



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



برنامه درسی رشته

علوم و مهندسی اعصاب

Neuroscience and Neuroengineering

مقطع دکتری مستقیم (کارشناسی به دکتری)



گروه بینارشته‌ای
ویژه دانشگاه صنعتی شریف



بازنگری

نام رشته: علوم و مهندسی اعصاب

عنوان گرایش: -

گروه تحصیلی: بینارشته ای

دوره تحصیلی: دکتری مستقیم

زیرگروه تحصیلی: -

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی: دانشگاه صنعتی شریف

تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۱۰/۱۱

برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری مستقیم (کارشناسی به دکتری) رشته علوم و مهندسی اعصاب، در جلسه شماره ۱۷۰ تاریخ ۱۴۰۱/۱۰/۱۱ کمیسیون برنامه ریزی درسی، محتوا و سرفصل رشته های تحصیلی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه صنعتی شریف پذیرفته می شوند، قابل اجرا است.

ماده دو - این برنامه درسی، جایگزین برنامه درسی رشته علوم و مهندسی اعصاب مصوب جلسه ۹۳۶ تاریخ ۱۳۹۹/۱۱/۲۱ شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی می شود.

ماده سه - این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه صنعتی شریف پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می شود.

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

دکتر قاسم عموعابدینی
معاون آموزشی و رئیس کمیسیون



دکتر رضا نقی زاده
مدیر کل دفتر برنامه ریزی آموزش عالی
و دبیر کمیسیون





جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی



دانشگاه صنعتی شریف

برنامه درسی دوره دکتری مستقیم علوم و مهندسی اعصاب

PHD IN NEUROSCIENCE AND NEUROENGINEERING

مقطع دکتری

مشمول بر زمینه‌های:

۱. علوم اعصاب سیستم | systems neuroscience

۲. مهندسی اعصاب | neuro-engineering

تهیه‌کنندگان:

دکتر علی قاضی زاده عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف

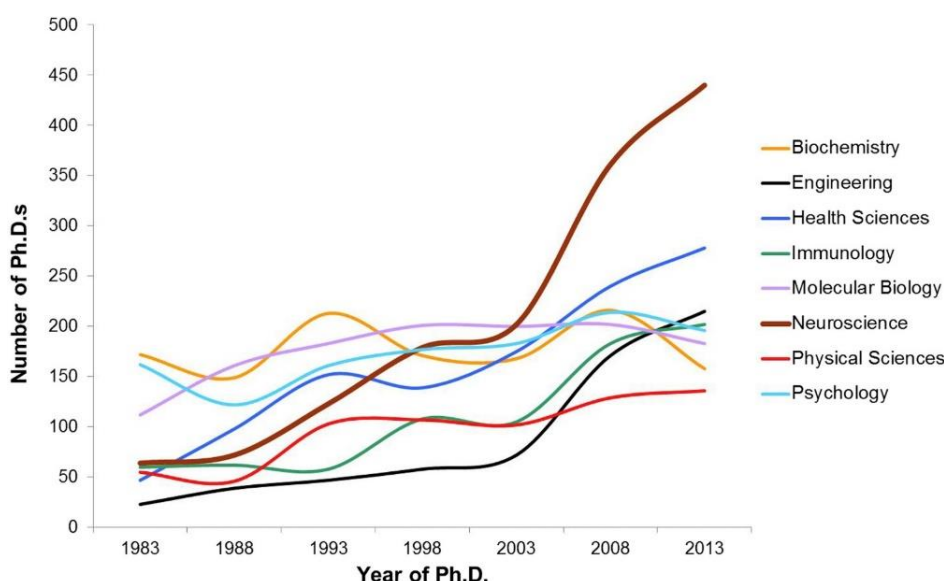


فصل اول
مشخصات کلی دوره



PhD in Neuroscience and Neuroengineering

امروزه رشته علوم و مهندسی اعصاب به عنوان یکی از حوزه‌های استراتژیک علمی مورد توجه بسیاری از مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی کشورهای پیشرفته و در حال توسعه است. به دلیل ساختار بسیار پیچیده مدارهای عصبی، فعالیت نورونی مغز پیچیده‌ترین و در عین حال جذاب‌ترین سیستم دینامیکی را در عصر حاضر به خود اختصاص داده است. فهم عملکرد مدارهای عصبی مغز به دلیل رابطه با هویت انسانی، شناخت علت و درمان انواع بیماری‌های عصبی، توسعه فناوری‌های نوین پزشکی، دفاعی و همچنین بهره‌برداری وسیع اقتصادی در پروژه‌های سلامت و صنایع، مورد توجه کشورهای پیشرفته قرار گرفته است. بدین منظور، پروژه‌های بسیار گسترده با تخصیص بودجه‌های کلان جهت مطالعه فعالیت عملکردی مدارهای عصبی مغز در کشورهای آمریکا (Brain Initiative)، اروپا (Human Brain Project) و نیز کشورهایی نظیر ژاپن (Brain/MIND)، کره، چین و تایوان در حال اجرا است که در حقیقت گویای نقش راهبردی این حوزه در گستره وسیعی از فعالیت‌های علمی و اقتصادی است که مورد توجه سیاستمداران این کشورها قرار گرفته است. لازم به ذکر است، همان‌طور که در شکل ۱- مشاهده می‌شود، این رشته بالاترین نرخ رشد تعداد فارغ‌التحصیلان را بین رشته‌های علوم و مهندسی زیستی به خود اختصاص داده است.



شکل ۱ - رشد نمایی فارغ‌التحصیلان حوزه علوم و مهندسی اعصاب در مقایسه با دیگر رشته‌های زیستی

Akil et al, 2016, Neuroscience Training for the 21st Century, Neuron



برنامه درسی دکتری مستقیم علوم و مهندسی اعصاب

رشته علوم و مهندسی اعصاب متکی بر علوم نوین اعصاب و مهندسی است و دارای ارتباط فرارشته‌ای گسترده با رشته‌های مهندسی پزشکی، مهندسی کامپیوتر، مهندسی برق، مهندسی مکانیک و علوم ریاضی و فیزیک، مهندسی شیمی، شیمی و نیز شاخه‌های علوم تجربی مانند نورولوژی، روان‌پزشکی، نورواناتومی و فیزیولوژی است. لذا در تدوین دروس دوره تحصیلات تکمیلی، آموزش مرتبط در گستره‌ای از این زمینه‌ها مورد توجه قرار گرفته است.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

دوره دکتری مستقیم علوم و مهندسی اعصاب با هدف آموزش تخصصی دانشجویان در حوزه علوم و مهندسی اعصاب با رویکرد ریاضی و با بکارگیری روش‌های مهندسی، چون روش‌های شناسایی سیستم‌ها، روش‌های پردازش داده و در نهایت ارائه مدل‌های ریاضی و محاسباتی از سیستم‌های عصبی، به منظور تحقیقات بنیادی در علوم اعصاب، تحلیل داده‌های علوم اعصاب و نیز تولید سیستم‌ها و تجهیزات تحقیقاتی و درمانی علوم اعصاب و ساخت واسطه‌های عصبی تعریف شده است.

با توجه به گستردگی مباحث حوزه علوم و مهندسی اعصاب و نیاز برای به کارگیری تخصص‌های موجود در دانشکده‌های مختلف دانشگاه و همکاری اساتید علاقه‌مند به اجرای پروژه‌های کلان و ملی، این برنامه از ابتدا با نگاه ایجاد سازوکار همکاری میان دانشکده‌ای طراحی شده است. از جمله این سازوکارها، شرکت اساتید در دانشکده‌های مختلف در تدوین و برنامه‌ریزی دروس این رشته، امکان چرخش دانشجو در بیش از یک دانشکده و امکان ورود دانشجو به این رشته از طریق آزمون ورودی در دانشکده‌های مختلف همکار رشته است. هدف از این دوره تربیت نیروی انسانی متخصص و محقق در دو زمینه اصلی علوم اعصاب سیستم و مهندسی اعصاب (Systems Neuroscience and Neuroengineering) می باشد.



ضرورت و اهمیت

با توجه به اینکه عموم برنامه‌های موفق علوم و مهندسی اعصاب در دنیا متکی به دانشگاه‌های قوی حوزه ریاضی و مهندسی هستند، دانشگاه صنعتی شریف به‌عنوان دانشگاهی ممتاز در حوزه فنی و ریاضی مهندسی، دوره علوم و مهندسی اعصاب را به‌طور متمرکز برای دانشجویان ریاضی و فیزیک و نیز دانشجویان تجربی با توانایی ریاضی قوی طراحی کرده است. این برنامه با اتکا به دانش ریاضی در علوم و مهندسی اعصاب برنامه‌ای منحصر به فرد و متفاوت از برنامه‌های متعدد علوم شناختی، در کشور و دانشکده‌های علوم پزشکی اما با نظر جدی به همکاری با مراکز علوم پزشکی داخل کشور و مراکز تراز اول علوم و مهندسی اعصاب بین‌المللی طراحی شده است. نمونه دانشگاه‌های مرجع در حوزه علوم و مهندسی اعصاب که منبع الهام برنامه پیشنهادی شریف هستند، در جدول ۱- آمده است. (قابل توجه: اکثر این دانشگاه‌ها صاحب برنامه‌های قوی بین‌المللی در حوزه ریاضی و مهندسی هستند) در نهایت این برنامه بعد از بررسی برنامه‌های مشابه اجرا شده در کشور مانند دوره دکتری علوم اعصاب شناختی مصوب سال ۱۳۹۳ وزارت علوم و نیز بازخوردهای اجرای این برنامه‌ها در داخل کشور در دانشگاه‌های شهید بهشتی، پژوهشکده علوم شناختی پژوهشگاه دانشهای بنیادی (IPM)، موسسه آموزش عالی علوم شناختی (ICSS) و نیز برنامه‌های مرتبط در دانشگاه‌های علم و صنعت و دانشگاه‌های علوم پزشکی و با مطالعه دوره‌های مشابه در دانشگاه‌های مرجع در دانشگاه‌های تراز اول آمریکا، اروپا، پس از اعمال اصلاحات لازم جهت تطبیق با شرایط خاص برنامه علوم و مهندسی اعصاب بعد از حدود ۶ ماه کار کارشناسی در دانشگاه صنعتی شریف تهیه شده است.

جدول ۱ - نام و کشور برخی دانشگاه‌هایی که از برنامه‌های آن‌ها در تدوین این مستند استفاده شده است.

نام دانشگاه	کشور
استنفورد	آمریکا
ام ای تی	آمریکا
کلمبیا	آمریکا
کارنگی ملون	آمریکا
برکلی	آمریکا
جانز هاپکینز	آمریکا
هاروارد	آمریکا
سالک انستیتو	آمریکا
مکس پلانک	آلمان
ای پی اف آل	سوئیس
یو سی آل	انگلستان
آکسفورد	انگلستان
پژوهشکده علوم شناختی پژوهشگاه دانش‌های بنیادی	ایران
دانشگاه علم و صنعت (برنامه تدوین شده علوم اعصاب)	ایران
دانشگاه علوم پزشکی تهران	ایران



ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱) - توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس عمومی	۰
دروس پایه	۰
دروس تخصصی	۱۸
دروس اختیاری	۱۲
رساله / پایان نامه	۲۴
سمینار	۲
جمع	۵۶

تبصره: تعداد واحدهای جبرانی مورد نیاز برای دانشجو به تشخیص گروه خواهد بود.

ث) طول دوره و شکل نظام آموزشی

مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

دوره دکتری مستقیم علوم و مهندسی اعصاب به دو مرحله آموزشی و پژوهشی تقسیم می‌شود. مرحله آموزشی با پذیرفته شدن داوطلب در آزمون ورودی و ثبت نام آغاز و پس از گذراندن دروس جبرانی، الزامی و اختیاری با آزمون جامع خاتمه می‌یابد. مرحله پژوهشی بعد از دوره آموزشی آغاز می‌شود و گام اول آن تدوین و دفاع از پیشنهاد رساله دکتری تصویب آن است. مرحله پژوهشی با تدوین و دفاع از رساله دکتری و پذیرش و تصویب آن پایان می‌یابد. با توجه به ضرورت گذراندن دروس جبرانی برای دانشجویان مهندسی که علاقه‌مند به ورود به رشته علوم و مهندسی اعصاب هستند و سنگینی و طول مدت پروژه‌های معمول این رشته، این دوره بصورت دکتری مستقیم از فارغ التحصیلان دوره کارشناسی پذیرش دانشجو خواهد داشت.

طول دوره و ساختار برنامه علوم و مهندسی اعصاب تابع آیین‌نامه ۹۶۱۷۸ وزارت علوم تحقیقات و فناوری مورخ ۱۳۹۱/۵/۲ و آیین‌نامه داخلی هر دانشگاه (بطور مثال آیین‌نامه دانشگاه صنعتی شریف مصوب ۱۳۹۲/۱۱/۳۰) می‌باشد. با در نظر گرفتن این حقیقت که برنامه پیشنهادی دارای ماهیت فرا رشته‌ای است محتوای برنامه پیشنهادی و نیز سایر امور با ماهیت علمی و پژوهشی مربوط به آن توسط شورایی از متخصصین ذی صلاحیت که در زمینه برنامه پیشنهادی پژوهش کرده‌اند- فارغ از آن که عضو کدام دانشکده از دانشگاه باشند- تهیه و تدوین شده و زیر نظر شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده مجری برنامه اجرا می‌شود.

طول مدت تحصیل در دکتری مستقیم حداکثر ۱۱ نیمسال است که تا ۱۳ نیمسال قابل تمدید است. دوره شامل دو بخش آموزشی و پژوهشی است. مجموع واحدهای درسی ۵۶ واحد است که از این میان ۲ واحد مربوط به سمینار و ۲۴ واحد مربوط به رساله دکتری است. قوانین و مقررات حاکم بر دوره از قبیل زمان برگزاری آزمون جامع، پیشنهاد پژوهشی، برگزاری جلسات دفاع و نظایر آن تابع قوانین و مقررات دکتری مستقیم خواهد بود.



مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
دانش‌آموخته این رشته، مسلط به مبانی و مباحث روز علوم اعصاب در حوزه‌های مختلف حسی حرکتی و ادراکی خواهد بود.	علوم اعصاب بینایی علوم اعصاب حرکتی علوم اعصاب پیشرفته
دانش‌آموخته این رشته، توانایی اجرای پروژه‌های تحقیقاتی در حوزه علوم و مهندسی اعصاب با رویکرد سیستم و محاسباتی، و نیز توانایی همکاری در پروژه‌های بالینی با متخصصین مغز و اعصاب را خواهد داشت	سیستم‌های دینامیکی در علوم اعصاب استنتاج علی در علوم اعصاب یادگیری در مغز و ماشین ۱ و ۲
دانش‌آموخته این رشته، توانایی تأسیس و یا همکاری با شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه علوم و مهندسی اعصاب و ساخت تجهیزات پیشرفته این حوزه و نیز تحلیل داده‌های بزرگ عصبی را خواهد داشت.	پردازش سیگنال‌های مغزی EEG سنسورهای سیگنال‌های زیستی و عصبی کنترل حرکتی ابزار دقیق زیست پزشکی مدلسازی سیستم‌های زیستی
مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی	مبانی ریاضی علوم اعصاب اصول طراحی و تحلیل آزمایش تشخیص الگو سیستم‌های فازی
فهم و برقرار ارتباط با رشته‌های بیولوژی مرتبط با حوزه	نوروبیولوژی، نوروشیمی و نوروزنتیک نورواناتومی، رشد و فرگشت سیستم عصبی نوروساینس رفتاری حیوانات
توانایی کار در حوزه‌های میان رشته ای	تصمیم‌گیری و نورواکونومیکس ثبت، تصویربرداری و تحریک مغزی دید کامپیوتری رباتیک پزشکی

با توجه به پیش بینی رشد این حوزه (شکل-۲) برخی حوزه‌ها و صنایع هدف به قرار زیر می‌باشند:
صنعت سلامت: همکاری با روان‌پزشکان و جراحان مغز و اعصاب در درمان بیماری‌های و اختلالات عصبی و توسعه روشهای کار با داده‌های بزرگ پزشکی در این حوزه و تأسیس شرکت‌های دانش‌بنیان این حوزه.

