسی مجهز به ویدیوپروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Hastie, T., Tibshirani, R., and Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Second Edition, Springer.
2. Ishii, K., Ueda, N., Maeda, E., et al. (2026). Pattern Recognition and Machine Learning for Self-Study I: Supervised Learning. Springer.
3. Murphy K. P. (2022). Probabilistic Machine Learning: An Introduction, MIT Press.
4. Rasmussen, C. E., and Williams, C. K. I. (2006). Gaussian Processes for Machine Learning. MIT Press.
5. Tsybakov, A. B. (2009). Introduction to Nonparametric Estimation. Springer.
6. Wasserman, L. (2006). All of Nonparametric Statistics. Springer.
7. Wood, S. N. (2017). Generalized Additive Models: An Introduction with R. Chapman and Hall/CRC.

الف: عنوان درس به فارسی: طرح آزمایش و رویه پاسخ			
عنوان درس به انگلیسی:	Design of Experiment and Response Surface	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: 4	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت: 64		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

ب) هدف کلی:

جمع‌آوری داده و مشاهدات نقش اساسی در شناسایی درست عوامل موثر بر متغیر پاسخ و مدل کردن این متغیر برحسب عوامل موثر بر آن است. هدف از ارائه این درس آشنا شدن دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد علم داده‌ها با طراحی آزمایش برای جمع‌آوری صحیح و بهینه داده با کمترین تعداد برای کاهش هزینه و در عین حال بیشترین اطلاعات است. دانشجویان همچنین با مدل‌سازی و تحلیل داده‌ها باید متناسب با طرحی که مطابق با آن داده‌ها جمع‌آوری شده را فرا می‌گیرند. یکی از روش‌های آماری مدل‌سازی و یافتن نقاط بهینه از سطوح عوامل موثر رویه پاسخ است که دانشجویان در این درس با آن آشنا و به کار می‌گیرند. برای کاربرد یکی از طرح‌های مفید در بهینه سازی دانشجویان با طرح‌های پارامتری استوار و کاربرد آن در استانداردسازی کیفیت محصول و خدمات (**ISO**) آشنا می‌شوند.

اهداف ویژه:

۱. ارائه مباحث کاربردی از جمع‌آوری تا تحلیل داده‌ها

۲. آشنا شدن با زمینه‌های کاربرد روش‌های آماری در کسب و کار و استانداردسازی محصولات

پ) سرفصل‌ها:

۱. آزمایش‌های کامپیوتری شامل طرح‌های مدل- بنیان (طرح پیش بینی- محور و طرح ماکسیمم آنتروپی) طرح های پرکننده فضا (طرح خوشه- محور، طرح مینیماکس و طرح های ماکس پرو)

۲. طرح‌های فاکتوریل، مدل رگرسیونی طرح‌های فاکتوریل، برازش رویه به پاسخ، طرح‌های فاکتوریل 2^k، طرح‌های فاکتوریل 2^k بدون تکرار، تعامد و بهینگی طرح‌های فاکتوریل 2^k، طرح‌های فاکتوریل 2^k با نقاط مرکزی، طرح‌های کسری 2^k و ساختار هم‌اثری، اثرات متقابل و درجه طرح‌های فاکتوریل 2^k، تحلیل داده‌ها در طرح‌های کسری 2^k،

۳. طرح‌های فاکتوریل 3^k، طرح‌های کسری 3^k، بررسی اثرات درجه یک و دو فاکتوریل روی متغیر پاسخ،

۴. طرح‌های مختلط $2^k \times 3^m$، معرفی طرح‌های متعامد و بهینه L_n،

۵. روش‌های رویه پاسخ، تحلیل داده در رویه‌های پاسخ درجه دو، طرح‌های مرکب و رویه پاسخ،

۶. طرح‌های پارامتری استوار (RPD)، روش تاگوچی، ایزو-۱۶۳۳۶.

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

۱. استفاده از کتاب درسی و استاندارد دارای اعتبار جهانی،

۲. ارائه مطالب سرفصل توسط استاد،

۳. انجام تکالیف و پروژه‌های کلاسی توسط دانشجویان

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارائه و فعالیت‌های کلاسی ۳۰ درصد، آزمون میان‌ترم ۳۰ درصد، آزمون پایانی ۴۰ درصد.

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: پروژکتور و رایانه متصل به آن

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Montgomery, D.C. (2020). Design and Analysis of Experiments, 10th Edition, Wiley.
2. Joseph, V.R. (2026). Experimental Design for Data Science and Engineering, CRC Press.
3. Myers, R.H., Montgomery, D.C, and Anderson, C.M. (2016). Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments, Wiley.
4. ISO 16336:2014; ISO Applications of Statistical and Related Methods to New Technology and Product Development Process—Robust Parameter Design (RPD). ISO: Geneva, Switzerland, 2014.

الف: عنوان درس به فارسی: استنباط سببی			
عنوان درس به انگلیسی:	Causal Inference	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد: ۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت: ۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

۱. درک عمیق تفاوت میان وابستگی آماری (همبستگی) و روابط علی و گذر از مدل‌های پیش‌بینانه استاندارد به مدل‌های ساختاری.

۲. تسلط بر چارچوب‌های اصلی استنتاج علی شامل چارچوب پیامدهای بالقوه (Neyman-Rubin) و گراف‌های علی.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه و فلسفه علیت: تفاوت پیش‌بینی و استنتاج علی، پارادوکس سیمپسون، نردبان علیت (Association, Intervention, Counterfactuals) و مروری بر کاربردهای علیت در علم داده‌ها.

۲. چارچوب پیامدهای بالقوه (Potential Outcomes): مدل نیمن-روبین، تعریف اثرات علی سطح فردی و میانگین، فرض SUTVA و تخصیص تصادفی.

۳. مدل‌های علی گرافی: گراف‌های جهت‌دار غیرمدور(DAGs) ، مدل‌های علی ساختاری(SCMs) ، مفهوم d-separation و استقلال شرطی در گراف‌ها.

۴. شناسایی اثرات علی: معیار درِ پشتی(Back-door Criterion) ، معیار درِ جلویی (Front-door Criterion) و حساب کردن علی.(do-calculus)

۵. روش‌های مبتنی بر تطبیق و وزن‌دهی: امتیاز گرایش(Propensity Score) ، وزن‌دهی احتمال معکوس (IPW) و براوردگرهای استوار دوگانه همراه با تحلیل حساسیت.

۶. متغیرهای ابزاری : مفاهیم پایه، محدودیت‌های شناسایی، تخمین‌گر حداقل مربعات دو مرحله‌ای (2SLS) و کاربرد آن در حضور متغیرهای مخدوش‌گر پنهان.

۷. طرح‌های ناپیوستگی رگرسیون :طرح‌های دقیق (Sharp RDD) و فازی (Fuzzy RDD) و استنتاج موضعی.

۸. تحلیل داده‌های پنل :تفاضل در تفاضل(Difference-in-Differences - DiD) ، کنترل‌های ترکیبی (Synthetic Control) و مدل‌های اثرات ثابت.

۹. کشف علی: یادگیری ساختار گراف‌های علی از روی داده‌های مشاهده‌ای (الگوریتم‌های مبتنی بر محدودیت مانند PC و FCI و الگوریتم‌های مبتنی بر امتیاز).

۱۰. تحلیل میانجی‌گری(Mediation Analysis) : اثرات مستقیم و غیرمستقیم، اثرات علی مستقیم طبیعی (NDE) و غیرمستقیم طبیعی.(NIE)

۱۱. ترکیب استنتاج علی و یادگیری ماشین: متامدل‌ها (T-learner, S-learner, X-learner)، جنگل‌های علی، و کاربرد شبکه‌های عصبی در تخمین اثرات ناهمگن.

۱۲. پیاده‌سازی عملی: کار با کتابخانه‌های تخصصی استنتاج علی (مانند DoWhy، EconML و CausalML در پایتون یا پکیج‌های معادل در R) روی داده‌های واقعی.

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

ترکیب تدریس دقیق ریاضی/آماری مفاهیم پایه با مثال‌های کاربردی در علوم کامپیوتر، اقتصاد و سلامت. ارائه سمینار توسط دانشجویان روی کاربردهای خاص برای یادگیری فعال و ارتباط با مسائل واقعی.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): تکالیف هفتگی، مشارکت در کلاس و ارائه سمینار (٪۲۰)، پروژه نهایی (٪۲۰): پیاده‌سازی و تحلیل یک الگوریتم پیشرفته روی مسئله واقعی با گزارش نوشته شده. امتحان میان‌ترم (٪۳۰) و نهایی (٪۳۰): تمرکز روی تحلیل تئوری، پایداری و انتخاب روش مناسب

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاسی مجهز به ویدیوپروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Hernán, M.A. and Robins, J.M. (2020). Causal Inference: What If. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC.
2. Imbens, G.W. and Rubin, D. B. (2015). Causal Inference for Statistics, Social, and Biomedical Sciences: An Introduction. Cambridge University Press.
3. Peters, J., Janzing, D. and Schölkopf, B. (2017). Elements of Causal Inference: Foundations and Learning Algorithms. MIT Press.
4. Facure, M. (2022). Causal Inference for the Brave and True. WordPress.
5. Yuksel M. and Aydede, Y. (2026). Causal Inference and Machine Learning. CRC.

الف: عنوان درس به فارسی: رگرسیون مدرن			
عنوان درس به انگلیسی:	**Modern Regression**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	_		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	_		تخصصی الزامی ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■ مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

ب) هدف کلی:

هدف اصلی این درس، تحلیل رگرسیون پیشرفته با تمرکز بر روش‌های یادگیری نظارت‌شده در کاربردهای عملی و ارتقاء توانمندی‌های دانشجویان در یادگیری اصول آماری است. تمرکز بر تقویت درک عمیق‌تر مفاهیم به منظور ساده‌سازی مسائل پیچیده، سهولت‌بخشی به فرآیند تحلیل داده‌ها و دستیابی به نتایجی دقیق‌تر و کارآمدتر با بهره‌گیری از روش‌های محاسباتی نوین، از دیگر اهداف این درس به شمار می‌رود.

اهداف ویژه:

۱. دستیابی به درک عمیق از روش‌های یادگیری ماشین آماری با نظارت، همراه با تسلط بر روش‌شناسی رگرسیون پیشرفته و کاربرد اصول اساسی آن در حل چالش‌های دنیای واقعی.

۲. توسعه و پیاده‌سازی مدل‌های مختلف رگرسیون خطی، شامل رگرسیون‌های غیرخطی، چندجمله‌ای تکه‌ای، اسپلاین، هموارسازی و نیم‌پارامتری، مدل‌های جمعی تعمیم‌یافته، به‌کارگیری روش‌های محاسباتی پیشرفته برای برازش مدل‌ها، انتخاب بهینه مدل‌ها برای پیش‌بینی دقیق‌تر و کنترل عوامل مخدوش‌کننده.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مدل‌های پارامتری رگرسیون خطی و غیرخطی، انتخاب متغیرها، ارزیابی مناسبت مدل، بررسی تحلیل مانده‌ها و اعتبارسنجی متقابل، شناسایی موارد پرت و تاثیرگذار.

