



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



برنامه درسی رشته

مهندسی پزشکی

Biomedical Engineering

مقطع تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری)



گرایش‌های کارشناسی ارشد:

Bioelectric		بیوالکتریک
Biomechanics		بیومکانیک
Biomaterial		بیومتریال
Tissue Engineering		مهندسی بافت
Rehabilitation Engineering		مهندسی توانبخشی
Sport Engineering		مهندسی ورزش
Medical Information Engineering		مهندسی اطلاعات پزشکی
Neurocognitive Engineering		مهندسی عصبی-شناختی

دکتری بدون گرایش

برنامه درسی مرجع

گروه فنی و مهندسی
کارگروه تخصصی مهندسی پزشکی





نام رشته: مهندسی پزشکی

عنوان گرایش ها: (۱) بیوالکتریک، (۲) بیومکانیک، (۳) بیومتریال، (۴)

مهندسی بافت، (۵) مهندسی توانبخشی، (۶) مهندسی ورزش، (۷)

مهندسی اطلاعات پزشکی، (۸) مهندسی عصبی-شناختی

گروه: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکتری تخصصی

کارگروه تخصصی: مهندسی پزشکی

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی: کارگروه تخصصی مهندسی پزشکی

تاریخ تصویب: ۱۴۰۳/۰۵/۲۱

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی پزشکی گرایش های (۱) بیوالکتریک، (۲) بیومکانیک، (۳) بیومتریال، (۴) مهندسی بافت، (۵) مهندسی توانبخشی، (۶) مهندسی ورزش، (۷) مهندسی اطلاعات پزشکی، (۸) مهندسی عصبی-شناختی و دوره دکتری مهندسی پزشکی (بدون گرایش) در جلسه شماره ۱۸۰ تاریخ ۱۴۰۳/۰۵/۲۱ 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 ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می شوند، قابل اجرا است.

ماده دو - برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی فناوری اطلاعات پزشکی مصوب تاریخ ۱۳۹۷/۱۱/۰۹ شورای آموزشی دانشگاه، رشته مهندسی پزشکی گرایش های (۱) بیوالکتریک، (۲) بیومکانیک، (۳) بیومتریال، (۴) مهندسی بافت، (۵) مهندسی توانبخشی، (۶) مهندسی ورزش، (۷) مهندسی اطلاعات پزشکی، (۸) مهندسی عصبی-شناختی و دوره دکتری مهندسی پزشکی مصوب جلسه شماره ۹۴۴ تاریخ ۱۴۰۰/۰۴/۰۶ شورای عالی برنامه ریزی، منسوخ شده و برنامه درسی بازنگری شده، جایگزین آن ها 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 ها و موسسات آموزش عالی 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 ۱۴۰۴-۱۴۰۵ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر ابوالفضل واحدی

معاون آموزشی و رئیس کمیسیون

دکتر رضا نقی زاده

مدیرکل دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

و دبیر کمیسیون



خلاصه اهم تغییرات

- تغییر دروس آزمون ورودی کارشناسی ارشد و دکتری
- تغییر تعداد واحد رساله در مقطع دکتری
- تعریف دروس الزامی و انتخابی
- تبیین تبصره هایی برای دانشجویان دکتری ورودی از رشته های غیر مرتبط
- مرتفع کردن همپوشانی و تشابه در عنوان و محتوای دروس در تمامی گرایش ها
- بروزرسانی و اضافه کردن دروس جدید به گرایش بیوالکتریک
- بروزرسانی و اضافه کردن دروس جدید به گرایش مهندسی توانبخشی
- اضافه کردن درس «کاربرد پیشرفته هوش مصنوعی و تحول دیجیتال» به تمامی گرایش ها
- اضافه کردن قوانینی جهت گسترش رشته



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



الف) مقدمه

در سالهای اخیر، نوآوری‌های فناورانه با چنان سرعتی در حال پیشرفت است که تقریباً در هر زمینه‌ای از زندگی انسان نفوذ کرده است. پیشرفت در مراقبت‌های پزشکی نیز بسیار چشمگیر بوده است که از جمله علل اصلی آن پیوند بین دو فضای علمی مهندسی و پزشکی را می‌توان برشمرد. این ترکیب موجب ایجاد رشته‌ای به نام مهندسی پزشکی گشته است. مهندسی پزشکی را به طور دقیق چنین تعریف کرده اند: بکارگیری علوم مهندسی برای درک، تغییر، کنترل و مشاهده عملکرد سیستم‌های زنده. در کل مهندسی پزشکی رشته‌ای است که در آن در زمینه علوم مهندسی، زیستی و پزشکی تحقیق و فعالیت میشود تا از طریق روشهای تحلیلی و تجربی مبتنی بر علوم مهندسی سلامت جامعه انسانی بهبود یابد.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف**دوره کارشناسی ارشد:**

دوره کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی شامل تعدادی درس‌های نظری و برنامه تحقیقاتی جهت افزایش اطلاعات نظری و تجربی متخصصان مهندسی پزشکی می‌باشد که زمینه کافی جهت درک و توسعه آنچه در مرزهای فن‌آوری در زمان حال در این رشته‌ها می‌گذرد را فراهم می‌آورد. هدف آن تربیت افرادی است که توانایی لازم جهت طراحی و نظارت بر اجرای پروژه‌های تخصصی در زمینه گرایش مربوط را داشته باشند. همچنین دانش‌آموختگان این دوره توان تحقیقات کافی جهت حل مسائل را که در زمینه حرفه خود با آن مواجه می‌شوند را دارا هستند. دوره کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی متشکل از گرایش‌های (۱) بیوالکتریک، (۲) بیومکانیک، (۳) بیومتریال، (۴) مهندسی بافت، (۵) مهندسی ورزش، (۶) مهندسی توان‌بخشی، (۷) مهندسی اطلاعات پزشکی و (۸) مهندسی عصبی-شناختی است. هشت گرایش فوق دارای برنامه کاملاً مستقل از یکدیگر می‌باشد و انتقال از یک گرایش به گرایش دیگر تابع قوانین انتقال از یک رشته به رشته دیگر وزارت علوم تحقیقات و فن‌آوری می‌باشد.