صنعت ابزار تحقیقاتی علوم و مهندسی اعصاب: دستگاه‌های و حسگرهای ثبت رفتاری و مغزی، دستگاه‌های تصویربرداری مانند MEG, fMRI، توسعه تکنولوژی‌های روز نوروساینس^۱ مانند اپتوزنتیک^۲ و اپتیکال ایمجینگ^۳ و تأسیس شرکت‌های دانش‌بنیان در این حوزه.

^۱ Neuroscience

^۲ Optogentic

^۳ Optical imaging



CAGR 3.5%
(2017-2024)



شکل ۲ - رشد ۴٪ بازار علوم و مهندسی

اعصاب با برآورد بازار ۳۴ میلیارد دلار

(منبع: Grandview Research)

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

الف) دانش آموختگان دوره کارشناسی پوسته که تحصیل خود را حداکثر در ۸ نیمسال تحصیلی به پایان رسانده باشند، در صورت داشتن یکی از شرایط زیر می توانند در همان رشته تحصیلی دوره کارشناسی خود از تسهیلات این آیین نامه بهره مند شوند:

۱-۳) دارندگان نشان جهانی المپیادهای دانش آموزی که پس از گذراندن هفت نیمسال تحصیلی به لحاظ میانگین کل حائز رتبه اول تا سوم در میان دانشجویان هم رشته و هم ورودی خود باشند.

۲-۳) دارندگان نشان طلای کشوری المپیادی دانش آموزی که پس از گذراندن هفت نیمسال تحصیلی به لحاظ میانگین کل حائز رتبه اول تا سوم در میان دانشجویان هم رشته و هم ورودی خود باشند

۳-۳) برگزیدگان رتبه های ۱ تا ۲ نهایی المپیادهای علمی - دانشجویی کشوری در هریک از رشته های تحصیلی که پس از هفت نیمسال تحصیلی به لحاظ میانگین کل حائز رتبه اول تا سوم در میان دانشجویان هم رشته و هم ورودی خود باشند.

۳-۴) شرکت کنندگان در آزمون کارشناسی ارشد سازمان سنجش که به لحاظ رتبه آزمون جزء پنج درصد برتر پذیرفته شدگان در زمینه مورد تقاضا باشند.

تبصره ۱: ملاک محاسبه میانگین کل دانشجویان دوره کارشناسی پیوسته که زودتر از ۸ نیمسال تحصیلی دانش آموخته می شوند، تا پایان نیمسال تحصیلی ماقبل آخر می باشد.

تبصره ۲: اسامی حائزین شرایط بند (۳-۴) در رشته های دارای مجوز برگزاری دوره، از طریق درگاه اینترنتی سازمان سنجش اعلام می شود.

ب) سایر ورودیهای این رشته از طریق آزمون کارشناسی ارشد و از رشته هایی که در دفترچه آزمون کارشناسی ارشد هر سال اعلام می شود وارد این دوره خواهند شد

تبصره: دانشجویانی که رشته مقطع قبلی آنان با این رشته غیرمرتبط می باشد بایستی تا ۱۲ واحد را به عنوان دروس جبرانی از میان دروس دوره قبل این رشته را در نیمسال اول تا دوم بگذرانند. انتخاب این دروس به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / موسسه می باشد و بایستی شامل دروسی باشد که دانش پایه و اصلی این رشته را در بر بگیرد. تعداد واحدهای جبرانی نیز به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / موسسه و بر مبنای میزان ارتباط رشته با رشته دوره قبلی دانشجوی می باشد.



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی دروس پایه

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد ۳-۱) واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.									
۲.									
۳.									
۴.									
۵.									
۶.									
۷.									
۸.									
۹.									
۱۰.									

نکته: ساعت آموزش برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت، عملی ۳۲ ساعت، کارگاهی ۴۸ ساعت و کار آموزشی (کارورزی) ۶۴ ساعت است.



جدول (۳) - عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی مشترک زمینه علوم اعصاب سیستم و مهندسی اعصاب

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۳-۱) واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	نورواناتومی، رشد و فرگشت سیستم عصبی	۳	*			۴۸			
۲.	نوروبیولوژی، نوروشیمی و نوروزنتیک	۳	*			۴۸			
۳.	مبانی ریاضی علوم اعصاب	۳	*			۴۸		ریاضی عمومی ۲	
۴.	مبانی علوم اعصاب	۳	*			۴۸			
۵.	آز علوم اعصاب	۱		*			۳۲		مبانی علوم اعصاب



جدول (۴) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی مشترک زمینه علوم اعصاب سیستم و مهندسی اعصاب

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	علوم اعصاب پیشرفته	۳	*			۴۸		مبانی علوم اعصاب	
۲.	اصول طراحی و تحلیل آزمایش	۳	*			۴۸		مبانی ریاضی علوم اعصاب	



جدول (۵) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی زمینه علوم اعصاب سیستم

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد ۳-۱) واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	علوم اعصاب حرکتی	۳	*			۴۸		مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب	
۲.	علوم اعصاب بینایی	۳	*			۴۸		مبانی علوم اعصاب	
۳.	تصمیم گیری و نورواکونومیکس	۳	*			۴۸		مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب	
۴.	حافظه و یادگیری	۳	*			۴۸		مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب	
۵.	نوروساینس رفتاری حیوانات	۳	*			۴۸		مبانی علوم اعصاب	
۶.	ثبت، تصویر برداری و تحریک مغزی	۳	*			۴۸		مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب	



جدول (۶) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی زمینه مهندسی اعصاب

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد) (واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	سیستم‌های دینامیکی در علوم اعصاب	۳	*			۴۸		مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب	
۲.	استنتاج علی در علوم اعصاب	۳	*			۴۸		مبانی ریاضی علوم اعصاب	
۳.	سنسورهای سیگنالهای زیستی و عصبی	۳	*			۴۸		مبانی علوم اعصاب	
۴.	پردازش سیگنالهای مغزی EEG	۳	*			۴۸		مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب	
۵.	شبکه های نورونی	۳	*			۴۸		سیستم‌های دینامیکی در علوم اعصاب	
۶.	یادگیری در مغز و ماشین ۱	۳	*			۴۸		مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب	
۷.	یادگیری در مغز و ماشین ۲	۳	*			۴۸		یادگیری در مغز و ماشین ۱	
۸.	کنترل حرکتی	۳	*			۴۸		مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب	



جدول (۷) - عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری مشترک زمینه علوم اعصاب سیستم و مهندسی اعصاب

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	ابزار دقیق زیست پزشکی	۳	*			۴۸			
۲.	پردازش سیگنال‌های پزشکی	۳	*			۴۸		سیگنال‌ها و سیستم‌ها	
۳.	مدلسازی سیستم‌های زیستی	۳	*			۴۸			
۴.	سیستم‌های تصویرگر پزشکی	۳	*			۴۸		پردازش سیگنال‌های دیجیتال و فرآیندهای اتفاقی	
۵.	اولتراسوند و کاربردهای آن در مهندسی پزشکی	۳	*			۴۸			
۶.	کنترل سیستم‌های زیستی	۳	*			۴۸			
۷.	پردازش تصاویر پزشکی	۳	*			۴۸		سیگنال‌ها و سیستم‌ها	
۸.	تصویربرداری تشدید مغناطیسی MRI	۳	*			۴۸		پردازش سیگنال‌های دیجیتال	
۹.	رباتیک پزشکی	۳	*			۴۸		بسته به نظر استاد	
۱۰.	کنترل سیستم‌های عصبی عضلانی	۳	*			۴۸			
۱۱.	سیستم‌های فازی	۳	*			۴۸			
۱۲.	جداسازی کور منابع	۳	*			۴۸			



برنامه درسی دکتری مستقیم علوم و مهندسی اعصاب

هم نیاز	پیش نیاز	تعداد ساعات		نوع واحد			تعداد واحد (۱-۳) واحد	عنوان درس	ردیف
		عملی	نظری	نظری - عملی	عملی	نظری			
	پردازش سیگنالهای دیجیتال		۴۸			*	۳	فرآیندهای اتفاقی	۱۳.



فصل سوم

ویژگی‌های دروس



عنوان درس به فارسی: نوروآناتومی، رشد و فرگشت سیستم عصبی		عنوان درس به انگلیسی: Neuroanatomy, Development and Evolution of the Nervous System	
نوع درس و واحد			
نظری ☒ پایه ☐	ندارد	دروس پیش نیاز:	
عملی ☐ تخصصی ☐	ندارد	دروس هم نیاز:	
نظری-عملی ☐ اختیاری ☐	۳	تعداد واحد:	
رساله / پایان نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:	

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

هدف کلی:

در این درس، دانشجویان با کارکرد و ساختار سیستم عصبی انسان و دیگر نخستینیان آشنا می‌شوند و امکان تحلیل برخی اختلالات بالینی عصبی را می‌یابند. به علاوه با مراحل تشکیل سیستم عصبی در طول رشد جنین و نیز تغییرات عمده این سیستم در طی فرگشت آشنا خواهند شد.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی کامل با ساختار مغزی و اتصالات بین نواحی

۲. نقش فیزیولوژی هر بخش

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با انواع سلولها و بافت شناسی سیستم عصبی
۲. آشنایی با بخش‌های عمده سیستم عصبی و تشکیل آنها در طی رشد جنین
۳. نخاع، بصل النخاع، مغز پشته، میانی و قدامی
۴. اعصاب جمجمه‌ای، سمپاتیک و پاراسمپاتیک
۵. بطنها، عروق و پرده‌های مغزی
۶. هیپوتالاموس، تالاموس، آمیگدال، هسته‌های قاعده‌ای و مخچه
۷. قشر مغز (باستانی، قدیم و جدید)
۸. سیستم لیمبیک
۹. ساختار مقایسه‌ای مغز
۱۰. تکامل هماهنگ در مقابل تکامل موزاییکی
۱۱. تکامل نئوکورتکس
۱۲. تکامل بخش‌ای مغز و ارتباطات میان آنها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از اشکال و ویدیوهای کمک آموزشی، مراجعه به آزمایشگاه‌های تشریح مغز

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال بر اساس نظر استاد

آزمون پایان نیم‌سال بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Kiernan, J. A., & Barr, M. L. (۲۰۱۳). *Barr's the human nervous system: an anatomical viewpoint*. Lippincott Williams & Wilkins.
۲. Nolte, J. (۲۰۰۹). The human brain: an introduction to its functional anatomy. In *The human brain: an introduction to its functional anatomy* (pp. ۳۲۲-۳۲۲).
۳. Diamond, Scheibel & Elson, Harper & Row, (۱۹۸۵). *Human Brain Coloring Book*
۴. DeArmond, S. J., Fusco, M. M., & Dewey, M. M. (۱۹۸۹). *Structure of the human brain: a photographic atlas*. Oxford University Press.
۵. Georg F. Striedter, ۲۰۰. Principles of brain evolution



عنوان درس به فارسی: <i>نوروبیولوژی، نوروشیمی و نوروزنتیک</i>		عنوان درس به انگلیسی: <i>Neurobiology, Neurochemistry and Neurogenetics</i>	
نوع درس و واحد			
☒ نظری	☐ پایه	ندارد	دروس پیش نیاز:
☐ عملی	☐ تخصصی	ندارد	دروس هم نیاز:
☐ نظری-عملی	☐ اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

در این درس، دانشجویان به طور سیستماتیک با مبانی سلولی و مولکولی نوروبیولوژی و نوروشیمی آشنا می‌شوند. به علاوه، مکانیزم ژنتیک مؤثر در فعالیت مغز و اختلالات عصبی مورد بررسی قرار خواهند گرفت و تحقیقات مهم نوروزنتیک در نرم تنان و نیز پستانداران ارائه و بحث خواهد شد. تمرکز اصلی درس بر علم روز سیگنالینگ نورونی و شبکه ژنتیک مؤثر در حوزه نوروساینس سیستم و رفتاری خواهد بود.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مبانی سلولی و مولکولی علوم اعصاب
۲. آشنایی با نقش پروسه های سلولی در فعالیت عصبی و رفتاری

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مروری بر مباحث مرتبط با ساختار و فعالیت متابولیکی سلول عصبی، ساختار و عملکرد غشای سلولی، انواع کانالهای یونی و فعالیت الکتریکی سلول
۲. مروری بر مبانی سیگنالینگ نورونی، هسته سلول، ساختار کروماتین و بیان ژنها
۳. کنترل ژنتیکی در نورونها و تاثیر آن در ساختار و عملکرد سلولی
۴. نوروترنسمیترها، داروهای مربوطه و اختلالات مرتبط مانند پارکینسون و افسردگی
۵. نوروبیولوژی سلولی و مولکولی یادگیری و حافظه
۶. نوروبیولوژی سلولی و مولکولی انگیزش، پاداش، و حافظه کاری
۷. مدل‌های حیوانی اختلالات عصبی (مدلهای ژنتیکی و فارماکولوژیک و غیره)
۸. مداخلات نوروزنتیک و کاربرد آنها در علوم اعصاب (ناک -اوت، اپتوزنتیک)
۹. تحلیل شبکه‌های ژنی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از اشکال و ویدیوهای کمک آموزشی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
آزمون پایان نیم‌سال
بر اساس نظر استاد
بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Benarroch, E. E. (۲۰۲۱). *Neuroscience for Clinicians: Basic Processes, Circuits, Disease Mechanisms, and Therapeutic Implications*. Oxford University Press.
۲. Trimble, M. (۲۰۰۲). *Molecular neuropharmacology, a foundation for clinical neuroscience*: Edited by Eric J Nestler, Steven E Hyman, and Robert C Malenka. Published by McGraw-Hill, New York, ۲۰۲۰.
۳. Pfaff, D. W., Volkow, N. D., & Rubenstein, J. L. (Eds.). (۲۰۲۲). *Neuroscience in the 21st century: from basic to clinical*. Springer Nature.
۴. Palladino, M. A., Klug, W. S., Cummings, M. R., & Spencer, C. A. (۲۰۱۵). *Concepts of Genetics PDF eBook*. Pearson Higher Ed.



عنوان درس به فارسی:		مبانی ریاضی علوم اعصاب	
عنوان درس به انگلیسی:		Mathematical Foundations of Neuroscience	
دروس پیش نیاز:	ریاضی عمومی ۲	نوع درس و واحد	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:	ندارد	تخصصی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه ☐	

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

هدف کلی:

هدف اصلی این درس، آشنایی با ابزارهای مختلف برای تحلیل داده‌های مشاهده شده از مغز است. از جمله این ابزارها، می‌توان به تئوری تخمین (MLE و MAP)، تئوری آشکارسازی سیگنال، تئوری اطلاعات (آنتروپی، اطلاعات متقابل)، تحلیل سری‌های زمانی، طبقه‌بندی و جبر خطی اشاره کرد.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مبانی ریاضی مورد نیاز برای تحلیل داده‌های علوم اعصاب
۲. آشنایی با مبانی آماری مورد نیاز برای تحلیل داده‌های علوم اعصاب

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. (جبر خطی) ترکیب خطی، پیمای خطی، فضای پوچ، فضای ستونی، پایه و بعد، جواب کمترین مربعات، تعامدسازی خصوصیات دترمینان، بردار ویژه و مقدار ویژه، ماتریس‌های معین مثبت تغییر پایه، تجزیه مقدار ویژه، تجزیه مقدار منفرد
 ۲. مروری بر آمار و احتمال
 ۳. تئوری اطلاعات آنتروپی، اطلاعات متقابل
 ۴. تئوری تخمین (MAP, ML)، زنجیره مارکوف مونت کارلو، فیلتر کالمن
 ۵. آزمون فرض (قانون تصمیم‌گیری بیز، قانون تصمیم‌گیری minimax، قانون تصمیم‌گیری Neyman-Pearson، آزمون فرض مرکب)
 ۶. آشکارسازی سیگنال زمان گسسته (مدل و ساختارهای آشکارسازی، آشکارساز دنباله‌ای، آشکارساز تغییرات سریع)
 ۷. طبقه‌بندی و رگرسیون (طبقه‌بند خطی، رگرسیون خطی، ماشین بردارهای پشتیبان، درخت‌های تصمیم‌گیری، یادگیری گروهی، شبکه عصبی)
 ۸. پردازش سیگنال آنالوگ و دیجیتال
 ۹. معادلات دیفرانسیلی معمولی (ODE) خطی سازی و حل معادلات دیفرانسیل خطی، پایداری جواب‌های ODE، توابع لیپانوف
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: تدریس و مثال‌های معمول در دروس ریاضی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
بر اساس نظر استاد
آزمون پایان نیم‌سال
بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Kass, R. E., Eden, U. T., & Brown, E. N. (۲۰۱۴). *Analysis of neural data* (Vol. ۴۹۱). New York: Springer.
۲. Poor, H. V. (۲۰۱۳). *An introduction to signal detection and estimation*. Springer Science & Business Media.
۳. Thomas, M. T. C. A. J., & Joy, A. T. (۲۰۰۶). *Elements of information theory*. Wiley-Interscience.
۴. Strang, G., Strang, G., Strang, G., & Strang, G. (۲۰۰۶). *Introduction to linear algebra* (Vol. ۳, p. ۴۵). Wellesley, MA: Wellesley-Cambridge Press.