۲. مبانی نظری مدل‌های خطی تعمیم‌یافته (GLMs) برای تحلیل متغیرهای پاسخ دوتایی مانند لجستیک و پروبیت، شمارشی نظیر پواسن و دوجمله‌ای منفی، متغیرهای مثبت با ساختار چوله مانند گاما، لگ-نرمال و وارون-گاوس،

۳. مدل‌های رگرسیون ناپارامتری شامل مدل‌های چندجمله‌ای و جمعی تعمیم‌یافته (GAM)، رگرسیون تکه‌ای با ویژگی آن‌ها، روش‌های هموارسازی چندجمله‌ای و تعمیم‌یافته آن‌ها، یادگیری روابط غیرخطی پیچیده با استفاده از چندجمله‌ای‌های تکه‌ای.

۴. اسپلاین‌ها شامل B -اسپلاین و P-اسپلاین، انتخاب گره‌ها و استفاده از آن‌ها برای بهبود رگرسیون از طریق افزودن عباراتی همچون درجه دوم یا چندجمله‌ای‌های مربعی و مکعبی به معادلات رگرسیون خطی و غیرخطی.

۵. تابع درستنمایی تاوانیده و روش‌های منظم‌سازی مانند لاسو، ریج و شبکه الاستیک برای انتخاب متغیرها و کنترل مشکلات بدرفتار یا جلوگیری از بیش‌برازش.

۶. رگرسیون مؤلفه‌های اصلی همراه با نسخه احتمالاتی برای کاهش بعد همراه الگوریتم‌های پیشرفته، رگرسیون جنگل تصادفی و رگرسیون بردار پشتیبان.

۷. مدل‌های رگرسیون با مانده‌های غیرنرمال مانند تی-استیودنت و چوله-نرمال به منظور تحلیل داده‌هایی با ساختار دم سنگین یا چوله،

۸. مدل‌های رگرسیون آمیخته متناهی برای داده‌های خوشه‌بندی، استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته، الگوریتم k-نزدیک‌ترین همسایه، انتخاب مقدار بهینه پارامتر تنظیم.

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

دانشجو لازم است با مفاهیم مدل رگرسیون آشنا باشد، استاد درس از تکنیک‌های متنوعی برای مرور و یادآوری این مباحث بهره می‌برد. استفاده از شبیه‌سازی و بهره‌گیری از یادگیری ماشین آماری برای تولید نمونه‌های آزمایشی و آزمون، فرصتی فراهم می‌کند تا مباحث نظری به شکل بهینه و قابل درک برای دانشجو ارائه شوند. از نرم‌افزارهای پیشرفته‌ای نظیر SAS و R یا پایتون به منظور پیاده‌سازی و تبیین روش‌ها استفاده کرد.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارائه و فعالیت‌های کلاسی ۴۰ درصد میان ترم ۳۰ درصد آزمون پایانی ۳۰ درصد

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

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Arnold, T., Kane, M. and Lewis, B. (2019). A Computational Approach to Statistical Learning. Chapman and Hall/CRC.
2. Chan, J.C.C. and Kroese, D.P. (2025). Statistical Modeling and Computation. 2nd Edition. Sprniger.
3. James, G., Hastie, T., Witten, D. and Tibshirani, R. (2023). An Introduction to Statistical Learning with Applications in R. Springer.
4. Nguyen, M. (2026). Regression Techniques for Data Analysis. Springer.
5. Pourahmadi, M. and Dallakyan, A.. (2026). Regressions in Covariances, Dependencies and Graphs. Chapman and Hall/CRC.
6. Verdinelli, I. and Wasserman, L. (2026). All of Regression. Cambridge University Press.

الف: عنوان درس به فارسی: روش‌های چندمتغیره پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Multivariate Methods		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	_		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	_		تخصصی الزامی ■ عملی ☐
تعداد واحد:	4	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■ / مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

ب) هدف کلی:

هدف اصلی درس، آموزش مباحث نظری داده‌های چندمتغیره برای متغیرهای پیوسته و بهره‌گیری از روش‌های آماری نظارت‌شده و بدون نظارت و همچنین یادگیری ماشین است. محتوا به گونه‌ای ارائه می‌شود که دانشجویان قادر باشند الگوها و روابط پیچیده و پنهان در ساختار داده‌ها را شناسایی کنند و نتایج را در اختیار متخصصان حوزه‌های علمی مختلف، مانند بینایی ماشین، پردازش سیگنال، مالی و پزشکی، قرار دهند تا تصمیم‌گیری‌های هوشمندانه‌تری صورت گیرد.

اهداف ویژه:

۱. دستیابی به درک عمیق در تحلیل داده‌های پیچیده و بررسی روابط بین متغیرهای پیوسته، آموختن روش‌هایی برای کاهش ابعاد بدون از دست دادن اطلاعات حیاتی.

۲. طراحی مدل‌هایی برای پیش‌بینی مقادیر پیوسته و انجام خوشه‌بندی داده‌ها بر اساس ویژگی‌های مشترک جهت شناسایی بخش‌های نهفته در داده‌ها.

پ) سرفصل‌ها:

۱. بردار تصادفی، توابع چگالی توأم، چگالی شرطی و حاشیه‌ای، بردار امید ریاضی و ماتریس‌های واریانس-کوواریانس و همبستگی، مثال‌هایی از ماتریس همبستگی مانند تقارن-مرکب، اتورگرسیو مرتبه اول و میانگین-متحرک مرتبه اول، استانداردسازی چندمتغیره، تابع مولد گشتاور.

۲. توزیع نرمال دومتغیره و چندمتغیره و ویژگی‌های آحتمالی شامل توزیع بردار میانگین و ماتریس کوواریانس نمونه‌ای آن. مفهوم کانتور، بررسی نرمالیتی چندمتغیره.

۳. افراز بردارهای تصادفی با محاسبه بردار میانگین، ماتریس کوواریانس شرطی و توزیع شرطی با ویژگی احتمالی آن در قالب مدل رگرسیونی، ضریب همبستگی چندگانه و جزئی

۴. تبدیل‌ها و ژاکوبین، چگالی توابع خطی از متغیرهای تصادفی، قطری سازی، تجزیه چولسکی و کاربرد آن، روش ساختن توزیع‌های چندمتغیره، مانند تی-استیودنت، چوله-نرمال، لگ-نرمال و بررسی گشتاورهای شرطی آن‌ها در ارتباط با مدل‌های رگرسیون چندگانه

۵. فرم‌های درجه دوم تصادفی، امیدریاضی و واریانس، توزیع فرم درجه دوم از بردار نرمال چندمتغیره،

۶. نظریه مفصل و انواع وابستگی‌ها، کاربرد مفصل در ساختن توزیع‌های چندمتغیره با توزیع‌های حاشیه‌ای یک متغیره معلوم، استفاده از مفصل در تحلیل داده‌های واقعی، مانند سری‌های زمانی مالی و اقتصادی، خشکسالی هواشناسی.

۷. مقادیر و بردار ویژه، تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) برای کاهش بعد، تحلیل عاملی، روش‌های برآورد بارهای عاملی، متعامدسازی، چرخش عاملی، امتیازات عاملی

۸. روش‌های خوشه‌بندی سلسله مراتبی و غیرسلسله مراتبی، مقیاس‌بندی چند بعدی، تحلیل‌های گرافیکی برای خوشه‌بندی، تحلیل ممیزی و رده‌بندی

۹. تحلیل رگرسیون چندمتغیره، رگرسیون به ظاهر نامرتبط (SUR) ، اصول تحلیل مسیر و مدل معادلات ساختاری (SEM)، مدل اتورگرسیو برداری،

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

دانشجو لازم است با نظریه آمار و احتمال یک متغیره آشنا باشد، استاد درس با مرور کلی آن، مفاهیم تحلیل چندمتغیره را به صورت احتمالاتی با تمرکز بر تقویت درک عمیق درک دانشجویان و اهمیت تحلیل چندمتغیره در کاربردهای عملی، بر اساس سرفصل تدریس می‌کند. استفاده از نرم‌افزارهای پیشرفته‌ای نظیر Matlab، Maple، Mathematica و R همراه با بهره‌گیری از داده‌های متنوع و انجام شبیه‌سازی‌های دقیق، می‌تواند تأثیر قابل توجهی در بهبود فرآیند یادگیری دانشجویان داشته باشد.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارائه و فعالیت‌های کلاسی ۴۰ درصد میان ترم ۳۰ درصد آزمون پایانی ۳۰ درصد

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

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Afifi, A., May, S., Donatello, R.A. and Clark,V.A. (2020). Practical Multivariate Analysis. Sixth Edition. CRC Press.
2. Denis, D.J. (2026). Multivariate Statistics and Machine Learning: An Introduction to Applied Data Science Using R and Python. Routledge.
3. Izenman, A.J. (2008). Modern Multivariate Statistical Techniques: Regression, Classification, and Manifold Learning. Springer.
4. Sundararajan, S. (2025). Multivariate Analysis and Machine Learning Techniques, Feature Analysis in Data Science Using Python. Springer.