دوره دکتری:

دوره دکترای مهندسی پزشکی بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی در این زمینه است که به اعطای مدرک می‌انجامد و رسالت آن تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه‌های مختلف علوم و فن‌آوری در گسترش مرزهای دانش و رفع نیازهای کشور مؤثر باشند. این دوره مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیتهای آموزشی و پژوهشی است که کلیه زمینه‌های مرتبط با مهندسی پزشکی و زمینه‌های بین‌رشته‌ای را در بر می‌گیرد. **مدرک خروجی دکترای مهندسی پزشکی** است ولی دانشجویان می‌توانند در زمینه‌های تخصصی (۱) بیوالکتریک، (۲) بیومکانیک، (۳) بیومتریال، (۴) مهندسی بافت، (۵) مهندسی ورزش، (۶) مهندسی توان‌بخشی، (۷) مهندسی اطلاعات پزشکی و (۸) مهندسی عصبی-شناختی - بسته به حوزه‌های پژوهشی موجود در دانشگاه پذیرفته شده - فعالیتهای آموزشی و پژوهشی خود را انجام دهند.

محور اصلی فعالیتهای علمی دوره دکتری، به تناسب موضوع، نظری، تجربی و یا تلفیقی از این دو است. هدف از دوره دکتری مهندسی پزشکی ضمن احاطه یافتن بر آثار علمی مهم در یک زمینه خاص از مهندسی پزشکی رسیدن به یک یا چند مورد از موارد زیر است: (۱) آشنا شدن با روش‌های پیشرفته تحقیق و کوشش برای نوآوری در این زمینه، (۲) دستیابی به جدیدترین منابع علمی، تحقیقاتی و فن‌آوری، (۳) نوآوری در زمینه‌های علمی، تحقیقی و کمک به پیشرفت و گسترش مرزهای دانش، (۴) آموزش در سطوح عالی و (۵) حل مشکلات علمی پیچیده جامعه و جهان در یکی از زمینه‌های مهندسی پزشکی.



شرایط تخصصی گسترش رشته مهندسی پزشکی

با توجه به ماهیت رشته مهندسی پزشکی که لازمه آن همکاری نزدیک بین دانشگاه های علوم پزشکی و دانشگاه های دارای رشته مهندسی می باشد، لازم است مجوز راه اندازی این رشته به دانشگاه هایی داده شود که در آن شهر دانشگاه علوم پزشکی وجود داشته و همکاری جدی در این خصوص بین دو دانشگاه صورت پذیرد. سایر ضوابط راه اندازی این رشته طبق مقررات وزارت عتف می باشد.

معرفی کلی گرایش ها/ زمینه های تخصصی

۱- بیوالکتریک

بیوالکتریک یکی از گرایش های مهندسی پزشکی است که به مطالعه و کاربرد اصول الکتریسیته و الکترونیک در حوزه های زیست شناسی و پزشکی می پردازد. این گرایش شامل طراحی و توسعه دستگاه ها و سیستم های تشخیصی و درمانی مانند ECG، EEG، MRI، و ابزارهای پیشرفته برای مانیتورینگ و ثبت فعالیت های زیستی است. هدف اصلی این گرایش بهبود کیفیت تشخیص و درمان بیماری ها از طریق استفاده از تکنولوژی های الکتریکی و الکترونیکی است. پردازش سیگنال ها و تصاویر پزشکی و همچنین مدلسازی و کنترل سیستم های زیستی از جمله شاخه های تخصصی این گرایش است.

۲- بیومکانیک

بیومکانیک به مطالعه مکانیک سیستم های زیستی می پردازد و اصول فیزیکی و مکانیکی را برای تحلیل و درک رفتارهای زیستی و حرکات بدن انسان به کار می گیرد. این گرایش شامل بررسی نیروها و حرکات در سیستم های عضلانی-اسکلتی، طراحی پروتزها و ارتزها، و توسعه دستگاه های توانبخشی است. بیومکانیک به بهبود عملکرد فیزیکی و درمان آسیب های ورزشی و بیماری های عضلانی-اسکلتی کمک می کند.

۳- بیومتریال

بیومتریال به مطالعه و توسعه مواد سازگار با بافت های زنده بدن انسان می پردازد. این گرایش شامل طراحی و تولید ایمپلنت ها، پروتزها، و مواد جایگزین برای بافت های آسیب دیده است. مواد زیستی باید خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مناسبی داشته باشند تا بتوانند با بافت های بدن سازگار شوند و عملکرد مطلوبی را ارائه دهند.

۴- مهندسی بافت

مهندسی بافت به مطالعه و توسعه روش هایی برای ترمیم یا جایگزینی بافت های آسیب دیده بدن می پردازد. این گرایش شامل استفاده از سلول های بنیادی، مواد زیستی، و فناوری های مهندسی برای ایجاد ساختارهای سه بعدی بافتی است که می توانند در بدن انسان پیوند شوند. هدف مهندسی بافت بهبود و بازسازی بافت های آسیب دیده و ارتقاء کیفیت زندگی بیماران است.

۵- مهندسی ورزش

مهندسی ورزش به کاربرد اصول مهندسی در بهبود عملکرد ورزشی و پیشگیری از آسیب های ورزشی می پردازد. این گرایش شامل طراحی تجهیزات و وسایل ورزشی، تحلیل بیومکانیکی حرکات ورزشی، و توسعه فناوری های پیشرفته برای مانیتورینگ و ارزیابی عملکرد ورزشی است. هدف این گرایش بهبود عملکرد ورزشکاران و کاهش خطرات آسیب های ورزشی است.

۶- مهندسی توان بخشی

مهندسی توان بخشی به طراحی و توسعه دستگاه ها و تکنولوژی هایی می پردازد که به بهبود توانایی های فیزیکی و عملکردی افراد با محدودیت های جسمی و همچنین توان بخشی عصبی-شناختی افراد با اختلالات و بیماری های مغزی کمک می کنند. این گرایش شامل تولید پروتزها، ارتزها، ویلچرهای پیشرفته، و سیستم های مانیتورینگ و آموزش حرکتی و همچنین توسعه



سیستم های توانبخشی عصبی-شناختی است. مهندسی توان بخشی به ارتقاء کیفیت زندگی افراد دارای ناتوانی های جسمی و شناختی و افزایش استقلال آنها کمک می کند.

۷- مهندسی اطلاعات پزشکی

مهندسی اطلاعات پزشکی به مدیریت و تحلیل داده های پزشکی و بهداشتی می پردازد. این گرایش شامل طراحی و توسعه سیستم های اطلاعات سلامت، پایگاه های داده پزشکی، و ابزارهای تحلیل داده های پزشکی برای بهبود تصمیم گیری های بالینی و مدیریتی است. هدف این گرایش ارتقاء کیفیت خدمات بهداشتی و درمانی از طریق بهبود دسترسی و استفاده از اطلاعات پزشکی است.