برنامه درسی دکتری مستقیم علوم و مهندسی اعصاب

عنوان درس به فارسی:		مبانی علوم اعصاب	
عنوان درس به انگلیسی:		Foundation of Neuroscience	
دروس پیش نیاز:	ندارد	پایه	نظری
دروس هم نیاز:	ندارد	تخصصی	عملی
تعداد واحد:	۳	اختیاری	نظری-عملی
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه	

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

هدف کلی:

این درس مقدمه‌ای جامع از علوم اعصاب سلولی سیستم و رفتاری برای دانشجویان با پیش زمینه ریاضی است. دانشجویانی که با موفقیت این درس را بگذرانند، از پیش زمینه کامل جهت ادامه تحصیل در حوزه‌های علم اعصاب برخوردار خواهند بود و خواهند توانست با موضوعات روز در این رشته به طور اجمالی ارتباط برقرار کنند. این درس پیشنهاد درس علوم اعصاب پیشرفته خواهد بود که به صورت عمیق تر به چند حوزه از علوم اعصاب و مدل های تئوریک می پردازد.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مبانی علوم اعصاب سیستم
۲. آشنایی با مبانی علوم اعصاب محاسباتی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدماتی از مغز و روان و فلسفه ذهن
 ۲. نورون، فعالیت نورونی و پتانسیل عامل
 ۳. ارتباط سیناپسی، نوروترنسمیترها و پتانسیل سیناپسی
 ۴. مدل های کانال یونی و مدل کابل
 ۵. کلیات مدارهای حسی حرکتی و ادراکی در مغز
 ۶. کلیات مدارهای قشری و زیر قشری
 ۷. بررسی سیستمهای بینایی، حرکت چشم، توجه، شنوایی، گفتاری، تصمیم گیری، حافظه و یادگیری انگیزه و احساسات
 ۸. روش های ثبت مغزی: الکتروفیزیولوژی، تصویربرداری
 ۹. روش های مداخلات عصبی: تحریک الکتریکی، مغناطیسی، نوری و شیمیایی
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: مثالهای مناسب برای مشاکت دانشجویان در تستهای رفتاری و آرایه و دیوهای نمونه فعالیت نورونهای و اختلالات رفتار در هر موضوع

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال بر اساس نظر استاد
- آزمون پایان نیم سال بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (۲۰۱۳). Principles of Neural Science, Fifth Editon. In *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill Education.



عنوان درس به فارسی:		آز علوم اعصاب	
عنوان درس به انگلیسی:		Neuroscience Lab	
دروس پیش نیاز:		ندارد	
دروس هم نیاز:		مبانی علوم اعصاب	
تعداد واحد:		۱	
تعداد ساعت:		۳۲	
نوع درس و واحد			
☐ نظری	☐ پایه		
☒ عملی	☒ تخصصی		
☐ نظری-عملی	☐ اختیاری		
رساله / پایان نامه			

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

هدف کلی:

در این درس، دانشجویان به اجرای عملی آزمایشات نوروساینس و کار با داده‌های حوزه‌های مختلف و نرم افزارهای مطرح علوم اعصاب خواهند پرداخت.

اهداف ویژه:

۱. تجربه عملی در انجام آزمایش
۲. تجربه عملی در تحلیل آزمایش

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. طراحی و آنالیز تسک‌های سایکوفیزیک
۲. یادگیری و کار با سایک تولباکس
۳. آنالیز داده رگرشن و آنوا
۴. کار با داده های EEG و پردازش و پیش پردازش با نرم افزارهایی چون EEGLAB
۵. مکانیابی منابع مغزی با تولباکس‌هایی چون Fieldtrip
۶. آنالیز داده‌های fMRI با نرم افزارهایی چون FSL, SPM و AFNI
۷. آنالیز داده‌های fNIRS
۸. طراحی آزمایشات رفتاری در واقعیت مجازی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: آموزش اصول انجام آزمایش و نرم افزارهای مورد استفاده و نیز تعریف پروژه‌های مرتبط و هدایت دانشجویان در آزمایشات و تحلیل‌های مرتبط

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
آزمون پایان نیم‌سال
بر اساس نظر استاد
بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: دستگاه‌های معمول در آزمایشگاه‌های رفتاری مانند دستگاه‌های EEG، EMG، ردیاب چشم واقعیت مجازی کامپیوتر برای تست‌های رفتاری

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Huettel, S. A., Song, A. W., & McCarthy, G. (۲۰۰۴). *Functional magnetic resonance imaging* (Vol. ۱). Sunderland: Sinauer Associates.
۲. Prins, N. (۲۰۱۶). *Psychophysics: a practical introduction*. Academic Press.
۳. Wolfe, J. M., Kluender, K. R., Levi, D. M., Bartoshuk, L. M., Herz, R. S., Klatzky, R. L., ... & Merfeld, D. M. (۲۰۰۶). *Sensation & perception* (pp. ۲۴۲-۲۴۵). Sunderland, MA: Sinauer.
۴. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (۲۰۱۳). *Principles of Neural Science*, Fifth Edition. In *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill Education.
۵. Neter, J., Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., & Wasserman, W. (۲۰۰۵). *Applied linear statistical models*.
۶. Anderson, M., & Whitcomb, P. (۲۰۰۱). *Design of experiments: statistical principles of research design and analysis*.
۷. Oehlert, G. W. (۲۰۱۰). *A first course in design and analysis of experiments*.



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

این درس تحصیلات تکمیلی در حوزه علوم اعصاب سیستم است. دانشجویان در این درس به صورت تفصیلی چندین حوزه در سیستم نوروساینس را مورد مطالعه قرار خواهند داد. به علاوه مدل های تئوریک روشهای محاسباتی روز دنیا در هر حوزه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. یادگیری نقادی و ارزیابی مقالات علمی در این حوزه ها، از دیگر فعالیت دانشجویان خواهد بود. در این درس انتظار می رود که دانشجو وارد یک پروژه واقعی و یا شبیه سازی نوروساینس شود و از اولین مرحله طراحی آزمایش تا تحلیل داده و نوشتن مقاله را تمرین کند.

۱. آموزش مطالعه و تحلیل مقالات منتشره حوزه علوم اعصاب
۲. انجام آنالیزهای پیشرفته برای تحلیل نتایج آزمایشات

۱. کد ترکیبی در مقابل کد زمانی نورونها
۲. کوریلیشن نویز نورونی
۳. مدارهای مغزی و مدل‌های تجمیع شواهد و تصمیم‌گیری
۴. مدارهای مغزی و مدل‌های یادگیری با پاداش
۵. مدارهای مغزی و مدل‌های توجه
۶. مدل‌های جستجو بینایی
۷. مدارهای انگیزه و احساسات
۸. ساختار تقسیم‌بندی معنوی اشیاء در کورتکس بینایی
۹. مکانیزم شنوایی و یادگیری ارتباط صوتی
۱۰. fMRI روش‌های تک متغیره در مقابل چند متغیره
۱۱. مهندسی اعصاب: روش‌های ایته‌نتیک و کیمونتیک

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
بر اساس نظر استاد

آزمون پایان نیم‌سال
بر اساس نظر استاد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

١. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (٢٠١٣). Principles of Neural Science, Fifth Edition. In *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill Education.
٢. Dayan, P., & Abbott, L. F. (٢٠٠٣). Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(١), ١٥٤-١٥٥.
٣. Koch, C. (٢٠٠٤). *Biophysics of computation: information processing in single neurons*. Oxford university press.
٤. Koch, C., & Segev, I. (Eds.). (١٩٩٨). *Methods in neuronal modeling: from ions to networks*. MIT press.
٥. Shadmehr, R., & Wise, S. P. (٢٠٠٤). *The computational neurobiology of reaching and pointing: a foundation for motor learning*. MIT press.
٦. Montague, P. R. (١٩٩٩). Reinforcement learning: an introduction, by Sutton, RS and Barto, AG. *Trends in cognitive sciences*, 3(٩), ٣٦٠.
٧. Neter, J., Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., & Wasserman, W. (٢٠٠٥). *Applied linear statistical models*.



عنوان درس به فارسی:		اصول طراحی و تحلیل آزمایش	
عنوان درس به انگلیسی:		Principles of Experiment Design and Analysis	
دروس پیش نیاز:		مبانی ریاضی علوم اعصاب	
دروس هم نیاز:		ندارد	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
نوع درس و واحد			
☐ نظری	☐ پایه		
☐ عملی	☒ تخصصی		
☐ نظری-عملی	☐ اختیاری		
		رساله / پایان نامه	

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

هدف کلی:

در این درس، دانشجویان با مبانی علمی و آماری طراحی آزمایش‌ها در حوزه علوم طبیعی و به‌طور خاص نوروساینس در حوزه سیستم و رفتاری آشنا خواهند شد. به‌علاوه نگاه تحلیلی و نقادانه به نتایج آزمایش‌ها و نیز مقالات منتشر شده، آموزش داده و تمرین خواهد شد.

اهداف ویژه:

۱. آموزش مفاهیم کاربردی در طراحی آزمایش
۲. آموزش مفاهیم و تکنیک‌های آماری در طراحی و تحلیل آزمایش

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. چگونگی تدوین hypothesis صحیح علمی
۲. قدرت آنالیز (analysis power), Pvalue, و مدل‌های آماری طرح آزمایش
۳. Factorial Experiments, Mixed effects
۴. Regression, GLM, ANOVA, Post hoc tests
۵. Nonparametric vs parametric tests
۶. Multiple comparison, FWE, FDR
۷. بررسی و کاهش confound در آزمایش‌ها
۸. استانداردهای ارائه و رسم نتایج
۹. روش تگوشی در طراحی و اجرای آزمایش

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: آموزش از طریق مثال

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
بر اساس نظر استاد
آزمون پایان نیم‌سال
بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روش‌های سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Anderson, M., & Whitcomb, P. (۲۰۰۱). Design of experiments: statistical principles of research design and analysis.
۲. Oehlert, G. W. (۲۰۱۰). A first course in design and analysis of experiments.
۳. Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., & Li, W. (۲۰۰۵). Applied Linear Statistical Models, ۲۰۰۵. McGraw Hill Irwin, New York, NY, ۴۰۹.



عنوان درس به فارسی: علوم اعصاب حرکتی		عنوان درس به انگلیسی: Motor Neuroscience
نوع درس و واحد		
پایه ☐ نظری ☒		مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب
تخصصی ☒ عملی ☐		ندارد
اختیاری ☐ نظری-عملی ☐		۳
رساله / پایان نامه ☐		۴۸
		تعداد واحد: ۳
		تعداد ساعت: ۴۸

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

هدف کلی:

هدف از این درس آموزش چگونگی عملکرد بخش های مختلف مغز در کنترل عصبی سیستم حرکتی می باشد. دیدگاه اصلی درس آموزش مباحث پایه علوم اعصاب سیستم حرکتی انسان، درک کامل کنترل حرکت توسط سیستم عصبی و سپس آموزش استفاده از مدل های ریاضی برای توضیح سیستم کنترل حرکت در انسان بخصوص در حرکات دست برای رسیدن به اهداف و یا کار با اشیا است. مباحث اصلی درس شامل بررسی نقش های متفاوت بخشهای مختلف مغز در کنترل حرکات، بررسی چگونگی عملکرد سیستم عضلانی و حسگرهای عضلانی، بررسی انواع مدارهای نخاعی (رفلکس و ...) و نقش آنها در کنترل حرکات می باشد. همچنین رابطه بین حس بینایی و حس پروپریوسپشن (حس عمقی) در کنترل حرکت و نقش این ارتباط در ارائه فیدبک در مورد حرکت به مغز و مباحثی همچون استفاده سیستم عصبی از کپی فرمان حرکتی در بازنگری حرکت و پیش بینی کیفیت حرکات بعدی، مدل های فوروارد و اینورس حرکتی طرح و بررسی خواهند شد. مکانیزم یادگیری و حافظه موتوری در مغز نیز مورد بحث و بررسی قرار خواهند گرفت.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مفاهیم و آزمایشات حوزه علوم اعصاب حرکتی
۲. آشنایی با نقش بخشهای مختلف مغز در حرکت

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. آشنایی با بخش های مختلف سیستم عصبی کنترل حرکات ارادی
۲. برنامه ریزی حرکت به سمت هدف در نواحی پری موتور کورتکس
۳. مکانیزم های تخمین محل و سرعت اندام (مانند دست) در بخشهای مختلف مغز
۴. چگونگی تعیین نیرو و جهت انجام حرکت در ناحیه موتور کورتکس
۵. خصوصیات عضلات اسکلتی و سیستم عصبی حسی عضلانی
۶. خواص پسو اندام حرکتی و پایداری سیستم عضلانی
۷. آشنایی با کورتکس اکسترا استرات
۸. آشنایی با سیستم عصبی کنترل حرکات غیرارادی
۹. یادگیری حرکت و تعمیم
۱۰. حافظه موتوری کوتاه مدت و بلند مدت
۱۱. به روز سازی استتیت سیستم
۱۲. نويز و ريداندنسی در سیستم حرکتی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: آموزش با استفاده از مثال

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال
بر اساس نظر استاد
آزمون پایان نیم سال
بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Shadmehr, R., & Wise, S. P. (۲۰۰۵). *The computational neurobiology of reaching and pointing: a foundation for motor learning*. MIT press.
۲. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (۲۰۱۳). *Principles of Neural Science*, Fifth Editon. In *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill Education.