الف: عنوان درس به فارسی: تحلیل داده‌های سریهای زمانی و طولی			
عنوان درس به انگلیسی:	Time Series and Longitudinal Data Analysis		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	_		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	_		تخصصی الزامی ■ عملی ☐
تعداد واحد:	4	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	64		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■ / مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

معرفی انواع مدل‌های خطی و تعمیم‌یافته در تحلیل سری‌های زمانی با هدف پیش‌بینی، روش‌های برآوردیابی مرتبط و بررسی ویژگی‌های آن‌ها، تحلیل داده‌های همبسته و مکرر در مطالعات طولی با تمرکز بر پژوهش‌های زیست‌پزشکی، کارآزمایی بالینی و روانشناسی بالینی و رشدی برای مطالعه تغییرات رفتارها و روند زمانی

اهداف ویژه:

۱. یادگیری مفاهیم نظری سری‌های زمانی و طولی، حصول مهارت‌های لازم برای تحلیل داده‌های واقعی

۲. روش‌های مبتنی بر یادگیری ماشین آماری در سری‌های زمانی

پ) سرفصل‌ها:

۱. مدل‌های اتورگرسیو ((AR(p)) و میانگین-متحرک ((MA(q))، نمودار همبستگی نگار، همبستگی سریالی، روش‌های برآوردیابی

۲.مدل‌های اتورگرسیو شرطی ناهمسان واریانس (ARCH)و تعمیم آنها، روش‌های برازش و برآوردیابی

۳. شرایط انواع مانایی فرایند تولید داده‌ها، بررسی مانده‌ها و تشخیص مناسبت مدل

۴. اهمیت تحلیل داده‌های طولی، مدل‌های رگرسیون آمیخته خطی برای داده‌های طولی، برآوردیابی در مدل‌های اثرات ثابت و تصادفی با عرض از مبدا و شیب تصادفی، روش‌های پیشرفته تحلیل داده‌های طولی حجیم

۵. مدل‌های رگرسیون با خطاهای اتورگرسیو مرتبه اول، مدل‌های انتقال برای تحلیل داده‌های طولی

۶. مدل های خطی تعمیم یافته با اثرات آمیخته برای پاسخ‌های طولی دودویی و شمارشی، روش مربع بندی گاوس سازوار برای محاسبه درستنمایی حاشیه‌ای و برآورد پارامترها

۷. معیارهای متداول انتخاب مدل، انتخاب ساختار مناسب در مدل‌های مؤلفه‌های واریانس

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

با توجه به آن‌که لازم است دانشجو ابتدا با مفاهیم احتمال و آماریاضی آشنایی داشته باشد، استاد درس می‌تواند مباحث نظری و تحلیل داده‌ها را با بهره‌گیری از انواع روش‌های یادگیری آماری ارائه نماید. استفاده از نرم‌افزارهای پیشرفته‌ای نظیر SAS و کدهای برنامه‌نویسی مانند R یا پایتون به منظور پیاده‌سازی روش‌ها مناسب است.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارائه و فعالیت‌های کلاسی	۴۰ درصد
میان ترم	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد

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

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., and Ljung, G. M. (2015). Time series analysis: forecasting and control. John Wiley and Sons.
2. Chatfield, C. and Xing, H. (2019). The Analysis of Time Series: An Introduction with R, 7th Edition. Springer.
3. Chen, D-G. and Chen, J.K. (2021). Statistical Regression Modeling with R: Longitudinal and Multi-level Modeling. Springer
4. Diggle, J.P., Heagerty, P.J., Liang, K-Y. and Zeger, S.L. (2013). Analysis of Longitudinal Data. Oxford University Press.
5. Shumway, R.H. and Stoffer, D.S. (2025). Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples, 5th Edition. Springer.
6. Wang, Y-G. Fu, L. and Paul, S. (2022). Analysis of Longitudinal Data with Examples. CRC Press.

الف: عنوان درس به فارسی: تحلیل کلان داده‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Big Data Analysis	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	_	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	_	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد: ۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت: ۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

ب) هدف کلی:

طراحی فنون تحلیل کلان داده با استفاده از فناوری‌های پیشرفته و الگوریتم‌های هوشمند، تا داده‌های کلان ثبت شده در بخش دولتی، صنعتی، علوم، مراقبت از سلامت و پزشکی و امور مالی را پردازش، تحلیل و تفسیر کند و در نتیجه آن الگوها، روندها و بینش‌های پنهان استخراج شوند. این تحلیل‌ها به پژوهشگران و مدیران کمک می‌کند تا تصمیمات بهره‌ور و اثربخش را مبتنی بر داده اتخاذ نمایند. توانمندی و مهارت در مهارت و فراگیری بنیادی انواع داده ها.

اهداف ویژه:

ارائه مفاهیم بنیادی پردازش و مدیریت کلان داده‌ها، روش‌های گردآوری، آماده‌سازی، پاک‌سازی و تحلیل تا تصمیم‌گیری بهره‌ور و اثربخش تضمین شود.

پ) سرفصل‌ها:

۱. معرفی انواع کلان داده‌های ثبت شده و منبع تولید آن‌ها از پژوهش‌های حوزه مختلف، از جمله سازمان‌ها، اقتصاد و مالی، سلامت و پزشکی، مراحل تحلیل داده‌ها شامل فنون پردازش، مرتب‌سازی و پالایش، تحلیل توصیفی، بررسی روندهای زمانی، تشخیص پراکندگی، همگنی و خوشه‌ای، مصورسازی و ایجاد انواع نمودارها.

۲. بهره‌گیری از فضای ذخیره‌سازی ابری برای مدیریت و ذخیره اطلاعات. به‌کارگیری ابزارهای محاسباتی پیشرفته برای تحلیل کلان داده‌ها، استفاده از سیستم‌های چند هسته‌ای و کلاسترهای محاسباتی جهت اجرای سریع و همزمان پردازش‌های پیچیده.

۳. کاربرد روش‌های یادگیری آماری در مراحل پالایش کلان داده‌ها، استفاده از نرم افزارهای محاسباتی در فرایند پردازش داده‌ها.

۴. شناسایی انواع داده‌های گمشده در پروژه‌های واقعی، روش‌های مدیریت این داده‌ها در حالت یک و چندمتغیره در یادگیری آماری. الگوها و مکانیسم‌های گمشدگی، حذف مشاهدات نامتعارف، روش‌های جایگزینی موارد گمشده و محاسبات آماری مرتبط با برآوردیابی و پیش‌بینی توسط تحلیل رگرسیونی، مدل‌های گزینش، الگو-آمیخته و پارامتر مشترک، درستنمایی تحت مکانیسم گمشدگی، روش بیز سلسله مراتبی با استفاده از متغیر پنهان و فن داده‌افزایی در بررسی گمشدگی،

۵. معرفی انواع الگوریتم‌های مربوط به تحلیل کلان داده‌ها و کاربرد آن‌ها. استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و مدل-مبنا مانند رگرسیون آمیخته متناهی، برای دسته بندی، خوشه بندی و تحلیل کلان داده‌ها توسط روش‌های یادگیری با و بدون نظارت،

۶. مثال‌های عملی تحلیل داده‌های واقعی، از جمله سری زمانی خدمات مالی در تعیین نوسانات قیمت سهام و پیش‌بینی آن، داده‌های بقا در بهداشت و درمان، پیش‌بینی شیوع بیماری‌ها و بهبود روندهای درمانی.

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

انتظار می‌رود دانشجو علاوه بر شناخت کلان داده، درک کاملی از روش‌ها و ابزارهای پایه‌ای جمع‌آوری، پردازش و تحلیل داده‌ها یافته و برای انجام پژوهش‌های لازم در علم داده‌ها استفاده کند. پروژه‌های مختلفی تعریف و اجرای آن‌ها را به عهده دانشجو خواهد بود تا با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی، از جمله R، پایتون و SAS، همراه با طراحی الگوریتم‌های نوآورانه بتواند راه‌حل‌های مؤثری برای چالش‌های مربوط یا پیاده‌سازی فرایندهای دنیای واقعی ارائه دهد.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارائه و فعالیت‌های کلاسی ۴۰ درصد میان ترم ۳۰ درصد آزمون پایانی ۳۰ درصد

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

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Alvo, M. (2022). Statistical Inference and Machine Learning for Big Data. Springer.
2. Fuleky P. (2020). Macroeconomic Forecasting in the Era of Big Data: Theory and Practice. Springer.
3. Izenman, A. J. (2008). Modern Multivariate Statistical Techniques: Regression, Classification and Manifold Learning. Springer.
4. Little, R. J. and Rubin, D. R. (2019). Statistical Analysis with Missing Data. 3rd Edition. John Wiley and Sons.
5. Qian, H. (2025). Bayesian Econometric Modelling for Big Data. The CRC Press.
6. Skiadas, C.H. and Bozeman, J.R. (2019). Data Analysis and Applications: Clustering and Regression, Modeling-estimating, Forecasting and Data Mining. Volume 2, John Wiley & Sons.
7. Suthaharan, S. (2015). Machine Learning Models and Algorithms for Big Data Classification: Thinking with Examples for Effective Learning. 4th Edition, Springer.

الف: عنوان درس به فارسی: محاسبات بیزی در علم داده‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Bayesian Computation in Data Science	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت: ۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

این درس به معرفی مفاهیم اساسی نظریه یادگیری بیزی با نظارت در حوزه علم داده‌ها پرداخته و انواع مدل‌های رگرسیونی بیزی و کاربردهای آن‌ها در تحلیل داده‌های واقعی را تشریح می‌کند. روش‌های محاسباتی مبتنی بر اصول بیز سلسله‌مراتبی، توسط رویکرد شبیه‌سازی مونت‌کارلوی زنجیر مارکوفی و الگوریتم‌های محاسباتی مرتبط، به طور جامع مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

اهداف ویژه:

۱.آشنایی دانشجویان با مفاهیم اساسی یادگیری بیزی، تخمین‌های بیزی، شناسایی مدل، روش‌های انتخاب ویژگی و پیش‌بینی پسین

۲. تقویت توانایی دانشجویان در تحلیل داده‌های پیچیده و آماده‌سازی آن‌ها برای بهره‌گیری از تکنیک‌های پیشرفته‌تر در علم داده‌ها و یادگیری آماری.

پ) سرفصل‌ها:

۱. معرفی مجموعه‌ای جامع از روش‌های بیزی در تحلیل داده‌ها برای بردار پارامترهای توزیع احتمال، شامل پیشین‌های شرطی، حاشیه‌ای و سلسله‌مراتبی.

۲. استفاده از راهبرد بیز برای ترکیب توزیع‌های پیشین و درستنمایی به منظور دستیابی به توزیع‌های پسین و پیشگوی پسین.

۳. آشنایی با مفاهیم پایه در استنباط بیزی، از جمله توزیع‌های پسین حاشیه‌ای، برآورد نقطه‌ای، فاصله‌های اطمینان و انجام تحلیل حساسیت.

۴. رهیافت مونت کارلوی زنجیر مارکوفی (MCMC) ، بررسی الگوریتم‌های گیبز و متروپولیس و تحلیل همگرایی آن‌ها.

۵.کاربرد الگوریتم‌های محاسبات بیزی در برازش مدل‌های رگرسیون خطی نرمال، نرمال-چوله و تی-استیودنت، یافتن توزیع پیشگوی پسین،

۶. روش داده افزایی در مدل‌های رگرسیونی سلسله مراتبی، روش‌های مقابله با داده‌های گمشده، تحلیل داده پرت، روش مقابله با ناهمسانی واریانس با ساختار مشخص و تصادفی

۷. معرفی شیوه‌های شناسایی و انتخاب متغیرهای تاثیرگذار با استفاده از مدل‌های رگرسیون لاسو، ریج، شبکه الاستیک و مؤلفه‌های اصلی احتمالاتی از منظر کاهش بعد بیزی.

۸. بررسی محک‌های انتخاب مدل بیزی نظیر اطلاع انحراف (DIC) و اطلاع آکائیک واتانابه (WAIC).

۹. پیاده‌سازی محاسبات بیزی با استفاده از روش‌های پیشرفته مانند مونت کارلوی همیلتونی و شبیه‌سازی بریج برای محاسبه عامل بیز.