۸- مهندسی عصبی-شناختی

مهندسی عصبی-شناختی به مطالعه و کاربرد اصول مهندسی در درک و تحلیل سیستم های عصبی و شناختی می پردازد. این گرایش شامل تحقیق و توسعه فناوری هایی برای مانیتورینگ و تحریک سیستم عصبی، تحلیل داده های عصبی و رفتاری و توسعه روش های جدید برای درمان اختلالات عصبی و شناختی است. هدف مهندسی عصبی-شناختی بهبود درک ما از عملکرد مغز و ارتقاء روش های درمانی برای بیماری های عصبی و روانی است.

پ) ضرورت و اهمیت

رشد سریع و روزافزون علوم مختلف در جهان به ویژه در چند دهه اخیر لزوم برنامه ریزی مناسب و تلاش مضاعف جهت هماهنگی با پیشرفت های گسترده علمی و صنعتی را ضروری می سازد. بدون شک خودباوری و استفاده مطلوب از خلاقیت های انسانی و ثروت های ملی از مهم ترین عواملی است که در این راستا می توانند مثر ثمر واقع شوند و در حقیقت با برنامه ریزی مناسب و استفاده از ابزار و امکانات موجود می توان در مسیر ترقی و پیشرفت کشور گام نهاد.

در کشور ما خوشبختانه بعد از پیروزی انقلاب اسلامی و به ویژه در برنامه پنج ساله اول تا پنجم توسعه اقتصادی سرمایه گذاری قابل توجهی در بخش های مختلف صنعت صورت گرفته است که نتایج مثبت آن به تدریج نمایان شده و نظر به روح حاکم در برنامه پنجم و ششم، امید می رود که در سال های آینده بیشتر به ثمر برسند. بدیهی است سرمایه گذاری ها باید صرف ایجاد بستر به منظور تولید فن آوری نه انتقال آن گردد. گرچه انتقال فن آوری ممکن است در کوتاه مدت کارساز باشد، ولی در درازمدت مشکلات را حل نخواهد کرد. بدون تردید پیشرفت صنعتی و حرکت به سویه استقلال و خودکفایی که از اهداف والای انقلاب اسلامی است. بدون توجه کافی به امر تحقیقات میسر نبوده و تحقق مراتب آموزش در بالاترین سطح و پژوهش در مرزهای دانش و استفاده از فن آوری پیشرفته را نشان می دهد.

گروه فنی و مهندسی شورای عالی برنامه ریزی با اتکا به خداوند متعال و با امید به فراهم شدن زمینه های لازم برای ارتقاء در زمینه آموزش های فنی و مهندسی با تجربیات پیشین در تهیه برنامه های درسی، اقدام به بازنگری کلی و اساسی مجموعه تحصیلات تکمیلی مهندسی پزشکی (کارشناسی ارشد و دکتری) نموده است و شرط موفقیت را مشارکت و حمایت شایسته از جانب دانشگاه ها در ارائه این دوره ها، تقویت و گسترش مراکز تحقیقاتی، تأسیس مراکز تحقیق توسعه در صنعت و ارتباط منسجم آن ها با دانشگاه ها می داند. دستیابی به بالاترین سطح از علم و فن آوری گرچه دشوار می باشد، لیکن ضرورتی است که در سایه استعداد های درخشان جوان کشور که تاریخ شاهد بروز شکوفایی آن در مقاطع مختلف بوده است. از یک طرف و اعتقاد عمیق مراکز صنعتی به نیاز به ارتقاء کیفیت تولیدات خود از طرف دیگر به سادگی میسر می نماید.

نظر بر اینکه برنامه تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی پزشکی با در نظر گرفتن آیین نامه دوره های مصوب شورای عالی برنامه ریزی تدوین و بازنگری شده است. از ذکر مواد و تبصره های مندرج در آن آیین نامه خودداری شده است. در برنامه پیوسته کلیه دروس مرتبط به این برنامه است. که الزامات مربوط به برنامه کارشناسی ارشد در هر بخش ارائه شده است.



ت) تعداد و نوع واحدهای درسی**جدول (۱) - توزیع واحدها مقطع کارشناسی ارشد**

تعداد واحد	نوع دروس
۱۲+۲	دروس تخصصی
۱۲	دروس اختیاری
۶	پایان نامه
۳۲	جمع

تبصره ۱: دانشجویان کارشناسی ارشد رشته مهندسی پزشکی موظف هستند که از جدول دروس تخصصی گرایش مربوط به خود، حداقل چهار درس را با موفقیت بگذرانند. اخذ دروس ستاره دار در این جدول، الزامی است. دروس اخذ شده اضافه بر چهار درس، می تواند به عنوان دروس اختیاری منظور شود.

تبصره ۲: دانشجویان کارشناسی ارشد رشته مهندسی پزشکی موظف هستند، درس دو واحدی سمینار را به عنوان یکی از دروس تخصصی بگذرانند.

تبصره ۳: دانشجویان کارشناسی ارشد رشته مهندسی پزشکی موظف هستند که از جدول دروس اختیاری گرایش مربوط به خود ۱۲ واحد را با موفقیت بگذرانند.

تبصره ۴: در دوره کارشناسی ارشد در صورت تأیید استاد راهنما و دانشکده، دانشجو می تواند یکی از دروس اختیاری خود را از سایر گرایش های مهندسی پزشکی یا سایر رشته ها اخذ کند.

جدول (۲) - توزیع واحدها مقطع دکتری

تعداد واحد	نوع دروس
۱۸	دروس تخصصی و اختیاری
۱۸	رساله
۳۶	جمع

تبصره ۵: دانشجویان جدیدالورود به مقطع دکتری که از رشته ها یا گرایش های متفاوتی نسبت به رشته یا زمینه های تخصصی انتخابی خود، وارد مقطع دکتری مهندسی پزشکی می شوند، موظف به رعایت تبصره ۱ هستند.

تبصره ۶: دانشجویان کارشناسی ارشد یا دکتری که در مقاطع قبلی، درسی را گذرانده باشند، در مقطع جدید مجاز به اخذ مجدد آن نمی باشند. تطبیق محتوایی این دروس به عهده گروه تخصصی می باشد.



دوره کارشناسی ارشد:**طول دوره و شکل نظام**

نظام کارشناسی ارشد شامل دو بخش آموزشی و پژوهشی (پایان نامه) است. طول مدت لازم برای تمام کل این دوره ۲ سال است. حداقل و حداکثر مدت مجاز این دوره مطابق آیین نامه دوره کارشناسی ارشد است. نظام آموزشی آن واحدی است و کلیه درس ها و پایان نامه در چهار نیمسال ارائه می شود. زمان هر نیمسال ۱۶ هفته است و مدت تدریس یک واحد نظری ۱۶ ساعت است.

تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد واحدهای درسی و پژوهشی این دوره ۳۲ واحد به شرح زیر است:

- درس های گروه های مهندسی پزشکی بنا بر جداول مربوط به هر گرایش

لازم به توضیح است که با توجه به وسعت و گستردگی تحولات علم و فن آوری در رشته مهندسی پزشکی در دنیا در این برنامه مانند برنامه های همه دانشگاه های معتبر دنیا سعی شده است که ترکیبی از اختیار و الزام ملاک کار قرار گیرد و تفکیک درس ها به سه دسته نیز با توجه به اهمیت و محوری بودن آن ها در شکل دهی بینش و بصیرت دانشجو در فهم و به کارگیری دانش و مهارت های آموزش داده شوند صورت گرفته است و یا با توجه به نظر استادان صاحب نظر. برای دانشکده مجری و در مواردی دانشجویان مقدار معینی از اختیار و انتخاب در چهارچوب های قابل قبول گرایش پیش بینی شده است که با توجه به نیازهای خاص منطقه ای در کشور و یا زمینه های پژوهشی و تجربه های ویژه استادان دانشگاه مجری به اجرا در می آید.

نحوه اخذ واحدهای درسی در دوره کارشناسی ارشد

اخذ واحدهای درسی برای دوره کارشناسی ارشد این گرایش باید طبق جدول های درس های ارائه و همچنین مطابق بندهای زیر باشد.

۱- در دوره کارشناسی ارشد در صورت تأیید استاد راهنما و دانشکده. دانشجو می تواند یک درس خود را از سایر گرایش های مهندسی پزشکی یا سایر رشته ها اخذ کند.

۳- درس سمینار و روش تحقیق (۲ واحد) به عنوان یکی از دروس تخصصی الزامی، همانند سایر درس ها دارای سرفصل است و اصول و روش انجام تحقیق استاد درس تدریس خواهد شد. هدف از این درس ایجاد توانمندی در دانشجو برای ارائه کتبی و شفاهی نتایج یک تحقیق و آشنایی با روش تحقیق می باشد.

۴- با توجه به تحولات سریع علم و فن آوری در این گرایش دو درس تحت عنوان مباحث ویژه تعیین شده است که سرفصل های ویژه و جدید با تصویب محتوا در دانشکده مهندسی پزشکی تحت این عنوان پیش بینی شده به صورت موقت قابل ارائه است که بتواند با تحولات علمی همگام گردد.

۵- اگر دانشکده ای مایل به ارائه یک یا چند درس خاص به صورت دائمی باشد که در لیست درس های ارائه شده توسط برنامه مورد تأیید وزارت نباشد می بایست با سیلابس درس پیشنهادی را پس از اجرای آزمایشی در قالب مباحث ویژه و تأیید مراجع ذیصلاح دانشگاه جهت بررسی و تصویب نهایی به دفتر برنامه ریزی درسی وزارت ارسال نماید.



دوره دکتری:**طول دوره و شکل نظام**

دوره دکتری مهندسی پزشکی دارای دو مرحله آموزشی و پژوهشی (تدوین رساله) می‌باشد. نحوه ورود و خاتمه هر مرحله و حداقل و حداکثر طول دوره مطابق آیین‌نامه دوره دکتری است. در پایان دوره دکترا، مدرک دکترای مهندسی پزشکی اعطا می‌گردد.

مرحله آموزشی و نحوه اخذ واحدهای درسی در دوره دکتری

در مرحله آموزشی دوره دکتری مهندسی پزشکی، گذراندن ۱۸ واحد درسی مطابق آیین‌نامه دوره دکتری از درس‌های دوره‌های تحصیلات تکمیلی (علاوه بر واحدهای قبلی گذرانده شده در مقطع کارشناسی ارشد) اجباری است و دانشجو می‌باید در پایان مرحله آموزشی، علاوه بر واحدهایی که طبق مقررات در دوره کارشناسی ارشد گذرانده است، در سطح درس‌های تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) واحدهایی از حوزه تخصصی اصلی و یا خارج از آن به میزان ذکر شده داشته باشد. مؤسسات آموزشی مجری اختیار دارند که بنا بر آیین‌نامه دوره‌های دکترا در مورد تعداد واحدهای درسی تصمیم‌گیری نمایند. تصمیم موسسه آموزشی در خصوص تعداد دروس دکترا می‌بایست در مورد کلیه دانشجویان دکترای آن دانشکده به طور یکسان اجرا شود.

تبصره ۷: دانشجو موظف است در بدو ورود به دوره، استاد راهنمای خود را انتخاب نماید. در همین زمان کلیات زمینه تحقیقاتی دانشجو و ریز درس‌های مربوطه باید توسط دانشجو و زیر نظر استاد راهنما تهیه و به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده برسد.

مرحله تدوین رساله

دانشجویان بعد از تصویب زمینه کلی تحقیقاتی خود می‌توانند فعالیت‌های پژوهشی خود را آغاز نمایند. مجموع واحدهای درسی و رساله دانشجو ۳۶ واحد است. تمدید مراحل آموزشی و پژوهشی با توجه به سنوات دانشجو و مطابق آیین‌نامه دکتری خواهد بود. ثبت‌نام و اخذ واحدهای رساله لزوماً به معنی تصویب و قبول رساله نیست و ارزیابی رساله مطابق با آیین‌نامه دوره دکتری انجام می‌شود.

تبصره ۸: دانشجو موظف است تا پایان نیمسال چهارم پیشنهاد نهایی رساله خود را با راهنمایی و همکاری اساتید راهنما و مشاور تهیه نماید تا با تأیید استاد راهنما و شورای گروه، در کمیته تخصصی بررسی پیشنهاد رساله مطرح و از چارچوب کلی آن دفاع شود.

تبصره ۹: (۱) پس از تأیید پیشنهاد رساله در کمیته مربوطه، دانشجو موظف است به شکل منظم گزارش پیشرفت تحقیق خود را به استادان راهنما و مشاور ارائه نماید. (۲) در راستای ارزیابی کارهای انجام شده، دانشجو گزارش پیشرفت کار رساله را در انتهای هر سال (از آغاز مرحله پژوهش) به کمیته بررسی و هدایت رساله متشکل از استادان راهنما و مشاور رساله و تعدادی از اساتید داخل و خارج از موسسه که توسط گروه تخصصی و تصویب شورای عالی تحصیلات تکمیلی دانشکده تعیین شده است، ارائه می‌نماید. (۳) توصیه می‌شود اعضاء حاضر در کمیته تخصصی بررسی و هدایت هر رساله از هیئت‌داوران آن رساله باشند.