علوم اعصاب بینایی		عنوان درس به فارسی:
Vision Neuroscience		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد		
☒ نظری ☐ پایه		دروس پیش نیاز:
☐ عملی ☒ تخصصی		دروس هم نیاز:
☐ نظری-عملی ☐ اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه	۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

در این درس، تمامی مطالب مربوط به سیستم بینایی بررسی می‌شود. سیستم بینایی یکی از حوزه‌های بهتر شناخته شده در علوم اعصاب است. در این درس دو جنبه بینایی مورد توجه خواهد بود اولاً کدینگ اطلاعات بینایی در مغز مانند شکل، رنگ، حرکت و عمق بررسی می‌شود و ثانیاً مکانیزم دکدینگ این اطلاعات در مغز برای ادراک محسوسات بینایی و تصمیم سازی مبتنی بر آن مورد بررسی خواهند بود.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مفاهیم و آزمایشات حوزه علوم اعصاب بینایی
۲. آشنایی با نقش بخشهای مختلف مغز در بینایی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تاریخچه تحقیقات در بینایی
 ۲. مدارهای شبکه
 ۳. رنگ و حرکت در شبکه و LGN
 ۴. مدارهای زیر قشری بینایی
 ۵. کورتکس بینایی یک (V1)
 ۶. کورتکس بینایی دو (V2)
 ۷. خواص آماری تصویر و پردازش در ناحیه‌های اولیه
 ۸. آشنایی با کورتکس extrastriate
 ۹. ventral stream and IT
 ۱۰. dorsal stream and MT/MST
 ۱۱. مقایسه مدارهای بینایی نخستین و غیر نخستین از پستانداران و پرندگان و حشرات
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: آموزش با استفاده از تاریخچه تحقیقات و مثال

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
بر اساس نظر استاد
- آزمون پایان نیم‌سال
بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روش‌های سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Wandell, B. A. (۱۹۹۶). Book Review: Foundations of Vision. By Brian A. Wandell.
۲. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (۲۰۱۳). Principles of Neural Science, Fifth Edition. In *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill Education.



عنوان درس به فارسی: تصمیم‌گیری و نورواکونومیکس		
عنوان درس به انگلیسی: Decision Making and Neuroeconomics		نوع درس و واحد
مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب	ندارد	پایه ☐ نظری ☒
		تخصصی ☒ عملی ☐
۳	تعداد واحد:	اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
		رساله / پایان‌نامه ☐
۴۸	تعداد ساعت:	

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

هدف کلی:

تصمیم‌گیری و انتخاب عمل، مهم‌ترین و عام‌ترین عملکرد مغز در حیوانات است. بسیاری از اختلالات عصبی و روانی موجب اختلال تصمیم‌گیری و کاهش مزیت تکاملی در انسان و حیوانات می‌شوند. در این درس با بهره‌گرفتن همزمان از چندین حوزه شامل روانشناسی، اقتصاد و علوم اعصاب به بررسی تئوریهای تصمیم‌گیری در انسان و مدارهای عصبی دخیل در این تصمیمات خواهیم پرداخت. تئوری‌های normative انتخاب در علم اقتصاد و تئوری بازی با رفتار واقعی انسان، مقایسه و دلایل مغزی تطابق و افتراق از رفتار ایده‌آل بررسی خواهند شد.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مفاهیم و آزمایشات حوزه نورواکونومیکس
۲. آشنایی با نقش بخشهای مختلف مغز در تصمیم‌گیری

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: تاریخچه ای از نورواکونومیکس
۲. احتمالات و قانون بیز
۳. ارزش و انتخاب
۴. Normative theory: Expected utility and risk sensitivity
۵. Discounting and impulsivity
۶. پارادوکس‌های رفتاری
۷. تئوری پروسپکت و مغز
۸. یادگیری و تصمیم‌گیری
۹. تئوری بازی در رفتار
۱۰. مدارهای مغزی قشری و زیر قشری دخیل در انتخاب و تصمیم‌گیری
۱۱. اختلالات تصمیم‌گیری

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: آموزش با استفاده از مثال‌های کاربردی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال بر اساس نظر استاد
آزمون پایان نیم‌سال بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Glimcher, P. W. (۲۰۱۱). *Foundations of neuroeconomic analysis*. OUP USA.
۲. Caplin, A., & Glimcher, P. W. (۲۰۱۳). *Neuroeconomics: Chapter 1. Basic Methods from Neoclassical Economics*. Elsevier Inc. Chapters.
۳. Baron, J. (۲۰۰۸). *Thinking and deciding*. Cambridge University Press.
۴. Camerer, C. F., Ho, T. H., & Chong, J. K. (۲۰۰۴). Behavioural game theory: thinking, learning and teaching. In *Advances in understanding strategic behaviour* (pp. ۱۲۰-۱۸۰). Palgrave Macmillan, London.



عنوان درس به فارسی:		حافظه و یادگیری	
عنوان درس به انگلیسی:		Memory and Learning	
دروس پیش نیاز:		مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب	
دروس هم نیاز:		ندارد	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☒ عملی ☐			
اختیاری ☐ نظری-عملی ☐			
رساله / پایان نامه ☐			

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

هدف کلی:

این درس شامل مباحث تئوری و آزمایشی مربوط به حافظه و یادگیری است. درس با نگاهی به تاریخچه فهم ما از مکانیزم حافظه و یادگیری در انسان و حیوانات شروع شده است و در ادامه تفاوت انواع حافظه، مدارهای مغزی مرتبط با آن و نیز اختلالات مربوط به هر نوع را بررسی می کند. همچنین نتایج جدید آزمایش ها در مورد یادگیری تشکیل و تثبیت حافظه و نیز فراخواندن آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مکانیزم عصبی انواع حافظه و یادگیری
۲. آشنایی با مدل های بیولوژیک و ریاضی حافظه و یادگیری

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. تاریخچه تحقیق روی حافظه و یادگیری
۲. habituation and sensitization
۳. LTP/LTD
۴. مدل های حیوانی یادگیری و حافظه
۵. حافظه کاری (working memory)
۶. حافظه declarative
۷. حافظه procedural
۸. مدارهای قشری و زیر قشری حافظه
۹. Episodic memory, Place cells, Hippocampus
۱۰. Encoding and retrieval
۱۱. تثبیت حافظه (Consolidation)
۱۲. احساس و حافظه

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: آموزش با بررسی تاریخچه تحقیقات

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال بر اساس نظر استاد

آزمون پایان نیم سال بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روش های سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Rudy, J. W. (۲۰۰۸). *The neurobiology of learning and memory*. Sinauer Associates.
۲. Gluck, M. A., Mercado, E., & Myers, C. E. (۲۰۰۸). *Learning and memory: From brain to behavior* (p. ۶۴۰). New York: Worth Publishers.
۳. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (۲۰۱۳). *Principles of Neural Science*, Fifth Editon. In *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill Education.



عنوان درس به فارسی: نوروساینس رفتاری حیوانات		
نوع درس و واحد		عنوان درس به انگلیسی: Behavioral Neuroscience of Animals
☐ پایه	☒ نظری	مبانی علوم اعصاب
☒ تخصصی	☐ عملی	ندارد
☐ اختیاری	☐ نظری-عملی	۳
رساله / پایان نامه		۴۸
		تعداد واحد:
		تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

این درس منحصر به فردی است که در آن کارکرد سیستم عصبی و رفتاری به طور مقایسه‌ای در حیوانات بررسی می‌شود. برخلاف دیگر دروس، تمرکز این درس بر موجودات و قابلیت‌های منحصر به فرد آنها است. در این درس سیستم عصبی حیوانات مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد و مدارهای خاص هرگونه که در تکامل آن گونه نقش ایفا می‌کنند، به طور موردی بررسی می‌شوند. این درس برای دانشجویانی که علاقه‌مند به فکر در حوزه‌هایی غیر از مدل‌های حیوانی رایج هستند، مناسب است و دانشجویان را تشویق به وارد شدن به حوزه‌های کمتر شناخته شده نوروساینس سیستم می‌کند.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با رفتار هوشمندانه و اجتماعی در حیوانات
۲. آشنایی با تشابه و تفاوت ساختار و عملکرد سیستم عصبی در حیوانات

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با neuroethology
۲. neurobiology and ethology
۳. Echolocation-bats
۴. Sound localization-owl
۵. Mate calling-cricket
۶. Mate recognition and courtship-electric fish
۷. Songbirds
۸. پردازش تصویر در مگس
۹. مکان‌یابی در موش
۱۰. نورواتولوژی محاسباتی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از ویدیوهای کمک آموزشی و مثال

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
بر اساس نظر استاد
آزمون پایان نیم‌سال
بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روش‌های سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Sakata, J. T., Woolley, S. C., Fay, R. R., & Popper, A. N. (Eds.). (۲۰۲۰). *The neuroethology of birdsong* (Vol. ۷۱). Springer Nature.
۲. Huber, F., & Markl, H. (Eds.). (۲۰۱۲). *Neuroethology and behavioral physiology: roots and growing points*. Springer Science & Business Media.
۳. Ewert, J. P., & Neuroethology, A. (۱۹۸۰). *An Introduction to the Neurophysiological Fundamentals of Behavior*.



عنوان درس به فارسی: ثبت، تصویر برداری و تحریک مغزی		عنوان درس به انگلیسی: Recording, Imaging and Brain Stimulation
نوع درس و واحد		
☒ نظری	☐ پایه	مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب
☐ عملی	☒ تخصصی	ندارد
☐ نظری-عملی	☐ اختیاری	۳
☐ رساله / پایان نامه		۴۸
		تعداد واحد:
		تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

این درس با هدف آشنا کردن دانشجویان با مهم‌ترین روش‌های مدرن ثبت فعالیت مغزی و نیز تحریک فعالیت مغزی که در علوم اعصاب سیستم مورد استفاده هستند، طراحی شده است. تمرکز این درس در روش‌های ثبت بر دو روش الکتروفیزیولوژی و اف ام آر آی است و در بحث تحریک عصبی، مباحثی مانند TMS, tDCS و نیز روش‌های ژنتیکی را معرفی می‌کند.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با روشهای ثبت
۲. آشنایی با روشهای تحریک

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تاریخچه الکتروفیزیولوژی
 ۲. روش‌های ثبت in-vitro and in-vivo
 ۳. ثبت داخل سلولی و خارج سلولی
 ۴. BOLD منشأ و کانترستهای T₁ T₂
 ۵. K-space, functional sequences (e.g. EPI)
 ۶. fMRI data analysis
 ۷. Resting State
 ۸. Diffusion MRI
 ۹. High field MRI
 ۱۰. New Techniques in fMRI
 ۱۱. TMS and tDCS
 ۱۲. روشهای ژنتیک شیمیایی و نوری: DREADS and optogenetics
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از ویدیوهای کمک آموزشی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال بر اساس نظر استاد
- آزمون پایان نیم‌سال بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Vertes, R. P., & Allen, T. (Eds.). (۲۰۲۲). *Electrophysiological recording techniques* (Vol. ۱۹۲). Springer Nature.
۲. Huettel, S. A., Song, A. W., & McCarthy, G. (۲۰۰۴). *Functional magnetic resonance imaging* (Vol. ۱). Sunderland: Sinauer Associates.



سیستم‌های دینامیکی در علوم اعصاب		عنوان درس به فارسی:
Dynamic Systems in Neuroscience		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد		
نظری ☒ پایه ☐	مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب	دروس پیش‌نیاز:
عملی ☐ تخصصی ☒	ندارد	دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی ☐ اختیاری ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

در رویکردهای علمی به پدیده‌های تجربی یکی از گام‌های مهم استخراج مفاهیم دقیق کاربردی از نتایج پدیده شناختی است. در پدیده‌های زیستی، این کار با سختی‌های زیادی روبه‌روست و در علوم اعصاب مشکلات دوچندان هم هست. یکی از رویکردهای مؤثر در ترجمه پدیده‌های قابل مشاهده در دستگاه عصبی، نگاه سیستم دینامیکی به فرایندهای این رشته است. هدف این درس، تحلیلی از نحوه کارکرد نورون‌ها و ارتباط میان آنها به کمک مفاهیم سیستم‌های دینامیکی است.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مدل‌های بیولوژیک و ریاضی فعالیت نورونی
۲. استفاده از مفاهیم سیستم‌های دینامیکی در تحلیل فعالیت نورون‌های و شبکه‌های نورونی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. پدیده‌شناسی سلول عصبی: آشنایی با مفهوم تحریک‌پذیری، پتانسیل عمل، پتانسیل استراحت، آستانه تحریک‌پذیری.
۲. الکتروفیزیولوژی سلول عصبی: تعادل، جریان‌های یونی، ابزارهای کار با نورون، انواع کانال‌های یونی، مدل هاجکین و هاکسلی.
۳. آشنایی با سیستم‌های دینامیکی: میدان‌های برداری و معادلات دیفرانسیل عادی، شار یک میدان برداری، نقطه تعادل، پایداری، خطی سازی، مقادیر ویژه، جواب‌های تناوبی، نگاشت پوانکاره، سیستم‌های دینامیکی گسسته، پایداری جواب‌های تناوبی.
۴. نظریه انشعاب: مفهوم هم ارزی در سیستم‌های دینامیکی، هم ارزی موضعی، پایداری ساختاری، انشعاب، انشعاب‌های نقاط تعادل، انشعاب‌های جواب‌های تناوبی، انشعاب‌های با نقص بعد دو.
۵. بررسی مدل‌های کاهش‌یافته نورونی: معرفی مدل‌ها و بررسی نقاط تعادل، جواب‌های تناوبی و انشعاب‌های آنها، نوسان‌های آرامشی و اردک.
۶. تحریک‌پذیری: تعریف ریاضی تحریک‌پذیری، دسته‌بندی سلول‌های تحریک‌پذیر، تعریف ریاضی آستانه، مقایسه با تعاریف متداول، دو پایداری و پسماند.
۷. رگبار: سیستم‌های تند و کند، دسته‌بندی رگبار از نظر ریاضی، بررسی چند مدل رگبار.
۸. آشنایی با شبکه‌های نورونی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: طراحی تمرین‌های مناسب شامل شبیه سازی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
بر اساس نظر استاد
آزمون پایان نیم‌سال
بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Izhikevich, E. M. (۲۰۰۷). *Dynamical systems in neuroscience*. MIT press.
۲. Ermentrout, B., & Terman, D. H. (۲۰۱۰). *Mathematical foundations of neuroscience* (Vol. ۳۵, pp. ۳۳۱-۳۶۷). New York: springer.



عنوان درس به فارسی: استنتاج علی در علوم اعصاب		عنوان درس به انگلیسی: Causal Inference in Neuroscience
نوع درس و واحد	پایه ☐ نظری ☒	مبانی ریاضی علوم اعصاب
تخصصی ☒ عملی ☐	اختیاری ☐ رساله / پایان نامه ☐	ندارد
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	

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

هدف کلی:

در این درس، ابتدا با روش‌های مختلف یادگیری ساختارهای علی از روی داده مشاهده از فعالیت‌های مغز آشنا خواهیم شد. سپس با استفاده از ساختارهای به‌دست‌آمده، میزان اثر علی بخش‌های مختلف را به دست خواهیم آورد.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با تئوری گراف
۲. استفاده از متدهای کشف ساختار علی برای ارتباط فعالیت نواحی مغز و ارتباطات رفتاری

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مدل‌های احتمالی گرافی
شبکه‌های بی‌ز، d-separation, J-map
 ۲. مدل‌های معادلات ساختاری (SEM)
مداخلات، اثر علی، Counterfactuals
 ۳. یادگیری ساختارهای علی در مغز
یادگیری بر مبنای داده مشاهده‌ای: روش‌های قیدی (IC, PC)، روش‌های امتیازی (GES)، یادگیری با حضور متغیرهای مخفی (IC*, FCI)، کاربردها در تصویربرداری عصبی
یادگیری بر مبنای داده مداخله‌ای: محرک و پاسخ، انواع مداخلات، طراحی آزمایش مداخله با بودجه محدود
یادگیری بر مبنای داده مشاهده‌ای از چند محیط
یادگیری در سیستم‌های خطی (LiNGAM)، یادگیری بر مبنای متغیرهای ابزاری، کاربرد در تصویربرداری عصبی
یادگیری بر مبنای سری‌های زمانی: مفهوم علیت گرینجر، متریک‌های وابستگی آماری در زمان، اطلاعات جهت‌دار
 ۴. استنتاج علی از فعالیت‌های مغز
شروط Backdoor و Frontdoor، do-calculus، تحلیل واسطه‌ای
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: طراحی تمرینهای مناسب شامل کار با داده‌های عصبی
- ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):
- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال بر اساس نظر استاد
- آزمون پایان نیم‌سال بر اساس نظر استاد
- ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Peters, J., Janzing, D., & Schölkopf, B. (۲۰۱۷). *Elements of causal inference: foundations and learning algorithms* (p. ۲۸۸). The MIT Press.
۲. Glymour, M., Pearl, J., & Jewell, N. P. (۲۰۱۶). *Causal inference in statistics: A primer*. John Wiley & Sons.
۳. Pearl, J. (۲۰۰۹). *Causality*. Cambridge university press.
۴. Spirtes, P., Glymour, C. N., Scheines, R., & Heckerman, D. (۲۰۰۰). *Causation, prediction, and search*. MIT press.