۱۰. تحلیل بیزی مدل‌های خطی تعمیم‌یافته شامل لجستیک، پروبیت، پواسون، دوجمله‌ای منفی، گاما و لگ-نرمال.

۱۱. بررسی مدل‌های خطی با اثرات ثابت و تصادفی ، مدل‌های خطی تعمیم‌یافته با اثرات آمیخته برای پاسخ های همبسته دودویی و شمارشی طولی و پنلی.

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

برای یادگیری مؤثر، پیشنهاد می‌شود استاد درس علاوه بر تحلیل داده‌های تجربی از شبیه‌سازی مونت کارلو برای تولید داده‌ها استفاده کند و با برازش مدل‌های رقیب، وجود اشتباهات رایج در برآورد و پیش‌بینی را آموزش دهد. دانشجویان می‌آموزند که استنتاج آماری چگونه به فرض‌های فرایند تولید داده وابسته است. در این درس از نرم‌افزارهای R یا پایتون با کتابخانه‌های متنوع بهره‌گیری خواهد شد.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارائه و فعالیت‌های کلاسی ۴۰ درصد میان ترم ۳۰ درصد آزمون پایانی ۳۰ درصد

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

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Congdon, P.D. (2020). Bayesian Hierarchical Models With Applications Using R. 2nd Edition. CRC Press.
2. Heard, N. (2021). An Introduction to Bayesian Inference, Methods and Computation. Springer.
3. Reich, B.J. and Ghosh, S.K. (2026). Bayesian Statistical Methods: With Applications to Machine Learning. 2nd Edition. Chapman and Hall/CRC.
4. Theodoridis, S. (2020). Machine Learning: A Bayesian and Optimization Perspective. 2nd Edition. Academic Press.
5. Xu, J. (2023). Modern Applied Regressions: Bayesian and Frequentist Analysis of Categorical and Limited Response Variables with R and Stan. Chapman and Hall/CRC

الف: عنوان درس به فارسی: تحلیل بقا در علم داده‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Survival Analysis for Data Science	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت: ۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب: هدف کلی:

این درس دانشجویان کارشناسی ارشد علم داده‌ها را با مبانی نظری، روش‌های آماری و ابزارهای محاسباتی تحلیل بقا آشنا می‌کند و توانایی آن‌ها را در تحلیل داده‌های زمان تا وقوع رویداد، پیاده سازی الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشینِ بقا، توسعه مدل‌های پیش‌بینی و حل مسائل واقعی در حوزه‌هایی مانند پزشکی، سلامت، مهندسی، بیمه، اقتصاد و کسب‌وکار تقویت می‌کند.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مبانی تحلیل بقا و صورت‌بندی مسئله: آشنایی با داده‌های زمان تا وقوع پیشامد، انواع سانسورشدگی و برش‌خوردگی، توابع بقا، خطر و خطر تجمعی، تحلیل تاریخچه رویداد، مخاطرات رقابتی، مدل‌های چندحالته و تعریف مسائل پیش‌بینی در تحلیل بقا در چارچوب یادگیری ماشین.

۲. ارزیابی مدل‌های تحلیل بقا: اصول ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی، معیارهای تمایز(Discrimination) ، کالیبراسیون (Calibration) و امتیازدهی(Scoring Rules) ، شاخص انطباق(C-index) ، معیار ROC ، Brier وابسته به زمان، اعتبارسنجی و انتخاب مدل برای داده‌های سانسورشده .

۳. مدل‌های یادگیری ماشین در تحلیل بقا: مروری بر مدل‌های کلاسیک شامل Kaplan–Meier ، مدل مخاطرات متناسب کاکس و مدل‌های پارامتری، مدل‌های یادگیری ماشین شامل درخت‌ها و جنگل‌های بقای تصادفی، ماشین بردار پشتیبان، گرادیان بوستینگ (XGBoost و LightGBM) و شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق برای تحلیل بقا .

۴. روش‌های پیشرفته و کاربردها: روش‌های تبدیل مسائل بقا به مسائل رگرسیون یا طبقه‌بندی(Reduction Techniques) ، تحلیل مخاطرات رقابتی، پیاده‌سازی Pipelineهای یادگیری ماشین، تفسیر و مقایسه مدل‌ها، و کاربردهای تحلیل بقا در سلامت، نگهداری پیش‌بینانه، مدیریت ریسک و تحلیل ریزش مشتری .

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

ارائه مطالب سرفصل توسط استاد، حل تمرین و مثال‌های کاربردی، آموزش عملی با نرم‌افزارهای R یا Python، یادگیری مبتنی بر پروژه و مسئله، بحث و ارائه دانشجویی و استفاده از داده‌های واقعی به‌منظور تقویت مهارت‌های تحلیل و مدل‌سازی داده‌های بقا

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارائه و فعالیت کلاسی (۳۰ درصد)، پروژه عملی (۲۵ درصد)، آزمون میان‌ترم (۲۰ درصد)، آزمون پایان‌ترم (۲۵درصد)

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به ویدیو پروژکتور، سایت کامپیوتری مجهز به نرم افزارهای تحلیلی (R/Python)

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Bender, A., and Sonabend, R. (2026). Machine Learning for Survival Analysis. CRC Press.
2. Broström, G. (2021). Event History Analysis with R. Chapman and Hall/CRC.
3. Klein, J. P., and Moeschberger, M. L. (2003). Survival Analysis: Techniques for Censored and Truncated Data, 2nd Edition, New York: Springer.
4. Vaman, H. J., and Tattar, P. (2022). Survival Analysis. Chapman and Hall/CRC.

الف: عنوان درس به فارسی: علم داده‌ها در تحلیل قابلیت اعتماد			
عنوان درس به انگلیسی:	Data Science for Reliability Analysis	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت: ۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب: هدف کلی:

۱. آشنایی با انواع داده‌های موجود در صنعت شامل داده‌های آزمایشگاهی و داده‌های میدانی

۲. استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای مدل‌سازی، تحلیل داده، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری در مسائل مهندسی قابلیت اعتماد

پ) سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم مقدماتی : معرفی معیارهای سالخوردگی در قابلیت اعتماد

۲. معرفی انواع داده‌های قابلیت اعتماد: داده‌های طول عمر، انواع سانسور شامل سانسور راست و چپ، سانسور گروهی، سانسورهای تصادفی وسایر مباحث مربوط، داده های آزمایشگاهی، آزمون‌های شتابیده و انواع مدل های شتابیده، داده های وارانتی و انواع مدل‌های احتمالی و آماری وارانتی

۳. روش‌های پارامتری و ناپارامتری در تحلیل داده‌ها

۴. مقدمه‌ای بر یادگیری ماشین در قابلیت اعتماد

۵. روش‌های مبتنی بر مدل (ماکسیمم درستنمایی، انتخاب مدل)، روش‌های مبتنی بر مدل برای پایش سلامت تجهیزات و پیش بینی قابلیت اعتماد

۶. روش های مبتنی بر داده (شبکه‌های عصبی، شبکه های عصبی عمیق، جنگل تصادفی و ماشین بردار پشتیبان)

۷. بهینه‌سازی تصمیم‌گیری بر اساس تحلیل قابلیت اعتماد (فرآیند تصمیم‌گیری مارکوف، یادگیری تقویتی)

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

ارائه مطالب سرفصل توسط استاد، ارائه مقالات مرتبط و به روز توسط دانشجویان، پیاده سازی و اجرای برنامه ها با استفاده از نرم افزار R یا Python، پروژه پژوهشی دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

ارائه و فعالیت کلاسی (۲۰ درصد)، پروژه عملی (۳۰ درصد)، آزمون میان‌ترم (۲۰ درصد)، آزمون پایان‌ترم (۳۰درصد)

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به ویدیو پروژکتور، سایت کامپیوتری مجهز به نرم افزارهای تحلیلی (R/Python)

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Meeker, W. Q., Escobar, L. A., & Pascual, F. G. (2022). Statistical Methods for Reliability Data. John Wiley & Sons.
2. Modarres, M., Kaminskiy, M. P., & Krivtsov, V. (2016). Reliability Engineering and Risk Analysis: A Practical Guide. CRC press.
3. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement Learning: An introduction. Cambridge: MIT press.
4. Zhao, X., Wu, Q., & Pham, H., (2026). Machine Learning: Algorithms, Python and Applications in Reliability and Engineering Analytics. Springer Nature Switzerland AG.

الف: عنوان درس به فارسی: نظریه اطلاع و کاربردها			
عنوان درس به انگلیسی:	Information Theory and Applications		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■ / مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

هدف این درس ارائه مفاهیم آنتروپی به صورت تحلیلی و بیان کاربرد آن در کدگذاری منبع و کانال، ظرفیت کانال، قضیه‌های شانون، بررسی خواص آماری و احتمالاتی آنتروپی و نقش نظریه اطلاعات در رمزنگاری است.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم بنیادین و اندازه‌گیری اطلاعات

- مفاهیم ریاضی پایه: نمادگذاری، فضای احتمال، متغیرهای تصادفی، امید ریاضی و واریانس (مقدمات آماری مورد نیاز).
- معیارهای اطلاعات: شگفتی و آنتروپی، آنتروپی شرطی و توأم، اطلاعات متقابل، آنتروپی نسبی (KL Divergence).
- روابط اساسی: نابرابری ینسن (Jensen's Inequality) و نامساوی فانو (Fano's Inequality) در چارچوب مفاهیم اطلاعات.

۲. فشرده‌سازی داده‌ها (کدگذاری منبع)

- مبانی کدگذاری: نرخ آنتروپی یک فرآیند تصادفی، مفهوم آنتروپی و قدم زدن تصادفی (Random Walks).
- کدهای بهینه: نامساوی کرفت (Kraft's Inequality)، کدهای بهینه، کدهای هافمن (Huffman)، کدگذاری شانون (Shannon Coding).
- ویژگی‌های نرخ: بررسی خاصیت افراز مجانبی یکنواخت (Asymptotic Equipartition Property) و اهمیت آن.

۳. کانال‌های نویزی و ظرفیت

- مفاهیم کانال: انواع کانال‌ها، خواص آنتروپیک آن‌ها، اطلاعات متقابل کانال.
- ظرفیت کانال: تعریف ظرفیت کانال، خواص ظرفیت کانال.
- قضیه‌های شانون: نابرابری فانو و قضیه مقابل کدگذاری، قضیه کدگذاری شانون (Achievability) و بحث کلی در مورد قضیه‌های شانون.

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی (٪۲۵)، پروژه پایانی (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۲۵)، آزمون پایان ترم (٪۳۰).