تبصره ۱۰: تغییر استاد راهنما و یا موضوع رساله، تنها یک بار و با تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده امکان‌پذیر می‌باشد و بدیهی است سنوات تحصیلی دانشجو نباید از حداکثر مجاز تجاوز نماید.

تبصره ۱۱: پس از تکمیل و تدوین رساله در موعد تعیین شده و تأیید کیفیت علمی و صحت مطالب آن از طرف استاد راهنما، دانشجو موظف است از رساله دکتری خود در حضور هیئت داوران دفاع نماید.



درس‌های مرحله آموزشی دوره دکتری

درس‌های تخصصی تحصیلات تکمیلی قابل ارائه در دوره دکتری همان عناوین درس‌های ارائه شده برای دوره کارشناسی ارشد می‌باشد که می‌تواند در تعیین درس‌های حوزه تخصصی اصلی و خارج از آن مورد استفاده قرار گیرد. دانشجویان در طول دوره تحصیل خود می‌توانند با نظر استاد راهنما تعدادی درس تحت عنوان مباحث ویژه بگذرانند. هدف از این درس‌ها، ارائه و بررسی پیشرفته‌ترین مطالب و مباحث جدید در زمینه‌های تحقیقی است که امکان ارائه آن در قالب یک درس کلاسیک فراهم نشود و یا هنوز برنامه درس به تصویب شورای برنامه‌ریزی نرسیده باشد. عنوان و برنامه درس باید قبل از ثبت‌نام دانشجو به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده رسیده باشد. ضمناً دانشجویان در مقطع دکتری نباید درس‌هایی را اخذ نمایند که در دوره کارشناسی ارشد خود آن‌ها را اخذ نموده‌اند.

اخذ درس‌های دوره دکتری باید به صورت زیر انجام گیرد:

درس‌های دوره دکتری با احتساب تعداد واحد دروس مصوب توسط موسسه آموزشی، باید از بین درس‌های ارائه شده برای دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی پزشکی (کارشناسی ارشد و دکتری) با نظر استاد راهنمای دانشجو اخذ شود. همچنین در صورت تأیید استاد راهنما و گروه مربوطه، دانشجو می‌تواند دروس خارج از حوزه تخصصی اصلی و نیز از سایر رشته‌ها اخذ نماید. با توجه به تحولات سریع علم و فن‌آوری در رشته مهندسی پزشکی درس‌هایی تحت عنوان مباحث ویژه تعیین شده است که سرفصل‌های ویژه و جدید با تصویب محتوی، در دانشکده تحت این عنوان به صورت موقت قابل ارائه است تا دانشکده‌ها بتوانند با تحولات علمی همگام گردند.

اگر دانشکده‌ای مایل به ارائه یک یا چند درس تخصصی به صورت دائمی باشد که این دروس در لیست درس‌های ارائه شده توسط وزارت نباشد، می‌باید سیلابس درس پیشنهادی را پس از اجرای آزمایشی در قالب مباحث ویژه تأیید مراجع ذیصلاح دانشگاه، جهت بررسی و تصویب نهایی به دفتر برنامه‌ریزی درسی وزارت ارسال نماید

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

از فارغ‌التحصیلان دوره کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی انتظار می‌رود در طراحی، تحقیق، به‌روزرسانی، بهینه‌سازی، دانش و فن‌آوری‌های حوزه مهندسی پزشکی در تمام سطوح موردنیاز جامعه در بهترین کیفیت جهانی طراحی و اجرا و مدیریت نمایند.

از فارغ‌التحصیلان دوره دکتری انتظار می‌رود که ضمن اشراف به آخرین یافته‌های علمی و اجرایی تخصص مربوط به خود، در مواردی که در حین طرح و اجرای یک پروژه مهندسی پزشکی راه‌حل مشخص و مدونی وجود ندارد قادر باشند با استفاده از آموزه‌های دوران تحصیل خود (بخش آموزشی و پژوهشی)، راه‌حل مناسب، بهینه و قابل قبول در سطح جامعه حرفه‌ای ارائه نمایند. بخش دیگری از فعالیت فارغ‌التحصیلان این دوره تدریس در دانشگاه‌ها و تربیت مهندسين پزشکی توانمند در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی می‌باشد که انتظار می‌رود در تولید علم و تبدیل علم به ایده و ثروت نقش مؤثری داشته باشند. همچنین از دانش‌آموختگان دوره‌های دکترا انتظار می‌رود که در فرایندهای پژوهشی و صنعتی موردنیاز جامعه در سطح جهانی فعال باشند و در هدایت و راهبری طراحی، تحقق، به‌روزرسانی، بهینه‌سازی، امنیت و نوآوری پیوسته با تأمین قابلیت رقابت‌پذیری بین‌المللی در فن‌آوری‌های پزشکی و حوزه‌های مرتبط با سلامت نقش تعیین‌کننده داشته باشند و ضمن اشراف بر کلیه روش‌های علمی و فنی طرح و اجرا و نگهداری در پروژه‌ها، بتوانند بهترین گزینه موجود طراحی و ساخت و اجرا و ایجاد سلامت پایدار در جامعه و کشور با استفاده از علوم و فن‌آوری‌های روز دنیا را انتخاب و زیرساخت‌ها و پروژه‌های مؤثره‌تیار

ایران را در بهترین کیفیت جهانی طراحی و راهبری نمایند.



ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره**دوره کارشناسی ارشد:**

پیشنهاد می‌گردد دانشجویانی که دارای تحصیلات کارشناسی (یا بالاتر) در زمینه‌های کلیه رشته‌های مهندسی، رشته‌های ریاضی، فیزیک، و علوم کامپیوتر و فیزیک پزشکی هستند، جهت ادامه تحصیل در این گرایش اقدام نمایند و مطابق با ضوابط وزارت علوم تحقیقات و فن‌آوری انتخاب می‌شوند.

تبصره ۱۲: گروه یا دانشکده مجری می‌تواند برحسب ضرورت تا سقف ۱۲ واحد دروس جبرانی، می‌تواند از دروس اصلی مقطع کارشناسی رشته مهندسی پزشکی برای هر یک از داوطلبان پذیرفته شده انتخاب نماید.

نحوه پذیرش دانشجو از طریق آزمون کتبی بوده که توسط وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری (سازمان سنجش آموزش عالی کشور)، برگزار خواهد شد و مواد و ضرایب امتحانی برای هر گرایش به شرح ارائه شده در جداول ۳ تا ۶ است.