عنوان درس به فارسی:		سنسورهای سیگنال‌های زیستی و عصبی	
عنوان درس به انگلیسی:		Sensors of Biological and Neural Signals	
دروس پیش‌نیاز:		مبانی علوم اعصاب	
دروس هم‌نیاز:		ندارد	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
نوع درس و واحد			
☐ پایه	☒ نظری		
☒ تخصصی	☐ عملی		
☐ اختیاری	☐ نظری-عملی		
رساله / پایان‌نامه			

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

هدف کلی:

این درس مرور کوتاهی بر اصول بیوسنسورها و انواع عمومی آن است، همراه با ارائه مقدمه‌ای بر اصول بیوسنسورهای متداول که با سرعت بالایی در حال پیشرفت در مشخصه و سرعت پاسخگویی هستند. در این درس به بررسی بیوسنسورها همچنین شامل سیستم‌های میکروالکترومکانیکی بیولوژیک/ بیومدیکال و ادوات بیوانالیتیکال همراه با معرفی اصول اساسی و روش‌های آشکارسازی آن‌ها، می‌پردازیم. بیوسنسورهای مورد نظر در این درس، با استفاده از پروسه‌های شیمیایی/ فیزیکی به‌عنوان مکانیزم تبدیل، سیگنال بیولوژیک را به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کنند که این سیگنال‌ها می‌تواند به‌عنوان معیار تشخیص و مراقبت‌های پزشکی بخصوص در حوزه علوم اعصاب استفاده شود. این درس همچنین دانش زمینه بر مبنای نظریه‌های مربوطه و همین‌طور محدودیت‌های حاضر فناوری‌های بیوسنسوری را فراهم می‌کند. علاوه بر پوشش اصول حسگری، این درس به جزییات جنبه‌های ساخت با تکیه بر روش‌های microfabrication جهت کوچک‌سازی بعضی از این ادوات می‌پردازد. به‌علاوه، این درس بیوسنسورهای نوظهور را مورد بحث قرار می‌دهد.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با انواع روش‌های بیو سنسینگ در بیولوژی و نورسانس
۲. آشنایی با ادوات بیو سنسینگ

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: معرفی بیوسنسور و انواع دسته‌بندی و عملکرد متریک آن‌ها
 ۲. المان‌های تشخیص‌های بیوشیمیایی
 ۳. ولتاژمتری پریودیک - جریان تحت کنترل فرایند دیفیوژن
 ۴. بیوسنسورهای آمپرومتری و پتانسیومتری الکتریکی
 ۵. بیوسنسورهای بر مبنای اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی
 ۶. ISFET، یک بیوسنسور پتانسیومتری مجتمع
 ۷. اصول بیوسنسورهای اپتیکی
 ۸. استفاده از نواسان پلازمون‌های سطحی در بیوسنسورهای اپتیکی
 ۹. بیوسنسوری بر مبنای فلوروسانس
 ۱۰. بیوسنسورهای بر مبنای ادوات میکروفلوئیدیک
 ۱۱. نانوذرات در بیوسنسورها
 ۱۲. اصول عملکردی سنسورهای مغناطیس اسکویید (SQUIDS) و مگنتوکارديوگرافي (MCG) و مگنتوانسفالوگرافي (MEG)
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: بازدید از آزمایشگاه‌ها سازنده و استفاده کننده از انواع بیو سنسورها

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
آزمون پایان نیم‌سال
بر اساس نظر استاد
بر اساس نظر استاد
- ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روش‌های سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان
- چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Liu, Q., & Wang, P. (۲۰۰۹). *Cell-based biosensors: principles and applications*. Artech House.
۲. Eggins, B. R. (۲۰۱۳). *Biosensors: an introduction*. Springer-Verlag.
۳. Hall, E. A. (۱۹۹۲). Overview of biosensors.
۴. Minh, C. T. (۱۹۹۳). *Biosensors*. Chapman & Hall.
۵. Eggins, B. R. (۲۰۰۲). *Chemical sensors and biosensors* (Vol. ۲). John Wiley & Sons.
۶. Webster, J. G. (Ed.). (۲۰۱۱). *Medical instrumentation: application and design*. John Wiley & Sons.
۷. Fraden, J. (۱۹۹۸). *Handbook of modern sensors: physics, designs, and applications*.



عنوان درس به فارسی: پردازش سیگنال‌های مغزی EEG		عنوان درس به انگلیسی: Brain Signal Processing-EEG	
نوع درس و واحد		پایه	
نظری		مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب	
عملی		ندارد	
نظری-عملی		۳	
رساله / پایان‌نامه		۴۸	

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

هدف کلی:

در این درس، دانشجویان با پردازش سیگنال‌های مغزی الکتروانسفالوگرام (EEG) آشنا می‌شوند. بدین منظور مراحل مختلف پردازش سیگنال‌های مغزی، شامل ثبت، پیش‌پردازش‌ها، حذف نویز و آرتیفکت، محاسبه ارتباطات مغزی، مکان‌یابی منابع مغزی و اعمال آزمون‌های آماری معرفی شده و استفاده از این سیگنال‌ها در کاربردهای مختلف مانند پردازش سیگنال‌های صرعی، سیگنال‌های خواب، رابط‌های مغز-رایانه و ... مورد بررسی قرار می‌گیرد. در هر یک از این بخش‌ها همراه با یادگیری الگوریتم‌ها و مباحث تئوری، پیاده‌سازی همه مراحل و بررسی نتایج بر روی داده‌های واقعی انجام خواهد شد.

اهداف ویژه:

- ۱- آشنایی با ثبت و پیش‌پردازش سیگنال‌های EEG
- ۲- آشنایی با پردازش‌های پیشرفته و مکان‌یابی منابع مغزی
- ۳- آشنایی با کاربردهای مختلف EEG

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: سیگنال‌های مغزی، تولید، ثبت و ویژگی‌ها
 ۲. دو دیدگاه پردازش سیگنال‌های مغزی: تصادفی و آشوبی
 ۳. نویزها و آرتیفکت‌های سیگنال‌های مغزی و روش حذف آنها
 ۴. الگوهای سیگنال‌های مغزی و روش‌های تشخیص آنها
 ۵. ارتباطات مغزی (Brain Connectivity)
 ۶. مکان‌یابی منابع مغزی
 ۷. آزمون‌های آماری
 ۸. برخی از کاربردهای مهم
 - رابط‌های مغز-رایانه (BCI)
 - نوروفیدبک
 - پردازش سیگنال‌های صرعی (تشخیص تشنج و پیشگویی تشنج)
 - پردازش سیگنال‌های مرتبط با خواب و بیهوشی
 - تشخیص ناهنجاری‌ها و بیماری‌های مختلف (آلزایمر، افسردگی، پارکینسون و ...)
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: طراحی تمرین‌های مناسب و کار با داده‌های EEG

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال بر اساس نظر استاد
- آزمون پایان نیم‌سال بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روش‌های سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Sanei, S. (۲۰۱۳). *Adaptive processing of brain signals*. John Wiley & Sons.
۲. Cohen, M. X. (۲۰۱۴). *Analyzing neural time series data: theory and practice*. MIT press.
۳. Clerc, M., Bougrain, L., & Lotte, F. (Eds.). (۲۰۱۶). *Brain-computer interfaces 1: Methods and perspectives*. John Wiley & Sons.



۱.

عنوان درس به فارسی:		شبکه‌های نورونی	
عنوان درس به انگلیسی:		Neuronal Networks	
دروس پیش‌نیاز:	سیستمهای دینامیکی در علوم اعصاب	نوع درس و واحد	
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ پایه ☒ نظری	☐ تخصصی ☒ عملی
تعداد واحد:	۳	☐ اختیاری ☒ نظری-عملی	☐ رساله / پایان‌نامه
تعداد ساعت:	۴۸		

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

هدف کلی:

هدف این درس، ارائه مدل‌های ریاضی برای شبکه‌های نورونی با ساختارهای پیچیده است. تحلیل آنها به‌خصوص در زمانی که سیستم مورد مطالعه همراه با نویز است، مستلزم استفاده از معادلات دیفرانسیل تصادفی است. در کنار آن ارائه مدل‌های تقریبی پیوسته از شبکه‌های نورونی وقتی تعداد نورون‌ها خیلی زیاد می‌شود، کمک بزرگی در بررسی کارکرد آن دارد.

اهداف ویژه:

- ۱- معادلات دیفرانسیل برای مدلسازی فعالیت نورونها
- ۲- آشنایی با میدانهای نرونی و الگوهای فضایی فعالیت در شبکه

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مدل‌های ریاضی برای شبکه‌های نورونی: مدل‌های تک سلولی، اتصالات سیناپسی، ساختار شبکه، الگوهای نرخ شلیک، همگامی، معادلات ویلسون-کاون، معادلات تأخیری.
۲. نویز: آشنایی با معادلات دیفرانسیل تصادفی، فرآیند وینر، انتگرال تصادفی، فرمول ایتو، معادلات فوکر-پلانک، فرآیند پواسون، مدل‌های تصادفی شلیک، مدل‌های تصادفی اسپایک.
۳. میدان‌های نورونی: شبکه‌های پیوسته نورونی، موج‌های رونده، موج‌های ایستا، Bumps، دینامیک مرز، الگوهای فضایی، مسائل وارون در میدان‌های نورونی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: طراحی تمرینات مناسب برای حل معادلات دیفرانسیل مانند معادله فوکر پلانک و شبیه‌سازی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال بر اساس نظر استاد

آزمون پایان نیم‌سال بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Ermentrout, B., & Terman, D. H. (۲۰۱۰). *Mathematical foundations of neuroscience* (Vol. ۳۵, pp. ۳۳۱-۳۶۷). New York: springer.
۲. Coombes, S., beim Graben, P., Potthast, R., & Wright, J. (Eds.). (۲۰۱۴). *Neural fields: theory and applications*. Springer.



عنوان درس به فارسی:		یادگیری در مغز و ماشین ۱	
عنوان درس به انگلیسی:		Learning in Brain and Machine ۱	
نوع درس و واحد			
☐ نظری	☐ پایه	مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب	
☐ عملی	☒ تخصصی	ندارد	
☐ نظری-عملی	☐ اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

بسیاری از روش‌های هوش مصنوعی برگرفته از مدل‌های محاسباتی مغز در پردازش و ادراک داده‌ها می‌باشند. از سوی دیگر، پیشرفت چشمگیر در ابداع و ارائه روشهای نوین یادگیری ژرف در حوزه هوش مصنوعی منجر به معرفی مدل‌ها و معماری‌های جدیدی برای توصیف نحوه تعامل لایه‌های مختلف مغز در پروسه‌های پردازش و ادراک به‌صورت سراسری شده است. هدف از این درس معرفی مدل‌های محاسباتی و یادگیری برگرفته از مباحث علوم اعصاب و هوش مصنوعی و مرور تناظرها و تفاوت‌های میان ساختارهای پردازشی دو متدولوژی با هدف بهینه‌سازی مدل‌های یادگیری می‌باشد.

اهداف ویژه:

- ۱- آشنایی با شبکه های عصبی و تاریخچه
- ۲- مبانی شبکه های ژرف، بازگشتی و اتو انکودرهای
- ۳- شباهتها و تفاوت های ساختار شبکه های مصنوعی با شبکه های مغزی

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

در این درس ابتدا مدل‌های محاسباتی و یادگیری مبتنی بر دینامیک تعاملی در شبکه‌های نورونی مغز معرفی می‌شوند. این مدل‌ها شامل موارد زیر می‌باشند:

۱. معرفی روش محاسبه و یادگیری در مغز، نورانه‌ها و اسپایکها، سیناپس‌ها و شبکه عصبی، انعطاف پذیری سیناپسی، یادگیری هب، نقشه‌های محاسباتی، کدگذاری عصبی، خوشه‌بندی و یادگیری رقابتی، یادگیری سرپرستی شده و خودکار، شبکه‌های رو به جلو و بازگشتی، تعبیر حلقه فیدبک و پایداری، مدل دینامیک غیر خطی، مدل‌های گسسته و پیوسته برای متغیرهای شبکه، تصمیم‌سازی باینری و رگرسیون و استنتاج بیزی.
- سپس مدل‌های یادگیری ژرف و ویژگی‌های محاسباتی و کاربردی آنها مورد بررسی قرار خواهند گرفت. سرفصل مطالب این قسمت شامل موضوعات زیر می‌باشد:
۲. شبکه‌های هوفیلد و جذب‌کننده، ماشین بولتزمن، حافظه و نقشه‌های شناختی، مدل‌های پرسپترون چندلایه، شبکه‌های ژرف عصبی برای طبقه‌بندی و رگرسیون، شبکه‌های کانوولوشنی، شبکه‌های بازگشتی، شبکه‌های ژرف و نقش لایه‌های پنهان، روشهای یادگیری وزن‌ها، نقش بلوک‌های غیر خطی در لایه‌های پنهان، حافظه‌های بلند کوتاه‌مدت، شبکه‌های بیزین، فرایادگیری و مدل‌های گرافیکی ژرف، اتو انکودرها، شبکه‌های متخاصم و تفسیر پذیری در شبکه‌های ژرف.

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از تمرینهای مناسب برای کار با شبکه‌های عصبی و تحلیل داده‌های عصبی

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
آزمون پایان نیم‌سال

بر اساس نظر استاد
بر اساس نظر استاد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Gerstner, W., Kistler, W. M., Naud, R., & Paninski, L. (2014). *Neuronal dynamics: From single neurons to networks and models of cognition*. Cambridge University Press.
2. Trappenberg, T. (2009). *Fundamentals of computational neuroscience*. OUP Oxford.
3. Izhikevich, E. M. (2004). *Dynamical systems in neuroscience*. MIT press.
4. Dayan, P., & Abbott, L. F. (2001). *Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems*. MIT press.
5. Bengio, Y., Goodfellow, I., & Courville, A. (2016). *Deep learning* (Vol. 1). Cambridge, MA, USA: MIT press.