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Cover, T.M. and Thomas, J.A. (2022). Elements of Information Theory. 2nd Edition. John Wiley, New York.
2. Emmert-Streib, F. and Dehmer, M. (2009). Information Theory and Statistical Learning. Springer.
3. Fazlollah, M.R. (2012). An Introduction to Information Theory (Dover Books on Mathematics) Kindle Edition.
4. Klusowski, J., Kontoyiannis, I. and Rus, C. (2026). Information Theory, Probability and Statistical Learning. Springer.
5. Suh, C. (2023). Information Theory for Data Science. Emerald Publishing Limited.
6. Tomamichel, M. (2022). Information Theory and its Applications, Lecture Notes.

الف: عنوان درس به فارسی: داده کاوی محاسباتی			
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Data Mining		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■ مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

۱. آشنایی دانشجویان با الگوریتم‌های محاسباتی پایدار و کارآمد برای مسائل اساسی جبر خطی، با تأکید بر کاربردها در داده‌کاوی، یادگیری ماشین و محاسبات علمی

۲. توسعه توانایی تحلیل خطاهای عددی، پایداری الگوریتم‌ها و انتخاب روش مناسب برای مسائل بزرگ‌مقیاس.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه بر جبر خطی عددی: محاسبات نقطه شناور، خطاهای گرد کردن، شرطی‌سازی و پایداری الگوریتم‌ها.

۲. حل مستقیم سیستم‌های خطی: تجزیه LU با محورگیری، تجزیه چولسکی برای ماتریس‌های مثبت معین و روش‌های برای ماتریس‌های تنک.

۳. تجزیه QR: الگوریتم هاوس‌هولدر و گیونز، کاربرد در حل کم‌ترین مربعات و متعامدسازی.

۴. تجزیه مقادیر تکین: محاسبه، خواص جبری و هندسی، کاربردها در PCA، تقریب کم‌رتبه و مسائل رتبه ناقص.

۵. تصویرسازی روی فضاهای برد و پوچ، و حل مسائل کم‌ترین مربعات خطی.

۶. مسائل مقادیر ویژه: روش‌های توانی، الگوریتم QR ، و روش‌های لانکزوس و آرنولدی برای ماتریس‌های بزرگ.

۷. روش‌های تکراری برای دستگاه‌های خطی: یعقوبی، گاوس‌سایدل، آرامش بیش‌بار متوالی، گرادیان مزدوج و پیش‌شرط‌سازی.

۸. روش‌های تکراری پیشرفته: حداقل مانده تعمیم‌یافته، روش‌های زیرفضای کریلف و کاربرد آنها در ماتریس‌های تنک.

۹. الگوریتم‌های تصادفی در جبر خطی عددی (مانند تجزیه مقدار منفرد تصادفی برای داده‌های بزرگ).

۱۰. تحلیل پیچیدگی محاسباتی، پایداری عددی و کاربردها در یادگیری ماشین و داده‌کاوی.

۱۱. پیاده‌سازی عملی برخی از الگوریتم‌ها.

۱۲. مسائل ویژه: حساسیت دستگاه‌های خطی، نظریه اغتشاش و نمونه‌های واقعی از داده‌کاوی.

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

ترکیب سخنرانی‌های تئوری با مثال‌های عملی و پیاده‌سازی کامپیوتری برای تقویت درک الگوریتم‌ها و خطاهای عددی.

ارائه سمینار توسط دانشجویان روی کاربردهای خاص برای یادگیری فعال و ارتباط با مسائل واقعی.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف هفتگی، مشارکت در کلاس و ارائه سمینار (٪۲۰)، پروژه نهایی (٪۲۰): پیاده‌سازی و تحلیل یک الگوریتم پیشرفته روی مسئله واقعی با گزارش نوشته شده. امتحان میان‌ترم (٪۳۰) و نهایی (٪۳۰): تمرکز روی تحلیل تئوری، پایداری و انتخاب روش مناسب

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: کلاسی مجهز به ویدیوپروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Björck, Å. (2015). Numerical Methods in Matrix Computations, Springer.
2. Cleve, J. and Lämmel, U. (2026). Data Mining: Data Analysis for Artificial Intelligence. De Gruyter.
3. Golub, G.H. and Van-Loan C.F. (2013). Matrix Computations, 4th Edition, Johns Hopkins University Press.
4. Raja, R., Nagwanshi, K.K., Kumar, S. and Laxmi. K.R. (2022). Data Mining and Machine Learning Applications. Wiley.
5. Stewart, G.W. (1998). Matrix Algorithms, Volume I: Basic Decompositions, SIAM.
6. Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., Pal, C. J., and Foulds, J. (2025). Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques (5th ed.). Morgan Kaufmann.

الف: عنوان درس به فارسی: بهینه‌سازی در علم داده‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Optimization for Data Science		
دروس پیش‌نیاز:	–		
دروس هم‌نیاز:	-		
تعداد واحد:	۴	حل تمرین:	
تعداد ساعت:	۶۴		
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			

نوع درس و واحد			
نظری ■	پایه □		
عملی □	تخصصی الزامی □		
نظری-عملی □	تخصصی اختیاری ■		
	پروژه/ رساله / پایان‌نامه □		
	مهارتی-اشتغال پذیری □		
مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است □	مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

هدف این درس آشنایی با مبانی نظری و روش‌های نوین در بهینه‌سازی و کاربردهای آن در علم داده‌ها است. علاوه بر این با الگوریتم‌های عددی برای حل مسائل بهینه سازی آشنا می شوند.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مجموعه‌ها و توابع محدب (مجموعه‌های محدب و مستوی، ابرصفحه‌های جداساز و تکیه‌گاه، نامساوی‌های تعمیم‌یافته، مخروط دوگان، توابع مزدوج، توابع شبه محدب، توابع لگاریتم‌محدب و لگاریتم‌مقعر)

۲. مسائل بهینه‌سازی محدب (بهینه‌سازی محدب، مسائل بهینه‌سازی خطی، مسائل بهینه‌سازی درجه دو، برنامه‌ریزی هندسی، بهینه‌سازی برداری)

۳. دوگانی (تابع دوگان لژاندر، مساله دوگان لژاندر، تعبیر هندسی، تعبیر نقطه زینی، شرایط بهینگی، اختلال و تحلیل حساسیت، قضایای دگرین)

۴. مسائل هندسی (تصویر روی یک مجموعه، فاصله مجموعه‌ها، فاصله اقلیدسی و مسائل زاویه، بیضی‌گون‌های با حجم بیشینه یا کمینه، مرکزیابی، دسته‌بندی، جایابی)

۵. کمینه‌سازی نامقید (مسائل کمینه‌سازی نامقید، روش‌های کاهشی، روش کاهشی گرادیان، روش تندترین کاهش، روش نیوتن، self-concordance، پیاده‌سازی)

۶.. کمینه‌سازی با قید تساوی (مسائل کمینه‌سازی با قید تساوی، روش نیوتن با قید تساوی، روش نیوتن با نقطه شروع نشدنی، پیاده‌سازی)

۷. روش‌های نقطه درونی (مسائل کمینه‌سازی با قید نامساوی، تابع مانعی لگاریتمی و مسیر مرکزی، روش‌های مانعی، شدنی بودن و روش‌های فاز ۱، تحلیل پیچیدگی، روش‌های نقطه درونی اولیه-دوگان، پیاده‌سازی)

۸. روش گرادیانی (روش کاهش گرادیانی، زیرگرادیان، روش کاهش گرادیان تصادفی، توابع لیپشیتز، توابع قویاً محدب)

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف: ارائه سمینار توسط دانشجویان در ارتباط با موضوع های جدید مطرح شده در پژوهش‌ها در ارتباط با مطالب تدریس شده در درس همراه با شرح کاربردهای عملی.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال و انجام پروژه مرتبط (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۴۰) و آزمون پایان ترم (٪۴۰).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: کلاس مجهز به ویدئو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Aggarwal, C.C. (2026). Linear Algebra and Optimization for Machine Learning. 2nd Edition. Springer.
2. Bonnans, J.-F., Gilbert, J.C., Lemarechal C. and Sagastizábal, C.A. (2013). Numerical Optimization: Theoretical and Practical Aspects, Springer.
3. Brunton, S.L. (2026). Optimization: A Bootcamp for Machine Learning, Inverse Problems, and Control. Cambridge University Press.
4. Luenberger, D. G. and Ye, Y. (2016). Linear and Nonlinear Programming, 4th Edition, Springer.
5. Shalev-Shwartz, S. and Ben-David, S. (2014). Understanding Machine Learning from Theory to Algorithms, Cambridge University Press.

الف: عنوان درس به فارسی: هوش مصنوعی پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced AI	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت: ۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

هدف این درس آشنایی دانشجو با تکنیک‌های جستجو و تصمیم‌گیری در هوش مصنوعی مدرن و قابلیت استفاده از آن‌ها برای حل مسئله‌هاست.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مباحث پیشرفته هوش مصنوعی در سه بخش یادگیری، استدلال و برنامه‌ریزی مطرح می‌شود.

۲. دانشجو پس از گذراندن درس باید بتواند عاملی هوشمند طراحی کند که با کنشگری با محیط خواص آن را یادگیری کند، با استدلال خواصی از محیط را که به طور مستقیم قابل دریافت از محیط نیستند را استنتاج کند و یک برنامه‌ریزی برای رسیدن به هدف انجام دهد.

۳. این درس در ادامه درس هوش مصنوعی کارشناسی می باشد و انتظار می رود موارد و سرفصل هایی از کتاب راسل که در هوش مصنوعی کارشناسی با آنها پرداخته نشده است در این درس آموزش داده شوند. مواردی مانند استنتاج در عدم قطعیت (روش بیز و زنجیزه مارکوف)، یادگیری تقویتی؛ مباحث مرتبط با یادگیری ماشین و موارد مرتبط با پردازش زبان طبیعی

۴. به عنوان مباحث به روز ایجاد عامل هوشمند با استفاده از مدل های بزرگ زبانی نیز می تواند در این درس مطرح شود.

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

ترکیب سخنرانی‌های تئوری با مثال‌های عملی و پیاده‌سازی کامپیوتری برای تقویت درک الگوریتم‌ها و نحوه پیاده سازی آنها

ارائه سمینار توسط دانشجویان روی کاربردهای خاص برای یادگیری فعال و ارتباط با مسائل.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی (٪۲۵)، پروژه پایانی (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۲۵)، آزمون پایان ترم (٪۳۰).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: کلاس مجهز به ویدیو پروژکتور- در صورت امکان کارگاه کامپیوتر

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Gelfond, M. and Yulia, K. (2014). Knowledge Representation, Reasoning, and the Design of Intelligent Agents: The Answer-set Programming Approach. Cambridge University Press.
2. Poole, D.L. and Mackworth, A.K. (2010). Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents, Cambridge University Press.
3. Russel S. and Norvig, P. (2022). Intelligence, Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4th Edition, Prentice-Hall.
4. Shi, Z. (2026). Advanced Artificial Intelligence. 2nd Edition. World Scientific.