جدول (۳) - مواد و ضرایب پذیرش دانشجو در مقطع کارشناسی ارشد گرایش های (۱) بیوالکتریک (۲) مهندسی اطلاعات پزشکی (۳) مهندسی عصبی-شناختی (۴) مهندسی ورزش (ورودی از شاخه بیوالکتریک)

ضریب	عنوان درس	
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۱
۳	ریاضیات (معادلات دیفرانسیل، ریاضیات مهندسی، آمار حیاتی و احتمال)	۲
۳	مدارهای الکتریکی (۱ و ۲)	۳
۳	الکترونیک (۱ و ۲) و مدارهای منطقی	۴
۳	فیزیک بدن انسان	۵
۳	سیستم های کنترل خطی	۶
۳	سیگنال ها و سیستم ها	۷
۴	مقدمه ای بر مهندسی زیست پزشکی	۸

جدول (۴) - مواد و ضرایب پذیرش دانشجو در مقطع کارشناسی ارشد گرایش های (۱) بیومکانیک (۲) مهندسی توان بخشی و (۳) مهندسی ورزش (ورودی از شاخه بیومکانیک)

ضریب	عنوان درس	
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۱
۲	ریاضیات (ریاضیات عمومی ۱ و ۲، معادلات دیفرانسیل، ریاضیات مهندسی)	۲
۳	حرارت و سیالات (ترمودینامیک در سیستم های حیاتی، مکانیک سیالات، مبانی انتقال حرارت و جرم در سیستم های حیاتی)	۳
۳	جامدات (استاتیک و مقاومت مصالح، طراحی اجزا در مهندسی پزشکی)	۴
۳	دینامیک و ارتعاشات (دینامیک در مهندسی پزشکی، ارتعاشات، دینامیک ماشین، کنترل خطی)	۵
۴	بیومکانیک سیستم های اسکلتی عضلانی	۶
۴	مقدمه ای بر مهندسی پزشکی	۷

جدول (۵) - مواد و ضرایب پذیرش دانشجو در مقطع کارشناسی ارشد گرایش بیومتریال و مهندسی بافت

ضریب	عنوان درس	
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۱
۲	ریاضیات (ریاضیات عمومی ۱ و ۲، معادلات دیفرانسیل، ریاضیات مهندسی)	۲
۳	بیوشیمی	۳
۳	خواص مواد مهندسی و بیومتریال ها	۴
۳	ترمودینامیک ۱	۵
۳	زیست مواد ۱	۷
۳	مقدمه ای بر مهندسی پزشکی و فیزیولوژی و آناتومی	۸

دوره دکتری:



شرایط ورود به دکتری مهندسی پزشکی مطابق با آیین نامه مصوب شورای عالی برنامه ریزی و با توجه به موارد ذیل است:

الف - داشتن مدارک کارشناسی ارشد (یا بالاتر) در کلیه رشته های مهندسی، رشته های ریاضی، فیزیک، ریاضی و علوم کامپیوتر و فیزیک پزشکی

ب - برگزاری امتحانات کتبی و شفاهی اختصاصی جهت ورود به دوره دکتری، تابع قوانین وزارت علوم، تحقیقات و فن آوری می باشد. مواد و ضرایب امتحان کتبی برای ورود به رشته مهندسی پزشکی به شرح ارائه شده در جدول ۶ است.

ج - پذیرش، تشخیص و تأیید صلاحیت علمی داوطلب در ورود به دوره دکتری نهایتاً به عهده دانشکده پذیرنده و زیر نظر مدیریت دانشگاه و مطابق مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فن آوری انجام می شود.

جدول (۶) - مواد و ضرایب پذیرش دانشجو در مقطع دکتری رشته مهندسی پزشکی

بیوالکتریک

عنوان درس	
ریاضیات (ریاضیات عمومی ۱ و ۲، معادلات دیفرانسیل)	۱
استعداد تحصیلی	۲
زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۳
مقدمه ای بر مهندسی پزشکی و ابزار دقیق پزشکی	۴
پردازش سیگنال های پزشکی و کنترل عصبی-عضلانی	۵

بیومکانیک

عنوان درس	
ریاضیات (ریاضیات عمومی ۱ و ۲، معادلات دیفرانسیل و ریاضیات مهندسی پیشرفته)	۱
استعداد تحصیلی	۲
زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۳
مقدمه ای بر مهندسی زیست پزشکی	۴
مکانیک سیالات زیستی و انتقال حرارت و جرم زیستی	۵
مبانی بیومکانیک - مکانیک محیط پیوسته	۶

بیومواد

عنوان درس	
ریاضیات (ریاضیات عمومی ۱ و ۲، معادلات دیفرانسیل)	۱
استعداد تحصیلی	۲
زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۳
مقدمه ای بر مهندسی زیست پزشکی	۴
زیست سازگاری	۵
کاربردمواد (پلیمرها، فلزات و سرامیک ها) در مهندسی پزشکی	۶



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول (۹) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی گرایش بیومکانیک

عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش نیاز
		نظری	عملی	
مکانیک محیط پیوسته (*)	۳	۴۸		
ریاضیات مهندسی پیشرفته (*)	۳	۴۸		
مبانی بیومکانیک	۳	۴۸		
ابزار دقیق زیست پزشکی	۳	۴۸		
دینامیک پیشرفته	۳	۴۸		
سمینار و روش تحقیق (*)	۲	۱۶	۳۲	
پایان نامه	۶	۹۶		
رساله	۱۸	۲۸۸		

یادآوری مهم: اخذ دروس ستاره دار از جدول تخصصی، الزامی است.

جدول (۱۰) - عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری گرایش بیومکانیک