عنوان درس به فارسی: یادگیری در مغز و ماشین ۲		عنوان درس به انگلیسی: Learning in Brain and Machine ۲	
نوع درس و واحد		یادگیری در مغز و ماشین ۱	
☐ نظری	☐ پایه	ندارد	
☐ عملی	☒ تخصصی	۳	
☐ نظری-عملی	☐ اختیاری	۴۸	
رساله / پایان نامه			

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

هدف کلی:

در این درس پس از معرفی ابزارهای محاسباتی و آماری مورد نیاز، نظریه ها، مدل ها و معماری های جدید برای کارکرد مغز در پردازش سرتاسری داده های تصویری مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

اهداف ویژه:

- ۱- آشنایی با مدل های ژنراتیو
- ۲- آشنایی با یادگیری تقویتی
- ۳- نقش فیدبک در مغز و یادگیری ماشین

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- بررسی نظریه های GLOM و Thousand Brain در مدل سازی و یادگیری داده های تصویری، مدل های ژنراتیو برای تخمین تحریک ورودی، مدل های ژنراتیو ژرف برای تولید تصاویر، تخمین بیزین پسین، روش های بیشینه سازی توقع، مدل های تقسیم کار بین نورون ها مبتنی بر کدگذاری تکین، پردازش تصویر بر اساس فیلترهای برآمده از مدل تکین، توازن بین مدل های مبتنی بر کمینه خطای بازسازی و محدودیت تکین سازی، تعبیر خروجی لایه های پنهان ابتدائی پردازش در مغز با فیلترهای مشتق گیر جهت دار، بررسی نقش هریک از لایه های پردازش داده های تصویری در مغز، نقش فیدبک و معرفی مدل های کدینگ پیش بینانه و انرژی آزاد، تشکیل حافظه بر مبنای تنظیم اتصالات شبکه های نورونی در مدل هایفیلد، بازسازی تجربه بصری از داده های گرفته شده از مغز.
- در قسمت دوم درس به مباحث یادگیری تقویتی (Reinforcement Learning) در مدلسازی کارکرد مغز در حوزه هوش مصنوعی پرداخته خواهد شد. در این بخش، موضوعات زیر مورد بررسی قرار می گیرند:
- ۲- نظریه یادگیری تقویتی بر اساس نظریه یادگیری تعاملی در مغز انسان، نقش دوپامین در مغز به عنوان سیگنال خطای پیش بینی، مدل اکشن و پلیسی برای یادگیری، مسائل های تصمیم سازی مارکوف، توازن بین فعالیت اکتشافی و استفاده از دانش موجود، روش یادگیری عامل و منتقد. یادگیری Q، مدل های یادگیری بر مبنای شرطی سازی، استفاده از پاداش و جریمه به عنوان فیدبک، یادگیری مبتنی بر پیش بینی پاداش، راهکارهای جدید در یادگیری تقویتی، کاربردهای یادگیری تقویتی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از تمرین های مناسب برای کار با شبکه های عصبی و تحلیل داده های عصبی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال
آزمون پایان نیم سال
بر اساس نظر استاد
بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روش های سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (۲۰۱۸). *Reinforcement learning: An introduction*. MIT press.
۲. Szepesvári, C. (۲۰۱۰). *Algorithms for reinforcement learning*. *Synthesis lectures on artificial intelligence and machine learning*, 4(۱), ۱-۱۰۳.
۳. Gerstner, W., Kistler, W. M., Naud, R., & Paninski, L. (۲۰۱۴). *Neuronal dynamics: From single neurons to networks and models of cognition*. Cambridge University Press.
۴. Dayan, P., & Abbott, L. F. (۲۰۰۵). *Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems*. MIT press.
۵. Trappenberg, T. (۲۰۰۹). *Fundamentals of Computational Neuroscience* ۲e.
۶. Izhikevich, E. M. (۲۰۱۰). *Dynamical systems in neuroscience*. MIT press.
۷. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (۲۰۱۶). *Deep learning*. MIT press.



عنوان درس به فارسی:		کنترل حرکتی	
عنوان درس به انگلیسی:		Motor Control	
دروس پیش نیاز:		مبانی علوم اعصاب و مبانی ریاضی علوم اعصاب	
دروس هم نیاز:		ندارد	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
نوع درس و واحد		پایه ☐ نظری ☒	
		تخصصی ☒ عملی ☐	
		اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
		رساله / پایان نامه ☐	

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

هدف کلی:

این درس بر پایه مدلسازی و کنترل سیستم حسگری و موتوری است و شامل مباحثی در خصوص سیستم عصبی-عضلانی، سینماتیک، دینامیک، کنترل، مدل ها و موضوعات مربوطه در علوم اعصاب می شود. در بخش مربوط به کاربرد این سیستم، به آزمایش های مشخصی در خصوص واسط مغز و رایانه در آزمایشگاه های مهندسی پزشکی و رباتیک و بینایی ماشین پرداخته می شود. مخاطبان این درس شامل دانشجویان سال آخر در مقطع کارشناسی و به ویژه دانشجویان دوره های تحصیلات تکمیلی می باشند که با اصول کنترل خطی، فیزیولوژی و بیواینسترومنت آشنا باشند. پروژه درس و برخی تمرین ها نیاز به آشنایی مناسب با نرم افزارهای رایج شبیه سازی و مدلسازی مانند MATLAB خواهند داشت.

اهداف ویژه:

- ۱- مدلسازی سیستم عصبی عضلانی
- ۲- کنترل اندام و یادگیری حرکتی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- مقدمه ای در خصوص سیستم های عضلانی و کنترل رفلکسی
- ۲- مدل ریاضی سیستم عصبی-عضلانی
- ۳- کنترل حسگری-موتوری از دیدگاه علوم اعصاب سیستمی
- ۴- سینماتیک
- ۵- دینامیک
- ۶- پایداری و توازن
- ۷- کنترل بهینه و کاربرد آن در سیستم حسگری-موتوری
- ۸- مدل های داخلی
- ۹- مکانیزم های یادگیری
- ۱۰- کاربردها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: تمرین های مناسب شامل شبیه سازی و تحلیل داده های عصبی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال
بر اساس نظر استاد
آزمون پایان نیم سال
بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روش های سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Shadmehr, R., & Wise, S. P. (۲۰۰۴). *The computational neurobiology of reaching and pointing: a foundation for motor learning*. MIT press.
۲. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S., Hudspeth, A. J., & Mack, S. (Eds.). (۲۰۰۰). *Principles of neural science* (Vol. ۴, pp. ۱۲۲۷-۱۲۴۶). New York: McGraw-hill.
۳. Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W., LaMantia, A. S., & White, L. (۲۰۱۹). *Neurosciences*. De Boeck Supérieur.



عنوان درس به فارسی: ابزار دقیق زیست پزشکی		عنوان درس به انگلیسی: Biomedical Instruments	
نوع درس و واحد			
☐ نظری	☐ پایه	ندارد	
☐ عملی	☐ تخصصی	ندارد	
☐ نظری-عملی	☒ اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

-آشنایی با اصول و پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس

۲. تفهیم سرفصل‌های ذیل

پ(مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم پایه‌ای ابزار دقیق زیست پزشکی
۲. سنسورها و اصول اندازه‌گیری
۳. تقویت کننده ها و پردازش سیگنال
۴. مبدأ پتانسیل‌های زیستی
۵. الکترودهای ثبت پتانسیل‌های زیستی
۶. تقویت کننده‌های پتانسیل‌های زیستی
۷. اندازه گیری فشار و صدای خون
۸. اندازه گیری جریان و حجم خون
۹. اندازه گیری پارامترهای سیستم تنفسی
۱۰. بیوسنسورها
۱۱. دستگاه های کلینیکی و آزمایشگاهی
۱۲. سیستم‌های تصویربرداری پزشکی
۱۳. وسایل درمانی و اندام مصنوعی
۱۴. ایمنی الکتریکی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از روشهای نوین و تعاملی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیمسال

آزمون پایان نیمسال

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم‌افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی :

۱. Webster, J. G. (Ed.). (۲۰۰۹). *Medical instrumentation: application and design*. John Wiley & Sons.
۲. Webster, J. G. (۲۰۰۶). *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation* Second Edition Vol. ۴.
۳. Northrop, R. B. (۲۰۱۷). *Noninvasive instrumentation and measurement in medical diagnosis*. CRC press.
۴. Baura, G. D. (۲۰۰۲). *System theory and practical applications of biomedical signals*. Wiley-Interscience.
۵. Khandpur, R. S. (۲۰۱۴). *Handbook of biomedical instrumentation*. McGraw-Hill Education.
۶. Bretschneider, F., & De Weille, J. R. (۲۰۱۸). *Introduction to electrophysiological methods and instrumentation*. Academic Press.
۷. Geddes, L. A., Baker, L. E., Baker, L. E., & Baker, L. E. (۱۹۸۹). *Principles of applied biomedical instrumentation*. Wiley-Interscience.
۸. Enderle, J. D. (۲۰۰۹). *Bioinstrumentation. Synthesis Lectures on Biomedical Engineering, 1(۱)*, ۱-۲۲۰.
۹. Northrop, R. B. (۲۰۰۳). *Analysis and application of analog electronic circuits to biomedical instrumentation*. CRC press.
۱۰. Prutchi, D., & Norris, M. (۲۰۰۵). *Design and development of medical electronic instrumentation: a practical perspective of the design, construction, and test of medical devices*. John Wiley & Sons.
۱۱. Winters, J. M., & Story, M. F. (Eds.). (۲۰۰۶). *Medical instrumentation: Accessibility and usability considerations*. CRC Press.
۱۲. Ott, H. W., & Ott, H. W. (۱۹۸۸). *Noise reduction techniques in electronic systems* (Vol. ۴۴۲, pp. p-۴). New York: Wiley.
۱۳. Eggins, B. R. (۲۰۱۳). *Biosensors: an introduction*. Springer-Verlag.
۱۴. Saliterman, S. (۲۰۰۶). *Fundamentals of BioMEMS and medical microdevices* (Vol. ۱۵۳). SPIE press.



عنوان درس به فارسی:		پردازش سیگنالهای پزشکی	
عنوان درس به انگلیسی:		Medical Signal Processing	
دروس پیش نیاز:		سیگنال ها و سیستم ها	
دروس هم نیاز:		ندارد	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
نوع درس و واحد		پایه ☐ نظری ☒ تخصصی ☐ عملی ☐ اختیاری ☒ نظری-عملی ☐ رساله / پایان نامه ☐	

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

هدف کلی:

-آشنایی با اصول و پایه های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس
۲. تفهیم سرفصل های ذیل

(پ)مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه

معرفی مقدماتی درس و اهداف کلی آن، بلوک کلی یک سیستم پردازش سیگنال های زیستی، تقسیم بندی سیگنالها مشكلات عمده در ثبت سیگنال های زیستی

۲. منشأ سیگنال های زیستی و معرفی برخی از آنها

انواع سیگنال های زیستی، انواع سیگنال های بیوالکتریکی، پتانسیل استراحت سلول، پتانسیل عمل، الکترونو گرام (ENG)، الکترو تینوگرام (ERG)، الکتروکولوگرام (EOG)، الکتروانسفالوگرام (EEG)، پتانسیل های برانگیخته (SEP, VEP, AEP)، الکترومایوگرام (EMG)، الکتروکاردیوگرام (ECG)، الکتروگاستروگرام (EGG)، الکترودرمال (GSR, SDR)

۳. مقدمه ای بر فرآیندهای تصادفی

تئوری احتمال، توابع توزیع و چگالی احتمال، متغیرهای تصادفی و فرآیندهای تصادفی، ممان های متغیرهای تصادفی، ایستایی و ارگادیستی

۴. فشرده سازی سیگنال های زیستی

نمونه برداری وقفی، نمونه برداری غیریکنواخت با کدینگ RLE روش های TP، FAN، LADT، DPCM کدینگ هافمن و شانن

۵. تئوری تخمین

کلیات، تعاریف: اریب بودن (Bias)، کارایی، سازگاری، فاصله اطمینان و حد گرامر - رانو، تخمین LS تخمین ML MAP

۶. میانگین گیری

تخمین های μ , σ , $\tau(t)$, متوسط گیری سنکرون، محدودیت های میانگین گیری، تأثیر میانگین گیری در SNR پاسخ های از نظر آماری مستقل، پاسخ های کاملاً وابسته، تخمین تأخیر و صف بندی ثبت

۷. مدل سازی سیگنال های تصادفی

مدل های AR، MA، ARMA فرآیندهای فصلی ARIMA کاربرد در پردازش سیگنال های پزشکی و تخمین طیف

۸. تخمین طیف

پریودو گرام، روش بارتلت، روش ولش، روش بلمکن - توکی، مشخصه های عملکردی تخمین طیف به روش غیر پارامتری

۹. فیلترهای وینر و فقی

فیلتر وینر، فیلتر وینر غیر علی، فیلتر وینر علی، اصول نوبز به صورت وقفی (ANC)، الگوریتم روش های RLS، LMS، ALE کاربردهای پزشکی

۱۰. باز شناخت آماری الگو

کلیات، طبقه بندی بیز، طبقه بندی کننده با ریسک یا هزینه مینیمم، طبقه کننده Neyman - Prarson توابع تمایز طبقه بندی بر اساس k نزدیک ترین همسایه توابع تمایز خطی طبقه بنین بر اساس مینیمم فاصله کاهش بهد معیار آنترپی، تابع تمایز خطی فیشر، بسط K-L-PCA دیورژانس خوشه یابی کلیات و معیارهای روش ترتیبی الگوریتم MIN - MAX الگوریتم mean-K الگوریتم isodata

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: استفاده از روش های نوین و تعاملی

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالتهای کلاسی در طول نیمسال بر اساس نظر استاد

آزمون پایان نیمسال بر اساس نظر استاد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

(چ) فهرست منابع پیشنهادی :

۱. Cerutti, S., & Marchesi, C. (Eds.). (۲۰۱۱). *Advanced methods of biomedical signal processing* (Vol. ۲۷). John Wiley & Sons.
۲. Theis, F. J., & Meyer-Bäse, A. (۲۰۱۰). *Biomedical signal analysis: Contemporary methods and applications*. MIT Press.
۳. Naït-Ali, A. (Ed.). (۲۰۰۹). *Advanced biosignal processing*. Springer Science & Business Media.
۴. Reddy, D. C. (۲۰۰۵). *Biomedical signal processing: principles and techniques*. McGraw-Hill.
۵. Rangayyan, R. M. (۲۰۱۵). *Biomedical signal analysis*. John Wiley & Sons.
۶. Van Drongelen, W. (۲۰۱۸). *Signal processing for neuroscientists*. Academic press.



برنامه درسی دکتری مستقیم علوم و مهندسی اعصاب

۷. Sörnmo, L., & Laguna, P. (۲۰۰۵). *Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications* (Vol. ۸). Academic press.
۸. Sanei, S., & Chambers, J. A. (۲۰۱۳). *EEG signal processing*. John Wiley & Sons.
۹. Shiavi, R. (۲۰۱۰). *Introduction to applied statistical signal analysis: Guide to biomedical and electrical engineering applications*. Elsevier.
۱۰. Cavarro-Menard, C., & Nait-Ali, A. (۲۰۰۸). *Compression of biomedical images and signals* (p. ۲۸۸). Wiley-ISTE.
۱۱. Mertins, A., & Mertins, D. A. (۱۹۹۹). *Signal analysis: wavelets, filter banks, time-frequency transforms and applications* (pp. ۲۶۵-۲۹۸). New York: Wiley.
۱۲. Duda, R. O., Hart, P. E., & Stork, D. G. (۲۰۰۱). *Pattern Classification*: Wiley Interscience. NY, USA.
۱۳. Moody, G. B., Mark, R. G., & Goldberger, A. L. (۲۰۰۱). PhysioNet: a web-based resource for the study of physiologic signals. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 20(۳), ۷۰-۷۵.