الف: عنوان درس به فارسی: پردازش زبان‌های طبیعی			
عنوان درس به انگلیسی:	Natural Language Processing	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
	حل تمرین:	پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

هدف این درس آشنایی با پردازش زبان‌های طبیعی است.

پ) سرفصل‌ها:

۱. پردازش زبان سنتی (روش های قبل از شبکه عصبی)

۲. آشنایی با شبکه عصبی و شبکه عصبی پیچشی

۳. مدل ترنسفرمر

۴. مدل های زبانی

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

ترکیب سخنرانی‌های تئوری با مثال‌های عملی و پیاده‌سازی کامپیوتری برای تقویت درک الگوریتم‌ها و نحوه پیاده سازی آنها

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی (٪۲۵)، پروژه پایانی (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۲۵)، آزمون پایان ترم (٪۳۰).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به ویدیوپروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Eisensstein, J. (2019). Natural Language Processing, MIT Press.
2. Jurafsky, D. and Martin, J.H. (2026). Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition, with Language Models. 3rd ed, Pearson Prentice.
3. Haralambous. Y. (2024). A Course in Natural Language Processing. Springer Cham.
4. Nugues, P.M. (2024). Python for Natural Language Processing Programming with NumPy, scikit-learn, Keras, and PyTorch. Springer Cham.

الف: عنوان درس به فارسی: یادگیری ماشین احتمالاتی			
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■ / مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

توسعه توانایی تحلیل، پیاده‌سازی و ارزیابی مدل‌های یادگیری ماشین برای حل مسائل پیچیده و بزرگ‌مقیاس، با تأکید بر جنبه‌های نظری و عملی.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مرور مفاهیم پایه یادگیری ماشین: یادگیری نظارت‌شده (رگرسیون خطی، لجستیک، درخت تصمیم)، یادگیری نظارت‌نشده (خوشه‌بندی k-میانگین، تحلیل مؤلفه‌های اصلی)، ارزیابی مدل‌ها، سوگیری-واریانس، اعتبارسنجی متقاطع.

۲. روش‌های هسته‌ای: ماشین‌های بردار پشتیبان، توابع هسته و کاربرد در طبقه‌بندی غیرخطی.

۳. روش‌های گروهی و خلاصه‌سازی: Bagging، تقویت (آدابوست، تقویت گرادیانی)، جنگل تصادفی.

۴. پیش‌بینی ساختاری: مدل‌های مارکوف پنهان، زمینه‌های تصادفی شرطی.

۵. کاهش بعد و تخمین در ابعاد پایین: تحلیل مؤلفه‌های اصلی، نمایش کم‌بعدی همسایگی تصادفی، یادگیری منیفولد، تخمین چگالی.

۶. بهینه‌سازی در داده‌های بزرگ: گرادیان کاهشی و انواع آن، روش‌های توزیع‌شده و موازی.

۷. یادگیری توزیع‌شده و بزرگ‌مقیاس: الگوریتم‌های مقیاس‌پذیر برای داده‌های حجیم.

۸ . یادگیری طیفی: روش‌های مبتنی بر تجزیه طیفی برای خوشه‌بندی و جاسازی.

۹. یادگیری بیزی: استنباط بیزی، مدل‌های احتمالاتی گرافی، استنباط تقریبی.

۱۰. طبقه‌بندی چندکلاسه و چندبرچسبه، انطباق دامنه و حذف سوگیری.

۱۱. انتقال یادگیری، یادگیری نیمه‌نظارت‌شده، یادگیری فعال و پیش‌بینی سری زمانی.

۱۲. یادگیری حافظ حریم خصوصی: حریم خصوصی تفاضلی، یادگیری فدرال؛ پروژه‌های عملی روی مجموعه‌داده‌های واقعی.

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

ترکیب سخنرانی‌های تئوری با مثال‌های عملی و پیاده‌سازی کامپیوتری برای تقویت درک الگوریتم‌ها. ارائه سمینار توسط دانشجویان روی کاربردهای خاص برای یادگیری فعال و ارتباط با مسائل واقعی.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی (٪۲۵)، پروژه پایانی (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۲۵)، آزمون پایان ترم (٪۳۰).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: کلاسی مجهز به ویدیوپروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Botev, Z., Kroese, D.P. and Taimre, T. (2026). Data Science and Machine Learning Mathematical and Statistical Methods. 2nd Edition. Chapman & Hall.
2. Chen, J.T., Chen, L.Y. and Lee, C. (2024). Statistical Prediction and Machine Learning. CRC Press.
3. Murphy, K.P. (2022). Probabilistic Machine Learning: An Introduction. MIT Press.
4. Rokach, L., Maimon, O. and Shmueli, E. (2023). Machine Learning for Data Science Handbook: Data Mining and Knowledge Discovery Handbook. Springer.
5. Yehoshua, R (2026). Machine Learning Foundations, Vol. I: Supervised Learning. Pearson Education, Inc.

الف: عنوان درس به فارسی: یادگیری عمیق			
عنوان درس به انگلیسی:	Deep Learning	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	یادگیری ماشین	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
	حل تمرین:	پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐

ب) هدف کلی:

۱. ارائه دانش نظری و عملی در مورد معماری‌های مختلف شبکه‌های عصبی عمیق.

۲. آموزش مهارت‌های لازم برای طراحی، آموزش، ارزیابی و بهینه‌سازی مدل‌های یادگیری عمیق برای مسائل واقعی است.

اهداف ویژه:

درک مفاهیم پایه‌ای شبکه‌های عصبی مصنوعی و یادگیری عمیق، توانایی پیاده‌سازی شبکه‌های پیش‌خور، کانولوشنی و بازگشتی، آشنایی با مباحث پیشرفته مانند تولید داده، یادگیری انتقالی و توجه، کاربرد یادگیری عمیق در حوزه‌هایی مانند بینایی کامپیوتر و پردازش زبان طبیعی.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر یادگیری عمیق و تاریخچه آن.

۲. مبانی شبکه‌های عصبی: نورون مصنوعی، توابع فعال‌ساز، انتشار جلو و عقب.

۳. آموزش شبکه‌های عمیق: بهینه‌سازی گرادیان کاهشی، نرخ یادگیری، بیش‌برازش و روش‌های تنظیم، مهندسی ویژگی‌ها، هنجارسازی.

۴. شبکه‌های عصبی کانولوشنی (CNN): معماری، لایه‌های کانولوشن و Pooling، شبکه‌های پیشرفته مانند Inception و ResNet.

۵. شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNN) و حافظه‌های بلندمدت کوتاه (LSTM): مدل‌سازی داده‌های سری زمانی.

۶. معماری‌های مبتنی بر توجه (Attention) و تبدیل‌کننده (Transformer).

۷. مدل‌های مولد: خودکدگذارهای تغییرناپذیر (VAE) و شبکه‌های مولد تخاصمی (GAN).

۸. یادگیری انتقالی و تنظیم دقیق یا Fine tuning.

۹. یادگیری عمیق تقویتی: ترکیب یادگیری تقویتی و یادگیری عمیق.

۱۰. مباحث پیشرفته: معماری‌های عصبی-نمادین، یادگیری خودنظارتی، مدل‌های بزرگ زبانی یا LLM ها، نمونه‌های خصمانه (Adversarial)، شبکه‌های دوگان.

۱۱. پیاده‌سازی عملی با استفاده از چارچوب‌هایی مانند TensorFlow یا PyTorch (ترجیحا PyTorch).

۱۲. کاربردها در بینایی کامپیوتر، پردازش گفتار، پردازش زبان طبیعی، سیستم‌های توصیه‌گر.

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف: ارائه مفاهیم به همراه مثال‌های عملی و کدنویسی در کلاس. تاکید بر انجام پروژه‌های مرحله‌ای و نهایی در حوزه‌های مختلف. استفاده از منابع آنلاین و دیتاست‌های استاندارد برای تمرین عملی.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی (۲۵٪)، پروژه پایانی (۲۰٪)، آزمون میان ترم (۲۵٪)، آزمون پایان ترم (۳۰٪).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به ویدئوپروژکتور و سیستم صدا، دسترسی دانشجویان به رایانه (حتی‌الامکان با GPU) برای انجام پروژه‌ها، استفاده از محیط‌های کدنویسی، دسترسی ابری.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Chollet, F. (2025). Deep Learning with Python. 3nd ed., Manning Publications.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y. and Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
3. Heaton, J. (2015). Artificial Intelligence for Humans, Vol. 3: Deep Learning and Neural Networks. Heaton Research, Inc.
4. Lewis, N. D. (2016). Deep Learning Made Easy With R: A Gentle Introduction for Data Science. CreateSpace Independent Publishing Platform.
5. Ye, X. (2027). Mathematical Foundations of Deep Learning. Chapman & Hall/CRC.

الف: عنوان درس به فارسی: یادگیری تقویتی			
عنوان درس به انگلیسی:	Reinforcement Learning	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	یادگیری ماشین	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت: ۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

۱. آشنایی دانشجویان با الگوریتم‌های محاسباتی پایدار و کارآمد برای مسائل اساسی جبر خطی، با تأکید بر کاربردها در داده‌کاوی، یادگیری ماشین و محاسبات علمی

۲. توسعه توانایی تحلیل خطاهای عددی، پایداری الگوریتم‌ها و انتخاب روش مناسب برای مسائل بزرگ‌مقیاس.

اهداف ویژه:

درک تفاوت یادگیری تقویتی با دیگر الگوهای یادگیری ماشین، توانایی پیاده‌سازی الگوریتم‌های پایه مانند Q-Learning و Policy Gradients، آشنایی با مباحث پیشرفته‌ای مانند یادگیری تقویتی عمیق، یادگیری چندعامله و اکتشاف در برابر بهره‌برداری.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر یادگیری تقویتی: تفاوت با یادگیری نظارت‌شده و نظارت‌نشده، مثال‌های کاربردی.

۲. فرایند تصمیم‌گیری مارکوف(MDP): تعاریف، حالت‌ها، اقدامات، تابع پاداش، تابع ارزش.

۳. برنامه‌ریزی پویا: الگوریتم‌های ارزش‌تکرار و سیاست‌تکرار.

۴. روش‌های مونت‌کارلو: یادگیری مبتنی بر نمونه‌های تجربی.

۵. تفاوت‌های زمانی: الگوریتم‌های SARSA و Q-Learning.

۶. تقریب تابع و یادگیری تقویتی با تقریب خطی.

۷. یادگیری تقویتی عمیق DQN، پیاده‌سازی و چالش‌های آن.

۸. روش‌های مبتنی بر سیاست (Policy Gradients): نظریه و پیاده‌سازی.

۹. الگوریتم‌های Actor-Critic: ترکیب مزایای روش‌های مبتنی بر ارزش و سیاست، معرفی معماری پایه و الگوریتم‌های پیشرفته‌تر مانند A2C/A3C.