عنوان درس	تعداد واحد	تعداد ساعات		پیش نیاز
		نظری	عملی	
مکانیک سیالات زیستی	۳	۴۸		مکانیک سیالات
دینامیک سیالات محاسباتی CFD	۳	۴۸		
بیومکانیک اسکلتی-عضلانی	۳	۴۸		
روش اجزاء محدود FEM	۳	۴۸		
رباتیک	۳	۴۸		
مدل سازی و تحلیل حرکات بدن	۳	۴۸		
ارگان‌های مصنوعی	۳	۴۸		
انتقال حرارت و جرم زیستی	۳	۴۸		
برهمکنش سیال و جامد FSI (در سیستم‌های زیستی)	۳	۴۸		
شبیه سازی دینامیک مولکولی	۳	۴۸		
مکانیک سیستم قلب و عروق	۳	۴۸		
میکرو سیالات	۳	۴۸		
مکانیک سلولی	۳	۴۸		
ویسکوالاستیسیته و رئولوژی مواد زیستی	۳	۴۸		
بیومکانیک ستون مهره‌ها	۳	۴۸		
بیومکانیک شغلی	۳	۴۸		
بیومکانیک ارتوپدی	۳	۴۸		
بیومکانیک فک و دندان	۳	۴۸		
بیومکانیک برخورد و آسیب	۳	۴۸		فیزیولوژی و آناتومی
مبانی عصبی عضلانی حرکت	۳	۴۸		فیزیولوژی و آناتومی
الاستیسیته	۳	۴۸		
خزش، خستگی و شکست	۳	۴۸		
جراحی رباتیک	۳	۴۸		فیزیولوژی و آناتومی
توانبخشی رباتیک	۳	۴۸		فیزیولوژی و آناتومی
مهندسی توانبخشی حرکتی	۳	۴۸		فیزیولوژی و آناتومی
ضایعات عصبی-عضلانی و روش‌های توانبخشی حرکتی	۳	۴۸		فیزیولوژی و آناتومی
حس لامسه و بازخورد نیرو در پزشکی	۳	۴۸		
مکانیک بافت	۳	۴۸		
پدیده های انتقال در سیستم های زیستی	۳	۴۸		
حس لامسه در سیستم های واقعیت مجازی و از راه دور رباتیک پزشکی	۳	۴۸		



مکانیک سیالات		۴۸	۳	مکانیک سیالات زیستی پیشرفته
		۴۸	۳	کاربرد پیشرفته هوش مصنوعی و تحول دیجیتال
		۴۸	۳	اخلاق در مهندسی پزشکی
بسته به محتوی		۴۸	۳	مباحث ویژه ۱
بسته به محتوی		۴۸	۳	مباحث ویژه ۲



فصل سوم

ویژگی‌های دروس



سرفصل دروس تخصصی گرایش بیومکانیک



عنوان درس به فارسی: مکانیک محیط پیوسته		عنوان درس به انگلیسی: Continuum Mechanics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☒	عملی ☐	-	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 پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. کلیات، علائم ایندکس و جمع قراردادی، قوانین تبدیل محورهای مختصات، تانسور کارتزین، تشریح مادی و فضائی جنبش، مشتق مادی انتگزال حجمی، قضیه گوس، معادلات انتگرالی میدان، تانسور تنش و فرمول کوشی، تنش‌های انحرافی، کوا در یک تنش کوشی، معادلات دیفرانسیلی میدان، کرنش، چرخش، میدان‌های سرعت و شرایط همسازي، معادلات مشخصه جامدات ارتجاعی، پلاستیک و یسکوالاستیک، ترموالاستیک، روشهای حل مسائل مرزی سه بعدی، توابع تنش، معادلات مشخصه سیالات استوکی، نیوتنی، غیر نیوتونی، کامل، معادلات ناویه استوک، اوپلر، قضیه کلوین، جریان پتانسیل، حل مسائلی از مکانیک جامدات و سیالات

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. Lai, W.M., et al., *Introduction to continuum mechanics*. 2009: Butterworth-Heinemann.
2. Hodge Jr, P. and T. Rogers, *Continuum Mechanics*. 1971.
3. Eringen, A.C., *Mechanics of continua*. Huntington, 1980.



عنوان درس به فارسی: ریاضیات مهندسی پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Engineering Mathematics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☒	عملی ☐	-	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:

- آموزش مباحث پیشرفته ریاضیات به خصوص حل معادلات دیفرانسیل غیر خطی و تحلیلی

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مروری بر تبدیل اپراتورها در سامانه های مختصات مختلف انواع شرایط مرزی و انواع معادلات دیفرانسیل
۲. تئوری پیشرفته توابع مختلط شامل: تابع مختلط، شرایط کوشی و ریمن، توابع تحلیلی، انتگرال خطی، نظریه کوشی، سری لوران، باقیمانده
۳. مروری بر ماتریس ها و تانسورها و خواص آنها شامل: ماتریس، برگردان کردن، قطری کردن، تانسورها، خصوصیات تانسوری تنش و کرنش در استخوان ها و سایر بافت های بدن و کاربرد آن در بیومکانیک، حل سیستم معادلات دیفرانسیل مسائل ایگن ولیو، تئوری اپراتور جهت حل دستگاه های معادلات دیفرانسیل
۴. مروری بر خواص حل معادلات خاص با ضرائب متغیر (معادلات بسل، لژاندر، لاگرانژ، هرمیت و چیبی شر) و بسط به سری های متعامد
۵. حل معادلات دیفرانسیل پاره ای شامل: معادلات دیفرانسیل هذلولی، سهموی و بیضوی با تاکید بر مسائل با شرایط غیر همگن
۶. جداسازی متغیرها، تبدیل معادلات غیر همگن، تبدیل شرایط مرزی همگن، نحوه حذف ترم ها جابجایی و منبع در معادلات دیفرانسیل پاره ای، روش های تبدیل انتگرالی (تبدیل سینوسی فوریه و تبدیل کسینوسی فوریه، تبدیل محدوده سینوسی و محدوده کسینوسی، تبدیل لاپلاس و تبدیل هنگل، لاپلاس و کاربرد آن ها در حل معادلات دیفرانسیل جزئی، معادلات انتگرال)، استفاده از اصل Duhamel، مسائل بدون بعد، اصل بر هم نهی (Super position) و حل مسائل پیچیده خطی، معادلات لاپلاس در مختصات کارتزین (دو بعدی و سه بعدی)، حل معادلات لاپلاس در مختصات استوانه ای (دو بعدی و سه بعدی، حل معادله لاپلاس در مختصات کروی (دو بعدی)، معادله پواسون
۷. استفاده از روش های تابع گرین جهت حل معادله دیفرانسیل معمولی و پاره ای، انتگرال گرین، کاربرد تبدیلات انتگرالی در بیومکانیک
۸. مباحث پیشرفته در ریاضیات مهندسی شامل: مسئله استرم - لیوویل - شرایط توابع متعامد و غیر متعامد، حل معادله موج، توابع بسل، لژاندر، گاما، هرمیت، گاوس
۹. تئوری اختلات جزئی و تئوری تغییرات و موارد استعمال آن در بیو مکانیک.

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

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



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Farlow, S.J., *Partial differential equations for scientists and engineers*. 1993: Courier Corporation.
2. Elsgolts, L.E. and L.É. Él'sgol'ts, *Differential equations and the calculus of variations*. 2003: Mir Publishers.
3. Zill, D.G., *Advanced engineering mathematics*. 2020: Jones & Bartlett Publishers.
4. Hildebrand, F.B., *Advanced calculus for applications*. 1976.
5. Duchateau, P. and D. Zachmann, *Partial differential equations. Schaum's outline series*. 1986, McGraw-Hill, New York.