عنوان درس به فارسی:		مدلسازی سیستم‌های زیستی	
عنوان درس به انگلیسی:		Modeling of Biological Systems	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	نوع درس و واحد	
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ پایه ☒ نظری	
تعداد واحد:	۳	☐ تخصصی ☒ اختیاری	
تعداد ساعت:	۴۸	☐ نظری-عملی ☐ رساله / پایان‌نامه	

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

هدف کلی:

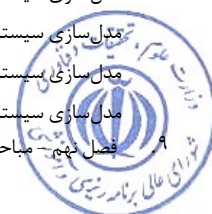
-آشنایی با اصول و پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس
۲. تفهیم سرفصل‌های ذیل

پ)مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. فصل اول
کلیات
تعاریف اولیه و اصطلاحات
انواع مدل‌ها
روش‌های مدل‌سازی (تحلیلی و تجربی)
۲. فصل دوم
مدل‌سازی تحلیلی مراحل مدل‌سازی تحلیلی
سیستم‌های آنالوگ الکتریکی، مکانیکی، شیمیایی، ...
مدل‌های فشرده و گسترده
مدل‌های غیر خطی
۳. فصل سوم
مروری بر احتمالات و آمار
متغیرهای تصادفی
فرآیندهای اتفاقی
مدل‌های آماری و آزمون فرضها
۴. فصل چهارم – مدل‌سازی تجربی (شناسایی سیستم)
روش‌های کلاسیک زمانی و فرکانسی (پاسخ ضربه، پاسخ پله، پاسخ فرکانسی)
روش آنالیز همبستگی (Correlation Analysis)
روش تخمین طیف
روش‌های پارامتری
۵. فصل پنجم – روش‌های تخمین پارامترها (Parameter Estimation)
روش حداقل مربعات (Least Squares)
روش متغیرهای ابزاری (Instrumental Variable)
روش ماکزیمم احتمال (Maximum Likelihood)
روش خطای پیش‌بینی (Prediction Error Method)
۶. فصل ششم – مدل‌سازی در فضای حالت
۷. فصل هفتم – انتقال مواد در بدن و مدل‌های آن
انتقال مواد توسط جریان سیال
انتقال مواد توسط نفوذ
مدل‌های بخشی (Compartmental Models)
۸. فصل هشتم – نمونه‌هایی کاربردی از مدل‌سازی سیستم‌های زیستی و فیزیولوژیک
مدل‌سازی سیستم گردش خون (مدل پالسی، مدل غیرپالسی)
مدل‌سازی سیستم تنفسی (فیزیولوژی تنفس، مدل مکانیکی، مدل الکتریکی)
مدل‌سازی سیستم انتقال حرارت بدن (مکانیزم‌های انتقال حرارت، مدل انتقال حرارت)
۹. فصل نهم – مباحث جدید در خصوص مدل‌سازی سیستم‌های غیرخطی و زیستی می‌تواند در قالب سمینارهای دانشجویی ارائه گردد



ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از روش‌های نوین و تعاملی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیمسال

آزمون پایان نیمسال

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم‌افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی :

۱. ف. توحیدخواه، گ. بغدادی، مدلسازی سیستم‌های زیستی، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۴۰۰

۲. Haefner, J. W. (۲۰۱۵). *Modeling biological systems:: principles and applications*. Springer Science & Business Media.
۳. Dokholyan, N. V. (Ed.). (۲۰۱۲). *Computational modeling of biological systems: from molecules to pathways*. Springer Science & Business Media.
۴. Bernard, A. P. (۲۰۰۸). *Modeling biological systems from heterogeneous data*. Duke University.
۵. Rao, V. S. H., & Rao, P. R. S. (۲۰۰۹). *Dynamic models and control of biological systems*. Springer Science & Business Media.
۶. Rideout, V. C. (۱۹۹۱). *Mathematical and computer modeling of physiological systems* (p. ۷۱). Englewood Cliffs, NJ:: Prentice Hall.
۷. James, D. (۱۹۸۳). BASIC microcomputer models in biology. *BIOCHEMICAL EDUCATION*, 11, ۱.
۸. Randall, J. E. (۱۹۸۷). *Microcomputers and physiological simulation*. Raven Press.
۹. Milhorn, H. T. (۱۹۶۶). Application of control theory to physiological systems.
۱۰. Luing, L. (۱۹۹۱). System Identification. Theory for the users. *Science, Moscow*.
۱۱. Ljung, L., & Glad, T. (۱۹۹۴). *Modeling of dynamic systems*. Prentice-Hall, Inc..
۱۲. Norton, J. P. (۲۰۰۹). *An introduction to identification*. Courier Corporation.
۱۳. Ljung, L., & Soderstrom, T. (۱۹۸۶). *Theory and Practise of Recursive Identification*. The MIT Press, Cambridge.
۱۴. Stoica, P., & Söderström, T. (۱۹۸۹). *System Identification. Prentice-Hall International*.



سیستم‌های تصویرگر پزشکی		عنوان درس به فارسی:	
Medical Imaging Systems		عنوان درس به انگلیسی:	
نظری ☐	پایه ☐	دروس پیش‌نیاز:	
پردازش سیگنالهای دیجیتال – فرآیندهای اتفاقی		ندارد	
عملی ☐	تخصصی ☐	تعداد واحد:	
نظری-عملی ☐	اختیاری ☒	۳	
رساله / پایان‌نامه ☐		تعداد ساعت:	
		۴۸	

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

هدف کلی:

-آشنایی با اصول و پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس
۲. تفهیم سه فصل های ذیل

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مروری بر سیستم های خطی و تبدیل فوریه
۲. فیزیک رادیولوژی به وسیله اشعه X
۳. بررسی اثرات منبع اشعه X در تصویربرداری
۴. بررسی قدرت تفکیک ضبط کننده اشعه X
۵. بررسی نویز در تصویر اشعه X
۶. توموگرافی حرکتی و توموگرافی به کمک کامپیوتر (CT)
۷. تصویربرداری از منابع اشعه در داخل بدن (پزشکی هسته ای)
۸. اصول تصویر بر روی مافوق صوت
۹. اصول تصویربرداری مافوق صوت به کمک مبدل آرایه ای
۱۰. اصول تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI)

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از روشهای نوین و تعاملی

(ث) راهبردهای ارزشیابی، (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیمسال
آزمون پایان نیمسال

بر اساس نظر استاد
بر اساس نظر استاد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرمافزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی :

1. Prince, J. L., & Links, J. M. (1991). Medical imaging signals and systems: Pearson Prentice Hall Upper Saddle River.
2. Macovski, A. (1987). *Medical imaging systems*. Prentice Hall.
3. Leondes, C. T. (Ed.). (1998). *Medical Imaging Systems Technology Volume 5: Methods In Cardiovascular And Brain Systems*. World Scientific.
4. Epstein, C. L. (1998). Introduction to the Mathematics of Medical Imaging 2nd edn (Philadelphia, PA: SIAM) Go to reference in article.



عنوان درس به فارسی: اولتراسوند و کاربرهای آن در مهندسی پزشکی		عنوان درس به انگلیسی: Ultrasound and Its Applications in Biomedical Engineering	
نوع درس و واحد			
نظری ☒	پایه ☐	ندارد	دروس پیش نیاز:
عملی ☐	تخصصی ☐	ندارد	دروس هم نیاز:
نظری-عملی ☐	اختیاری ☒	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

-آشنایی با اصول و پایه های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس
۲. تفهیم سر فصل های ذیل

پ)مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه

تاریخچه، طبیعت فیزیکی حرکت موج آکوستیکی، معادلات حاکم بر انتشار موج در سیالات، انتشار در مایعات و جامدات، امپدانس - دانسیته انرژی - شدت - فشار تشعشعی، تفرق، تضعیف، جذب، پراکنش - وابستگی سرعت صوت به فرکانس

۲. اساس تئوریک محاسبه میدان آکوستیکی

معادله تفرق ریلی - سامرفیلد، انتگرال ریلی، روش طیف زاویه ای، روش های انتگرالی، روش پاسخ ضربه، روش های تقریبی، کاهش اثر لوب های جانبی، اثر تضعیف

۳. اولتراسوند غیرخطی

تحریک سینوسی، ایجاد هارمونی ها، ایجاد امواج شوک، اثرات غیرخطی - تضعیف - تفرق، روش های عددی و نتایج آنها

۴. پراکنش

سطح مقطع پراکنش، روش محاسبه انتگرالی، معادلات پراکنش در حوزه زمان، پاسخ پاس، اکو، پراکنش یک بعدی

۵. مبدل های اولتراسوند

روش های مختلف تولید و آشکار سازی اولتراسوند، اثر مستقیم و معکوس پیزوالکتریک، معادلات مشخصه پیزوالکتریک، مبدل های پلیمری و سرامیکی، روش های بهبود مشخصه های مبدل ها، پاسخ گذاری مبدل ها، مدار معادل مبدل ها، نکات مهم در مورد نویز مبدل ها

۶. تصویربرداری اولتراسوند

خواص آرایه ها، آرایه ها برای تصویربرداری دو بعدی و سه بعدی، روش های A-B-Mode، نویز فلفل نمکی، اجزا سیستم تصویر بردار مکانیکی-قطاعی، اجزا سیستم تصویر بردار آرایه ای، قدرت تفکیک-کنتراست و SNR در سیستم های تصویر برداری، امواج ارسالی کد شده، تصویر برداری غیر خطی، اولتراسوند الاستوگرافی، میکروسکوپ های اولتراسوند

۷. اندازه گیری جریان خون و داپلر

روش اندازه گیری زمان عبور و تأخیر فاز، معادله داپلر برای پراکننده های متحرک، سیستم های داپلر موج پیوسته، مشخصه های سیگنال داپلر، داپلر موج پالسی، تصویربرداری رنگی جریان

۸. HIUF

اساس کار اولتراسوند با شدت بالا، کاربردها

۹. ایمنی اولتراسوند

اثرات گرمایی اولتراسوند، اثرات مکانیکی اولتراسوند، تعریف پارامترهای شدت مکانی، زمانی، روش های اندازه گیری اولتراسوند

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از روشهای نوین و تعاملی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالتهای کلاسی در طول نیمسال

آزمون پایان نیمسال

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Hill, C. R., Bamber, J. C., & ter Haar, G. R. (Eds.). (۲۰۰۴). Physical principles of medical ultrasonics.
۲. Shung, K. K. (۲۰۱۰). Diagnostic ultrasound: Imaging and blood flow measurements. CRC press.
۳. Shung, K. K., Smith, M. B., & Tsui, B. M. (۲۰۱۲). Principles of medical imaging. Academic Press.
۴. Kremkau, F. W. (۱۹۹۰). Doppler effect. Doppler Ultrasound: Principles and Instruments, ۸۹-۹۷.



عنوان درس به فارسی:		کنترل سیستم‌های زیستی	
عنوان درس به انگلیسی:		Control of Biological Systems	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	نوع درس و واحد	
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ نظری ☐ پایه	
تعداد واحد:	۳	☐ عملی ☐ تخصصی	
تعداد ساعت:	۴۸	☐ نظری-عملی ☒ اختیاری	
		رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

-آشنایی با اصول و پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس
۲. تفهیم سر فصل‌های ذیل

(پ)مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای درباره ماهیت و عملکرد سیستم های زیستی
۲. خصوصیات انواع سیستم های زیستی (عوامل غیر خطی ، تنظیم کننده ها چند متغیره بودن و...)
۳. سیستم های کنترل هایبرید و سوئیچینگ
۴. سیستم های گسترده و سلسله مراتبی
۵. سیستم های کنترل عصبی عضلانی (سیستم حرکتی، حرکات چشم و...)
۶. سیستم کنترل قلبی عروقی
۷. سیستم کنترل تنفس
۸. سیستم کنترل گلوکز انسولین و سیستم های غدد درون ریز (endocrine)

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از روشهای نوین و تعاملی

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالتهای کلاسی در طول نیمسال
آزمون پایان نیمسال

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

(چ) فهرست منابع پیشنهادی :

۱. Milsom, J. H. (۱۹۶۶). Biological control systems analysis.
۲. Delucchi, V. L. (Ed.). (۱۹۷۶). *Studies in biological control* (Vol. ۹). CUP Archive.
۳. Iglesias, P. A., & Ingalls, B. P. (Eds.). (۲۰۱۰). *Control theory and systems biology*. MIT press.
۴. Rosenstein, G. Z. (۲۰۱۳). *Income and Choice in Biological Control Systems: A Framework for Understanding the Function and Dysfunction of the Brain*. Psychology Press.



عنوان درس به فارسی:		پردازش تصاویر پزشکی
عنوان درس به انگلیسی:		Medical Image Processing
دروس پیش نیاز:	سیگنال ها و سیستم ها	
دروس هم نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
نوع درس و واحد		
☐ نظری	☐ پایه	
☐ عملی	☐ تخصصی	
☐ نظری-عملی	☒ اختیاری	
رساله / پایان نامه		

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

هدف کلی:

-آشنایی با اصول و پایه های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس
۲. تفهیم سر فصل های ذیل

پ (مباحث یا سرفصل ها):

۱. مروری بر تصویرگری پزشکی و پردازش تصویر
مروری کوتاه بر مدالیت های پزشکی و معرفی تصاویر چندبعدی، چند طیفی و چند شیوه ای پزشکی
معرفی اجمالی روش های پردازش تصاویر
۲. مروری بر مفاهیم ریاضی
هندسه منحنی و سطوح
جبر تغییرات و بهینه سازی
معادلات Euler Lagrange
تغییر کل Total Variation
قضیه دیورژانس (گاوس) برای تصاویر با تغییرات محدود
تئوری پترن، مبانی تشخیص الگو، احتمال بیژن، مدل های ترکیبی GMM، خوشه بندی
آنالیز موجک و مالتی رزولوشن
نظریه تجزیه تنک
۳. روش های بهبود کیفیت تصاویر پزشکی (Medical Image Noise Removal and Enhancement)
فیلترینگ خطی و غیر خطی کاهنده نویز
روش های مبتنی بر دیفیوژن (غیر خطی و غیر ایزوتروپیک)
کاهش نویز بر اساس Wavelet
بهبود کیفیت تصاویر پزشکی در حوزه فرکانس و مکان
۴. بخش بندی تصاویر پزشکی (Medical Image Segmentation)
تکنیک های آماری
مدل های مبتنی بر ناحیه
مدل های شکل پذیر و کانتور فعال (پارامتری و هندسی)
بخش بندی تصاویر بر اساس اطلس (atlas)
۵. انطباق و درون یابی تصاویر (Medical Image Registration and Interpolation)
روش های مبتنی بر مدل
روش های مبتنی بر ویژگی
مباحث پیشرفته در پردازش تصاویر پزشکی
۶. ادغام یا همجوشی تصاویر، انطباق درون و بین فردی، انطباق درون و بین شیوه ای ...
قسمت مباحث پیشرفته به انتخاب استاد است و عناوین ذکر شده جنبه پیشنهادی دارد.

ت (راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف):

استفاده از روش های نوین و تعاملی

ث (راهنماهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت های کلاسی در طول نیمسال
آزمون پایان نیمسال
بر اساس نظر استاد
بر اساس نظر استاد

ج (ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه):

استفاده از امکانات و روش های سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ (فهرست منابع پیشنهادی):

۱. Dhawan, A. P., Huang, B. H., & Kim, D. S. (Eds.). (۲۰۰۸). *Principles and advanced methods in medical imaging and image analysis*. World Scientific.



برنامه درسی دکتری مستقیم علوم و مهندسی اعصاب

۲. Rangayyan, R. M. (۲۰۰۴). *Biomedical image analysis*. CRC press.
۳. Chan, T. F., & Shen, J. (۲۰۰۵). *Image processing and analysis: variational, PDE, wavelet, and stochastic methods*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
۴. Deserno, T. M. (۲۰۱۰). Fundamentals of biomedical image processing. In *Biomedical Image Processing* (pp. ۱-۵۱). Springer, Berlin, Heidelberg.
۵. Yoo, T. S. (۲۰۰۴). *Insight into images: principles and practice for segmentation, registration, and image analysis*. AK Peters Ltd.



عنوان درس به فارسی: تصویربرداری تشدید مغناطیسی MRI		عنوان درس به انگلیسی: Magnetic Resonance Imaging
نوع درس و واحد	پایه ☐ نظری ☒	پردازش سیگنالهای دیجیتال
دروس پیش نیاز:	تخصصی ☐ عملی ☐	ندارد
دروس هم نیاز:	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳
تعداد واحد:	رساله / پایان نامه ☐	۴۸
تعداد ساعت:		

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

هدف کلی:

-آشنایی با اصول و پایه های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس
۲. تفهیم سر فصل های ذیل

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. تصویربرداری تشدید مغناطیسی در یک نگاه کلی
۲. سیستم و سخت افزار MRI میدان های مغناطیسی و کوئل ها
۳. اسپین هسته و زمان های استراحت (ریلکسیشن)، توصیف کلاس NMR و معادله پلاک (Bloch)
۴. پدیده تشدید مغناطیسی هسته، تحریک با امواج RF، دریافت سیگنال
۵. میدان های گرادیان پالسهای RF اولیه، سیگنال مختلط و ریاضیات مربوطه
۶. سیگنال ها و رشته پالسهای مقدماتی (متداول)
۷. چرخش آزاد (FID)، اشباع و بازیافت معکوس
۸. انعکاس اسپین (SE)، انعکاس توسط کادیان (GRE)
۹. پالس های تکرار شونده (Steady State)، روش های تخصیص مکانی و ایجاد تصویر در MRI
۱۰. مکان یابی سیگنال ۱: انتخاب برش و کدینگ فرکانس
۱۱. مکان یابی سیگنال ۸: کدینگ فاز، تصویرگری ۱ بعدی
۱۲. دریافت سیگنال و بازسازی تصویر در MRI
۱۳. دمدولاسیون سیگنال و بازسازی تصویر با تبدیل فوریه
۱۴. کنتراست در تصاویر MRI
۱۵. رزولوشن، سیگنال به نویز و آرتیفکت های متداول در تصاویر MRI
۱۶. تصویربرداری سریع در MRI
۱۷. سخت افزار و ایمنی در MRI
۱۸. مروری بر مسائل پیشرفته

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از روشهای نوین و تعاملی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت های کلاسی در طول نیمسال
آزمون پایان نیمسال
بر اساس نظر استاد
بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Zhi-Pei Liang, & Lauterbur, P. C. (۲۰۰۰). *Principles of magnetic resonance imaging: a signal processing perspective*. "The" Institute of Electrical and Electronics Engineers Press.
۲. Bernstein, M. A., King, K. F., & Zhou, X. J. (۲۰۰۴). *Handbook of MRI pulse sequences*. Elsevier.
۳. Elster, A. D., & Burdette, J. H. (۲۰۰۱). *Questions and answers in magnetic resonance imaging* 2nd. Ed. St Louis.