۱۰. اکتشاف در یادگیری تقویتی: روش‌های مبتنی بر اعتماد و آنتروپی.

۱۱. یادگیری تقویتی چندعامله: همکاری و رقابت.

۱۲. مباحث انتخابی: یادگیری تقلیدی و تقویتی معکوس، کنترل مبتنی بر مدل، کاربرد یادگیری تقویتی در بینایی کامپیوتر یا پردازش زبان طبیعی، یادگیری تقویتی چندسطحی.

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف: ترکیب سخنرانی‌های تئوری با حل مثال‌های تشریحی و پروژه‌های عملی. استفاده از شبیه‌سازهای محیط‌های استاندارد مانند OpenAI Gym برای درک بهتر الگوریتم‌ها. برگزاری جلسات بحث و ارائه دانشجویان روی مقالات و کاربردهای جدید.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی(٪۲۵)، پروژه پایانی (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۲۵)، آزمون پایان ترم (٪۳۰).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به ویدئوپروژکتور و سیستم صدا، دسترسی دانشجویان به رایانه و اینترنت برای انجام پروژه‌ها، استفاده از محیط‌های شبیه‌سازی نرم‌افزاری.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. François-Lavet, V., Henderson, P., Islam, R., Bellemare, M.G. and Pineau, J. (2018). An Introduction to Deep Reinforcement Learning (Foundations and Trends(r) in Machine Learning). Now Publishers.
2. Mannor, S., Mansour, Y. and Tamar, A. (2026). Reinforcement Learning Foundations. Cambridge University Press.
3. Ris-Ala, R. (2023). Fundamentals of Reinforcement Learning. Springer Cham.
4. Sutton, R. S. and Barto, A.G. (2018). Reinforcement Learning: An Introduction. 2nd Edition. MIT Press.
5. Wiering, M. and Van Otterlo, M. (2012). Reinforcement Learning: State-of-the-Art. Springer.

الف: عنوان درس به فارسی: یادگیری پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Learning		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)			مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■ / مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

هدف این درس آشنایی با موضوعات پیشرفته‌تر در حوزه‌ی یادگیری است. یادگیری منصفانه و اجتناب از سوگیری نسبت به زیرگروه‌های خاص، یادگیری مقاوم نسبت به حملات دشمنانه و استنباط‌های پیش‌رفته تر در مدل‌های یادگیری از قبیل ارایه‌ی بازه‌های اطمینان پیش‌بینی به جای پیش‌بینی نقطه‌ای.

پ) سرفصل‌ها:

۱.یادگیری منصفانه: منابع سوگیری در داده‌های بزرگ، شاخص‌های آماری تبعیض، قضایای توازن و عدم امکان، گروه‌های نابرابر و پیش‌بینی منصفانه، استنباط علی منصفانه
۲.یادگیری دشمنانه: انواع حمله‌ها به فرآیند یادگیری، حمله در زمان تصمیم و راه‌های مقابله، مسموم‌سازی داده و راه‌های مقابله، حمله به شبکه‌های عصبی و راه‌های مقاوم‌سازی
۳.اندازه‌گیری عدم قطعیت و پیش‌بینی تطبیقی: تعویض‌پذیری و بازه‌های اطمینان، پیش‌بینی تطبیقی با مدل‌های احتمالاتی و فراتر از مدل‌های احتمالاتی، پیش‌بینی تطبیقی در یادگیری برخط

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی (٪۲۵)، پروژه پایانی (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۲۵)، آزمون پایان ترم (٪۳۰).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Balasubramanian, V.N., Ho, S-S. and Vovk, V. (2014). Conformal Prediction for Reliable Machine Learning. Elsevier.
2. Barocas, S., Hardt, M., and Narayanan, A. (2023). Fairness and Machine Learning: Limitations and Opportunities. MIT Press.
3. Jo, T. (2021). Machine Learning Foundations: Supervised, Unsupervised, and Advanced Learning. Springer.
4. Joseph. A.D., Nelson, B., Rubinstein, B.I.P., and Tyger, J.D. (2019). Adversarial Machine Learning. Cambridge University Press.
5. Saqr, M. and López-Pernas, S. (2026). Advanced Learning Analytics Methods AI, Precision and Complexity. Springer.

الف: عنوان درس به فارسی: الگوریتم‌های علم داده‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Algorithms for Data Science	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۴ حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

هدف این درس آشنایی با الگوریتم‌های مهم در علم داده‌ها است که ما را قادر می‌سازد تا اطلاعات مفید را در کمترین زمان و با کمترین خطا از داده‌ها به دست آوریم.

پ) سرفصل‌ها:

۱. کاهش بُعد داده‌ها (الگوریتم‌هایی برای به دست آوردن نگاشتی از مجموعه داده‌های با بُعد زیاد به مجموعه‌ای با بُعد پایین‌تر، معرفی الگوریتم‌ها و ساختمان داده مربوط به MapReduce)

۲. استخراج اطلاعات مفید از داده‌ها (معرفی الگوریتم‌هایی برای نمایش مناسب داده‌ها و به دست آوردن اطلاعات پنهان از آن‌ها، روش‌های رگرسیون و برازش تابع، خوشه‌بندی و دسته‌بندی)

۳. پیش‌بینی رفتار داده‌ها (معرفی الگوریتم‌هایی که با بررسی نمونه‌هایی از داده‌ها رفتار داده‌های بعدی از این نوع را پیش‌بینی کند، الگوریتم‌های نزدیک‌ترین همسایه)

۴. بررسی ارتباط و رتبه‌بندی داده‌ها (الگوریتم رتبه‌بندی صفحات)

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی (٪۲۵)، پروژه پایانی (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۲۵)، آزمون پایان ترم (٪۳۰).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Botev, Z., Kroese, D.P. and Taimre, T. (2026). Data Science and Machine Learning Mathematical and Statistical Methods. 2nd Edition. Chapman & Hall.
2. Chatterjee, C. (2022). Adaptive Machine Learning Algorithms with Python. Apress Berkeley, CA.
3. Goodrich, M.T., Tamassia, R. and Goldwasser, M.H. (2013). Data Structures and Algorithms in Python. Wiley.
4. James, G., Witten, D., Hastie, T. and Tibshirani, R. and Taylor, J. (2023). An Introduction to Statistical Learning: with Applications in Python. Springer.
5. Murphy, K. P. (2022). Probabilistic Machine Learning: An Introduction. The MIT Press.
6. Rokach, L., Maimon, O. and Shmueli, E. (2023). Machine Learning for Data Science Handbook: Data Mining and Knowledge Discovery Handbook. Springer.

الف: عنوان درس به فارسی: الگوریتم‌های پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Algorithms	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت: ۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

دانشجو پس از گذراندن این درس با مفاهیم و تکنیک‌های طراحی الگوریتم در مدل‌های محاسباتی مختلف (تصادفی، تقریبی، برخط) آشنا شده و قادر خواهد بود متناسب با ماهیت مسئله و محدودیت‌های منابع (زمان، حافظه، دسترسی به داده)، الگوریتم مناسبی طراحی و تحلیل کند.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مدل‌های محاسباتی و الگوریتمی: حافظه دسترسی تصادفی، حافظه خارجی، جویباری؛ مدل‌های قطعی، تقریبی، تصادفی، برخط و موازی؛ معیارهای ارزیابی (بهترین/بدترین/حالت متوسط، تحلیل سرشکنی، تحلیل رقابتی)، تکنیک‌های تحلیل پیشرفته مانند رابطه‌های بازگشتی و قضیه اصلی برای حل روابط بازگشتی

۲. ساختارهای داده پیشرفته: هرم‌های دودویی، دوجمله‌ای، فیبوناچی و چاق؛ درخت خودتنظیم؛ درخت و آرایه پسوندی و کاربرد در تطابق رشته‌ها.

۳ مروری بر تکنیک‌های طراحی و تحلیل الگوریتم‌ها: تکنیک‌های تقسیم و غلبه، مرتب سازی سریع، یافتن میانه در زمان خطی، الگوریتم‌های حریصانه شامل اصول طراحی، اثبات درستی و مثال‌های کلاسیک فعالیت‌گزینی و کوله‌پشتی کسری؛ برنامه‌ریزی پویا شامل اصول زیرمسئله‌های بهینه، همپوشانی زیرمسئله‌ها، جدول‌سازی پایین‌به‌بالا و بالابه‌پایین با بازسازی جواب، مثال‌های میله‌بری، ضرب زنجیره‌ای ماتریس‌ها و طولانی‌ترین زیرتوالی مشترک؛

۴. نظریه پیچیدگی و سختی مسائل: کلاس‌های قابل حل در زمان چندجمله‌ای، مسائل سخت NP, NP-Hard, Np-Complete؛ روش‌های کاهش و اثبات NP-Hard بودن مسائل (ارضاپذیری، ارضاپذیری سه‌تایی، مجموعه مستقل، پوشش رأس)؛ معرفی کلاس‌های بالاتر، فضای چندجمله‌ای غیرقطعی و قضیه ساویچ؛ مفهوم مسائل PSPACE.

۵ .الگوریتم‌های تقریبی: تعریف ضریب تقریب و دسته‌بندی مسائل از نظر تقریب‌پذیری؛ تکنیک‌های طراحی حریصانه، برنامه‌ریزی خطی و پویا؛ مسائل کلاسیک پوشش مجموعه، پوشش رأس و فروشنده دوره‌گرد ؛ قضایای عدم تقریب‌پذیری؛ طرح‌های تقریبی با ضریب دلخواه و طرح تقریبی کاملاً چندجمله‌ای با مثال کوله‌پشتی؛

۶ .الگوریتم‌های تصادفی: دسته‌بندی لاس‌وگاس و مونته‌کارلو؛ تحلیل احتمال خطا و زمان مورد انتظار؛ مثال‌های شاخص الگوریتم برش کمینه کارگر، تست اول بودن میلر-رابین و ضرب ماتریس‌ها فریوالدز؛ روش احتمالاتی و کاربرد در اثبات وجود جواب (مانند برش بزرگ در گراف)؛ الگوریتم‌های تصادفی برای مسائل برخط و تحلیل رقابتی تصادفی.

۷ .الگوریتم‌های برخط: مفهوم تحلیل رقابتی؛ مقایسه الگوریتم‌های قطعی و تصادفی در مدل برخط.

۸ .مباحث ویژه و پیشرفته (با توجه به زمان باقی‌مانده): الگوریتم‌های جویباری شامل شمارش فراوانی، لحظه‌ها و نمونه‌گیری؛ الگوریتم‌های موازی در مدل ماشین دسترسی تصادفی موازی و الگوریتم‌های ابتدایی؛ تحلیل پیشرفته پیچیدگی و کران‌های پایین ساده.