عنوان درس به فارسی:		رباتیک پزشکی
عنوان درس به انگلیسی:		Medical Robotics
دروس پیش نیاز:	بسته به نظر استاد	نوع درس و واحد
دروس هم نیاز:	ندارد	پایه ☐ نظری ☒
تعداد واحد:	۳	تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
		رساله / پایان نامه ☐

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

هدف کلی:

-آشنایی با اصول و پایه های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس

۲. تفهیم سرفصل های ذیل

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه و کلیات (اصول کار رباتها)
۲. مقدمات ریاضی
۳. سیستماتیک مستقیم و معکوس
۴. مروری بر دینامیک حرکت ربات های سری
۵. کنترل موقعیت ربات ها
۶. کنترل نرمی (Flexibility) در بازو و مفصل
۷. کنترل نیرو (Hybrid Control, Force Control, Imp Control, Hybrid Imp Control)
۸. مدلسازی بافت (Tissue) از دیدگاه حرکت (مدلسازی استاتیکی، مدلسازی دینامیکی با مشتقات جزئی)
۹. هپتیک و جابجایی نیرو
۱۰. روشهای مسیریابی در انسان و ربات
۱۱. ربات های هوشمند
۱۲. کنترل ربات از راه دور (Tele Robotics)
۱۳. کاربرد ربات ها در جراحی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از روشهای نوین و تعاملی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالتهای کلاسی در طول نیمسال
بر اساس نظر استاد
آزمون پایان نیمسال
بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Troccaz, J. (Ed.). (۲۰۱۳). *Medical robotics*. John Wiley & Sons.
۲. Niku, S. B. (۲۰۲۰). *Introduction to robotics: analysis, control, applications*. John Wiley & Sons.
۳. Hyland, T. (۲۰۰۷). *Scientific and Medical Robots*. Macmillan Education AU.
۴. Faust, R. A. (Ed.). (۲۰۰۷). *Robotics in surgery: history, current and future applications*. Nova Publishers.
۵. Spong, M. W., & Vidyasagar, M. (۲۰۰۸). *Robot dynamics and control*. John Wiley & Sons.
۶. Kumar, S., & Marescaux, J. (Eds.). (۲۰۰۸). *Telesurgery*. Springer Science & Business Media.
۷. Gharagozloo, F., Patel, V. R., Giulianotti, P. C., Poston, R., Gruessner, R., & Meyer, M. (Eds.). (۲۰۲۱). *Robotic surgery*. Springer Nature.
۸. Rosen, J., Hannaford, B., & Satava, R. M. (Eds.). (۲۰۱۱). *Surgical robotics: systems applications and visions*. Springer Science & Business Media.
۹. Craig, J. J. (۲۰۰۵). *Introduction to robotics: mechanics and control*. Pearson Education.



عنوان درس به فارسی: کنترل سیستمهای عصبی - عضلانی		
عنوان درس به انگلیسی: Neuro-Muscular Systems Control		نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	ندارد	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:	ندارد	تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعات:	۴۸	رساله / پایان نامه ☐

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

هدف کلی:

-آشنایی با اصول و پایه های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس
۲. تفهیم سر فصل های ذیل

(پ) مباحث یا سرفصل ها :

۱. کلیات
 - حرکت و انواع آن
 ۲. فیزیولوژی حرکات و مراکز حرکتی عضلات
 - نخاع
 - مراکز حرکتی در مغز
 - قشر حرکتی
 - شبکه های پیازی
 - سنسورهای حرکتی
 - دوک عضلانی
 - تاندون عضلانی
 - گیرنده های مفصل
۳. فرضیه ها، تئوری ها و استراتژی های حرکات
 - Centralism
 - Prepheralism
 - Motor Program
 - Equilibrium Hypothesis
 - Impedance Control
۴. حرکات های متناوب و راه رفتن
 - ویژگی های راه رفتن
 - Central Pattern Generator
۵. یادگیری حرکت و مدل های ارائه شده برای حرکت (مدل های مفهومی و محاسباتی)
 - Motor Learning
 - مدل های ارائه شده
 - Internal Model
 - Smith Predictor
 - Model Predictive Control
۶. سیگنال های الکتریکی ماهیچه ای (EMG)
۷. ارتباط بین سیستم های حرکتی و شناختی (توجه ، حافظه، تصمیم گیری، طرح ریزی، مسیریابی)
۸. تلفیق اطلاعات حسی
۹. سیستم حرکات چشم
۱۰. سیستم های گفتار و نوشتار
۱۱. تحلیل و بیماری های حرکتی از دیدگاه های مهندسی
 - Parkinson
 - Huntington
 - ALS
۱۲. سیستم های تحریک الکتریکی عصبی و عضلانی
 - FES



ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از روشهای نوین و تعاملی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیمسال بر اساس نظر استاد

آزمون پایان نیمسال بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه :

استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرمافزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی :

۱. توحیدخواه، ف.، محمد علی مرغی، ی.، لحیم گر زاده، ن. و بغدادی، گ.، مدلسازی و کنترل سیستم‌های عصبی-عضلانی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر ۱۴۰۰.
۲. Stark, L. (۲۰۱۲). Neurological control systems: Studies in bioengineering. Springer Science & Business Media.
۳. Basmajian, J. V. (۱۹۸۵). Muscle alive. Muscle Interactions, ۲۲۳-۲۴۵.
۴. Brooks, V. B. (۱۹۸۶). The neural basis of motor control. Posture and Locomotion, ۱۶۰-۱۸۰.
۵. Winters, J. M., & Woo, S. L. (Eds.). (۲۰۱۲). Multiple muscle systems: biomechanics and movement organization. Springer Science & Business Media.
۶. Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (۱۹۹۵). Theory and practical applications. Motor Control.
۷. Schmidt, R. A., Lee, T. D., Winstein, C., Wulf, G., & Zelaznik, H. N. (۲۰۱۸). Motor control and learning: A behavioral emphasis. Human kinetics.
۸. Schmidt, R. A., & Wrisberg, C. A. (۲۰۰۸). Motor learning and performance: A situation-based learning approach. Human kinetics.
۹. Shadmehr, R., & Wise, S. P. (۲۰۰۴). The computational neurobiology of reaching and pointing: a foundation for motor learning. MIT press.



عنوان درس به فارسی:		سیستم های فازی	
عنوان درس به انگلیسی:		Fuzzy Systems	
دروس پیش نیاز:		ندارد	
دروس هم نیاز:		ندارد	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
نوع درس و واحد			
☐ نظری	☐ پایه		
☐ عملی	☐ تخصصی		
☐ نظری-عملی	☒ اختیاری		
رساله / پایان نامه			

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

هدف کلی:

-آشنایی با اصول و پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس
۲. تفهیم سرفصل‌ها

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر مجموعه های فازی
۲. ریاضیات فازی:

تعا، بف

عملیات فازی

ارتباط های فازی

متغیرهای کلامی و متغیرهای فازی

نحوه ارتباط بین متغیرها در منطق فازی (گزاره های شرطی)

ساخت مدل های فازی برای قوانین کلامی

۳. منطق فازی و استدلال تقریبی
۴. کاربرد منطق فازی در کنترل سیستم ها
۵. کاربرد منطق فازی در طبقه بندی
۶. کاربرد منطق فازی در مدل سازی
۷. کاربرد منطق فازی در پردازش سیگنال و تشخیص
۸. ترکیب سیستم های فازی، شبکه های عصبی و الگوریتم ژنتیک
۹. تکنولوژی فیوژن: شبکه عصبی، فازی، ژنتیک الگوریتم، سیستم های آشوب گونه و کاربردها

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از روشهای نوین و تعاملی،

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیمسال
بر اساس نظر استاد

آزمون پایان نیمسال بر اساس نظر استاد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرمافزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی :

1. Nedjah, N., & de Macedo Mourelle, L. (2005). *Fuzzy systems engineering: theory and practice* (Vol. 111). Springer Science & Business Media.
2. Jin, Y. (2003). *Advanced fuzzy systems design and applications* (Vol. 112). Springer Science & Business Media.
3. Buckley, J. J. (2005). *Simulating fuzzy systems* (Vol. 111). Springer Science & Business Media.
4. Rutkowski, L. (2006). Flexible neuro-fuzzy systems: structures, learning and performance evaluation, vol. 111.
5. Fullér, R. (2000). *Introduction to neuro-fuzzy systems* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
6. Melo-Pinto, P., Teodorescu, H. N., & Fukuda, T. (2003). *Systematic organisation of information in fuzzy systems*.
7. Cord, O. (2001). *Genetic fuzzy systems: evolutionary tuning and learning of fuzzy knowledge bases* (Vol. 11). World Scientific.
8. Sanchez, E., Shibata, T., & Zadeh, L. A. (1999). *Genetic algorithms and fuzzy logic systems: Soft computing perspectives* (Vol. 11). Springer Science & Business Media.



عنوان درس به فارسی:		جداسازی کور منابع	
عنوان درس به انگلیسی:		Blind Source Separation	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم نیاز:	ندارد	تخصصی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه ☐	

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

هدف کلی:

-آشنایی با اصول و پایه های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس

۲. تفهیم سرفصل های ذیل

پ(مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه: نمایش خطی داده های چندمتغیره، جداسازی کور منابع، آنالیز مولفه مستقل و تاریخچه آنها.

۲. مفاهیم پایه و مقدمات ریاضی

مقدماتی بر جبر خطی

مقدماتی بر آمار احتمال شامل چند قضیه تابع مشخصه، روش های تخمین تابع چگالی از روی داده مبانی از High Order

Statistic با تاکید بر کمولان ها (Cumulant) و ممان های مرتبه بالا

بردارهای تصادفی و استقلال، گرادیان ها و روش های بهینه سازی، تئوری تخمین، تئوری اطلاعات

آنالیز مولفه های اساسی و سفید کردن

۳. روش های جداسازی کور منابع

تاریخچه جداسازی

روش مبتنی بر کمولان های مرتبه ۴

جداسازی مخلوط کانوالتیو (حافظه دار)

جداسازی مخلوط های غیر خطی

الگوریتم مبتنی بر ناهمبستگی غیر خطی در جداسازی کور منابع

روش های شبه کور: روش های مبتنی بر همبستگی زمانی

روش مبتنی بر متناوب بودن

روش های مبتنی بر نمایش تنک

معرفی آنالیز مولفه های مستقل

بیشینه کردن خاصیت غیر گوسی

تخمین حداکثر درست نمایی (Maximum Likelihood)

بیشینه کردن اطلاعات متقابل

روش های تنسوری (Tensorial Methods)

همبستگی غیر خطی و PCA غیر خطی

مقایسه روش های اصلی ICA

۴. ملاحظات عملی در روش های ICA

ICA غیر خطی

اثر نویز

۵. کاربردهای ICA در پزشکی

جداسازی سیگنال ECG

نقشه برداری مغز، پردازش سیگنال EEG و MEG، پردازش سیگنال FMRI و تجزیه سیگنال های EMG

حذف نویز و اثر واسط در سیگنال های حیاتی چند سنسوری

جداسازی سیگنال های صوتی (Cocktail Party Problem)

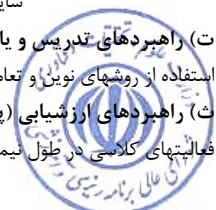
سایر کاربردها: سیستم های مخابرات دیجیتال، استخراج ویژگی، بازسازی تصاویر و..

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از روش های نوین و تعاملی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالتهای کلاسی در طول ترمسال بر اساس نظر استاد



۱. Hyvarinen, A., Karhunen, J., & Oja, E. (۲۰۰۱). Independent component analysis and blind source separation.
۲. Cichocki, A., & Amari, S. I. (۲۰۰۲). *Adaptive blind signal and image processing: learning algorithms and applications*. John Wiley & Sons.
۳. Naik, G. R., & Wang, W. (۲۰۱۴). Blind source separation. *Berlin: Springer, 10*, ۹۷۸-۳.
۴. Yu, X., Hu, D., & Xu, J. (۲۰۱۳). *Blind source separation: theory and applications*. John Wiley & Sons.
۵. Makeig, S., & Onton, J. (۲۰۱۱). ERP features and EEG dynamics: an ICA perspective. In *Oxford handbook of event-related potential components*. Oxford Univ. Press.
۶. Luck, S. J., & Kappenman, E. S. (Eds.). (۲۰۱۱). *The Oxford handbook of event-related potential components*. Oxford university press.



عنوان درس به فارسی: فرآیندهای اتفاقی		عنوان درس به انگلیسی: Stochastic Processes
نوع درس و واحد	پایه ☐ نظری ☒	پردازش سیگنالهای دیجیتال
دروس پیش نیاز:	ندارد	
دروس هم نیاز:	ندارد	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	

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

هدف کلی:

-آشنایی با اصول و پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوز ☐ تخصصی درس
۲. تفهیم سرفصل‌های ذیل

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تئوری احتمالات و کاربرد آن
۲. اصول فرآیندهای اتفاقی
۳. تئوری سیگنال و نویز
۴. تجزیه و تحلیل فرآیندهای اتفاقی در حوزه زمان
۵. توابع همبستگی
۶. فرآیندهای گوسی و حرکت براونی
۷. فرآیندهای گسسته
۸. فرآیند پواسون
۹. فرآیندهای مارتینگل و مارکف
۱۰. ایستایی و ارگادیسیتی فرآیندهای اتفاقی
۱۱. نمایش متعامد فرآیندهای اتفاقی
۱۲. فیلتر نمودن فرآیندهای اتفاقی
۱۳. تجزیه و تحلیل فرآیندهای اتفاقی در حوزه فرکانس
۱۴. چگالی طیفی و خواص آن
۱۵. اصول فرضیه‌های مربوط به نویز گوسی
۱۶. نویز سفید
۱۷. کاربرد فرآیندهای اتفاقی در مهندسی پزشکی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

استفاده از روشهای نوین و تعاملی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیمسال
آزمون پایان نیمسال
بر اساس نظر استاد
بر اساس نظر استاد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

استفاده از امکانات و روشهای سمعی-بصری و نرم‌افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی :

۱. Krishnan, V. (۲۰۱۵). *Probability and random processes*. John Wiley & Sons.
۲. Ludeman, L. C. (۲۰۰۳). *Random processes: filtering, estimation, and detection*. John Wiley & Sons, Inc..
۳. Ibe, O. (۲۰۱۴). *Fundamentals of applied probability and random processes*. Academic Press.
۴. Gray, R. M., & Gray, R. M. (۲۰۰۹). *Probability, random processes, and ergodic properties* (Vol. ۱). New York, NY, USA:: Springer.
۵. Miller, S., & Childers, D. (۲۰۱۲). *Probability and random processes: With applications to signal processing and communications*. Academic Press.