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۳۵)، آزمون پایان ترم (٪۴۵).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: کلاسی مجهز به ویدیوپروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Cormen, T., Leiserson, C., Rivest, R. and Stein, C. (2022). Introduction to Algorithms. 4th ed., MIT Press.
2. Hromkovic, J. (2004). Algorithmics for Hard Problems. 2nd Edition, Springer.
3. Motwani, R. and Raghavan, P. (1995). Randomized Algorithms, Cambridge University Press.
4. Rokach, L., Maimon, O. and Shmueli, E. (2023). Machine Learning for Data Science Handbook: Data Mining and Knowledge Discovery Handbook. Springer.
5. Saha, S., and Shukla, S. (2026). Algorithms for Smart World Technologies: A Comprehensive Guide to Applications in AI, IoT and Automation for Electrical and Computer Engineers. Wiley.

الف: عنوان درس به فارسی: الگوریتم‌های موازی			
عنوان درس به انگلیسی:	Parallel Algorithms	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۴	حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت: ۶۴		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مبانی نظری و عملی طراحی و تحلیل الگوریتم‌های موازی و حل مسائل سخت.

پ) سرفصل‌ها:

۱.آشنایی با مفاهیم پایه و انگیزه ها: محدودیت‌های فیزیکی و تکنولوژی، دلایل نیاز به پردازش موازی و کاربردهای آن در دنیای واقعی، معرفی سطوح موازات در برنامه‌ها، چالش‌های پردازش موازی (قانوان امدال، قانون گوستافسون و سربارهای موازی‌سازی) و ...

۲. ساختار کامپیوترهای موازی: طبقه‌بندی فلین(SISD, SIMD, MISD, MIMD) ، مدل‌های حافظه (حافظه مشترک و توزیعی شده) و شبکه‌های درون ارتباطی

۳. تحلیل وابستگی داده، تحلیل پیچیدگی الگوریتم‌های موازی و سنجش کارایی

۴. مدل‌های انتزاعی محاسبات موازی: مدل‌های Data Flow، PRAM، BSP، LogP و توسعه الگوریتم‌های همانند Parallel Prefix Sum برای مدل PRAM وتحلیل پیچیدگی‌های آن‌ها

۵. الگوریتم های موازی بر روی مدل‌های حافظه مشترک

۶. الگوریتم های موازی بر روی شبکه‌های همانند Mesh، Torus، Hypercube و بیان مزایا، معایب و تحلیل پیچیدگی آنها.

۷.کاربرد الگوریتم‌های موازی در حل مسائلی همانند مرتب‌سازی، جستجو، الگوریتم های گراف

۸. کاربرد الگوریتم‌های موازی در حل مسائل ریاضی مانند ریشه یابی، ضرب ماتریس‌ها و ...

۹. الگوریتم‌های موازی مدرن و کاربردی در حوزه‌های نوین هوش مصنوعی و یادگیری ماشین

۱۰. معرفی الگوهای برنامه نویسی موازی به شیوه حافظه مشترک (OpenMP)، تبادل پیام (MPI) و برنامه نویسی پردازنده‌های گرافیکی (CUDA).

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی (۲۰٪)- پروژه‌های عملی (۲۰٪)- آزمون میان ترم (۳۰٪) - آزمون پایان ترم (۳۰٪).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

کلاس هوشمند با ویدیوپروژکتور و برد مناسب، دسترسی به سرور محاسباتی یا رایانه‌های مجهز به GPU برای پیاده‌سازی پروژه‌های عملی- نرم‌افزارهای برنامه‌نویسی OpenMP، MPICH، OpenMPI، CUDA Toolkit

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Cormen, T.H., Leiserson, C.E., Rivest, R.L. and Stein, C. (2022). Introduction to Algorithms. 4th eds., MIT Press.
2. Kirk D.B. and Hwu, W.W. (2022). Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach. 4th eds., Morgan Kaufmann.
3. Leighton, F.T. (1992). Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes, Morgan Kaufmann.
4. Parhami, B. (2000). Introduction to Parallel Processing: Algorithms and Architectures, Plenum Press.
5. Rauber, T. and Rünger, G. (2013). Parallel Programming for Multicore and Cluster Systems, 3rd Edition, Springer.
6. Träff, J. L. (2026). Lectures on Parallel Computing. Springer.
7. Trobec, R., Slivnik, B., Bulić, P. and Robič, B. (2018). Introduction to Parallel Computing: From Algorithms to Programming on State-of-the-Art Platforms. Springer.

الف: عنوان درس به فارسی: شبکه‌های عصبی			
عنوان درس به انگلیسی:	Neural Networks	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۴	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
	حل تمرین:	پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

۱. تبیین درک جامعی از اصول، معماری‌ها و کاربردهای شبکه‌های عصبی

۲. تجهیز دانشجویان به درک عمیق تئوری شبکه‌های عصبی و اجرای عملی آن طراحی

اهداف ویژه:

۱. تبیین معماری‌های مختلف شبکه‌های عصبی، از جمله شبکه‌های پیشخور، کانولوشن و شبکه‌های تکراری

۲. کسب مهارت در آموزش و بهینه‌سازی مدل‌های شبکه‌های عصبی با استفاده از تکنیک‌هایی مانند انتشار به عقب، منظم‌سازی و تنظیم ابرپارامتر.

۳. به کارگیری شبکه‌های عصبی برای حل مسائل واقعی در زمینه‌هایی مانند بینایی ماشین، پردازش زبان طبیعی و تحلیل پیش‌گویانه.

۴. بررسی روندها و کاربردهای نوظهور شبکه‌های عصبی، از جمله یادگیری عمیق و یادگیری انتقال.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر شبکه‌های عصبی

۲. پرسپترون چند لایه

۳. شبکه‌های یادگیری

۴. شبکه‌های عصبی پیچشی (CNNs)

۵. شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNNs)

۶. معماری‌های یادگیری عمیق

۷. بهینه‌سازی شبکه عصبی

۸. تفسیرپذیری شبکه عصبی

۹. کاربردهای شبکه‌های عصبی

۱۰. مباحث پیشرفته در شبکه‌های عصبی

۱۱. مفاهیم اخلاقی و اجتماعی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف: ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف تئوری و عملی، ارائه‌های دانشجویی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی (٪۲۵)، پروژه پایانی (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۲۵)، آزمون پایان ترم (٪۳۰).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Aggarwal, C. (2018). Neural Networks and Deep Learning. Springer.
2. Du K-L. and Swamy, M.N.S. (2014). Neural Networks and Statistical Learning. Springer.
3. Ghojogh, B., and Ghodsi, A. (2026). Elements of Deep Learning. Springer.
4. Haykin, S.O. (2008). Neural Networks and Learning Machines. Pearson.
5. Kumar, T.A. and Abraham, A. (2022). Recurrent Neural Networks: Concepts and Applications. CRC Press.
6. Yoav. G. (2022). Neural Network Methods for Natural Language Processing. Springer Nature.

الف: عنوان درس به فارسی: بینائی ماشین			
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Vision	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	دروس پیش‌نیاز:	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	دروس هم‌نیاز:	عملی □
تعداد واحد:	۴ حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی □
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه □	
تعداد ساعت:	۶۴	مهارتی-اشتغال پذیری □	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

معرفی مفاهیم پایه جهت اعطای قدرت ثبت و درک صحنه‌ها به ماشین‌ها با روی‌کرد کاربردهای عملی

اهداف ویژه:

۱ معرفی تئوری و الگوریتم‌های متداول بینایی ماشین و پیاده سازی آنها

۲. توانمند سازی دانشجویان به دانش کافی تئوری و عملی برای طراحی و پیاده سازی پروژه‌های صنعتی بینایی ماشین

پ) سرفصل‌ها:

۱. معرفی مدل هندسی دوربین

۲. رنگ ها

۳. فیلترهای خطی

۴. ویژه‌گیهای محلی تصویر

۵. روشهای پیش پردازش تصویر

۶. روشهای قطعه بندی پایه تصویر

۷. روشهای قطعه بندی پیشرفته

۸. تبدیل ویژگی تغییر ناپذیر (SIFT)

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف: ارائه سرفصل توسط استاد در کلاس، انجام تکالیف عملی، امتحانات میان‌ترم و پایان ترم و پژوهش پایانی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی (٪۲۵)، پروژه پایانی (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۲۵)، آزمون پایان ترم (٪۳۰).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: تابلو و ویدئو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Bradski, G. and Kaebler, A. (2008). Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. O'Reilly Media.
2. Chen, B., and Chen, S. (2026). Machine Vision Technology. Springer Singapore.
3. Gonzalez, R.C. and Woods, R.E. (2008). Digital Image Processing, 3rd eds. Prentice Hall.
4. Sonka, M., Hlavac, V. and Boyle, R. (2015). Image Processing, Analysis, and Machine Vision, 4rd eds, Springer.

الف: عنوان درس به فارسی: مباحث کاربردی در علم داده‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Applied Topics in Data Science	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۴ حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/ مأموریت موسسه نیست ■	مرتبط با مأموریت/ آمایش موسسه است ☐

چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

پ) سرفصل‌ها:

مباحث پیشرفته کاربردی و جدید در علم داده‌ها که با نظر استاد درس و تایید شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده ارائه می‌شود.

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی (٪۲۵)، پروژه پایانی (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۲۵)، آزمون پایان ترم (٪۳۰).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

کتاب‌ها و مقالات در مجله‌های علمی متناسب با مباحث مورد بحث تعیین می‌شوند.

الف: عنوان درس به فارسی: مباحث نظری در علم داده‌ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Theoretical Topics in Data Science	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۴ حل تمرین:	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

پ) سرفصل‌ها:

مباحث پیشرفته نظری و جدید در علم داده‌ها که با نظر استاد درس و تایید شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده ارائه می‌شود.

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی): فعالیت‌های کلاسی (٪۲۵)، پروژه پایانی (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۲۵)، آزمون پایان ترم (٪۳۰).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

کتاب‌ها و مقالات در مجله‌های علمی متناسب با مباحث مورد بحث تعیین می‌شوند.

الف: عنوان درس به فارسی: سمینار			
عنوان درس به انگلیسی:	Seminar	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	–	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	2 حل تمرین:	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	32	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

ب) هدف کلی:

پ) سرفصل‌ها:

مباحث پیشرفته و یا جدید در علم داده‌ها که با نظر استاد درس و تایید شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده ارائه می‌شود.

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

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی (٪۲۵)، پروژه پایانی (٪۲۰)، آزمون میان ترم (٪۲۵)، آزمون پایان ترم (٪۳۰).

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

چ) منابع علمی پیشنهادی:

کتاب‌ها و مقالات در مجله‌های علمی متناسب با مباحث مورد بحث تعیین می‌شوند.