عنوان درس به فارسی:		مبانی بیومکانیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Fundamentals of Biomechanics	
دروس پیش نیاز:	-	نظری ☒ پایه ☐	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی ☒ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	نظری-عملی ☐ اختیاری ☐	
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. تاریخچه مهندسی پزشکی با تکیه بر بیومکانیک
۲. اخلاق حرفه ای در مهندسی پزشکی: استانداردهای اخلاقی حرفه ای؛ آزمایش های روی انسان و حیوان
۳. انترپرومتری در بیومکانیک
۴. بیومکانیک اسکلتی - عضلانی
۵. بیومکانیک قلب و عروق
۶. بیومکانیک دستگاه تنفسی
۷. روش های تشخیص و درمان در بیومکانیک
۸. مهندسی توانبخشی: اصول مهندسی توانبخشی، تکنولوژی وسایل کمکی
۹. مواد زیستی: انواع، خواص، کاربرد، عکس العمل بافتی، مسائل ایمنی
۱۰. مهندسی بافت: موارد زیستی، موارد فیزیکی، بافت های اتصال دهنده، جایگزینی بافت
۱۱. مباحث تخصصی توسط اساتید مدعو

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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:

1. Enderle, J., *Introduction to biomedical engineering*. 2012: Academic press.
2. Winter, D.A., *Biomechanics and motor control of human movement*. 2009: John Wiley & Sons.
3. Nordin, M., *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. 2020: Lippincott Williams & Wilkins.
4. Fung, Y., *Biodynamics*. Circulation, 1996. 64.



عنوان درس به فارسی:		ابزار دقیق زیست پزشکی	
عنوان درس به انگلیسی:		Biomedical Instrumentation	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	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 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 کننده‌ها و پردازش سیگنال
۴. مبدأ پتانسیل‌های زیستی
۵. الکترودهای ثبت پتانسیل‌های زیستی
۶. تقویت کننده‌های پتانسیل‌های زیستی
۷. اندازه‌گیری فشار و صدای خون
۸. اندازه‌گیری جریان و حجم خون
۹. اندازه‌گیری پارامترهای سیستم تنفسی
۱۰. بیوسنسورها
۱۱. دستگاه‌های 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 (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. Webster, J.G., *Medical instrumentation: application and design*. 2009: John Wiley & Sons.
2. Webster, J.G., *Encyclopedia of medical devices and instrumentation*. 2009: Wiley-Interscience.



3. Northrop, R.B., *Non-invasive instrumentation and measurement in medical diagnosis*. 2017: CRC press.
4. Baura, G.D., *System theory and practical applications of biomedical signals*. 2002: Wiley-Interscience.
5. Khandpur, R.S., *Handbook of biomedical instrumentation*. 1992: McGraw-Hill Education.
6. Bretschneider, F. and J.R. De Weille, *Introduction to electrophysiological methods and instrumentation*. 2018: Academic Press.
7. Geddes, L.A. and L.E. Baker, *Principles of applied biomedical instrumentation*. 1989: John Wiley & Sons.
8. Enderle, J.D., *Bioinstrumentation*. Synthesis Lectures on Biomedical Engineering, 2009. **1**(1): p. 1-220.
9. Northrop, R.B., *Analysis and application of analog electronic circuits to biomedical instrumentation*. 2012: CRC press.
10. Prutchi, D. and M. Norris, *Design and development of medical electronic instrumentation: a practical perspective of the design, construction, and test of medical devices*. 2005: John Wiley & Sons.
11. Winters, J.M. and M.F. Story, *Medical instrumentation: Accessibility and usability considerations*. 2006: CRC Press.
12. Ott, H.W. and H.W. Ott, *Noise reduction techniques in electronic systems*. 1988: Wiley New York.
13. Eggins, B.R., *Biosensors: an introduction*. 2013: Springer-Verlag.
14. Saliterman, S., *Fundamentals of BioMEMS and medical microdevices*. 2006: SPIE press.



عنوان درس به فارسی:		دینامیک پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Dynamic	
دروس پیش نیاز:	-	نظری ☐ پایه ☐	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی ☒ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	نظری-عملی ☐ اختیاری ☐	
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 درس دینامیک پیشرفته این است که به دانشجویان رشته مهندسی مکانیک در مقطع کارشناسی ارشد استخراج و تحلیل معادلات حرکت سیستم های دینامیکی مختلف ۳ بعدی و پیچیده را با استفاده از معادلات نیوتن-اولر و روشهای تحلیلی نظیر لاگرانژ و همیلتون بیاموزد

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مفاهیم اولیه دینامیک: دینامیک ذرات، دستگاه مختصات لخت، سینماتیک و دینامیک، قوانین حرکت نیوتن، قانون گرانش
۲. سینماتیک: دستگاه مختصات دکارتی، دستگاه مختصات عمودی-مماسی، دستگاه قطبی استوانهای و کروی، تبدیل دوران مختصات، دستگاه مختصات دورانی، سرعت و شتاب در دستگاه دورانی، حرکت به دور زمین چرخان، سرعت زاویه ای، شتاب زاویه ای، زوایای اولر و پارامترهای اولر (کواترنیون ها)
۳. دینامیک اجسام صلب: تعمیم قانون دوم نیوتن و روابط انرژی و مومنتوم به سیستمی از ذرات، ماتریس لختی، محورها اصلی، معادلات حرکت اجسام صلب، معادلات حرکت نیوتن-اولر، اصول انرژی و مومنتوم زاویه ای اجسام صلب، اصول ضربه در اجسام صلب، اثرات ژيروسکوپی
۴. دینامیک تحلیلی: مختصات تعمیم یافته، معادلات قیدی، سیستمهای هولونوم و ناهولونوم، اصل دالامبر، اصل کار مجازی و اصل هامیلتون، نیروهای عمومی، معادلات حرکت لاگرانژ، ضرایب لاگرانژ، انتگرالهای ضربه و مومنتوم مستخرج از معادلات لاگرانژ، زوایای اولر، مفهوم شبه مختصات، اصل همیلتون، تبدیل لژاندر و تابع هامیلتونی، معادلات حرکت هامیلتون
۵. بررسی و ارائه نتایج آخرین دستاوردها و پیشرفت ها در زمینه دینامیک پیشرفته

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Ginsberg, J.H., *Advanced engineering dynamics*. 2010: Cambridge University Press.
2. Baruh, H., *Analytical dynamics*. 1999: WCB/McGraw-Hill Boston.
3. Greenwood, D.T., *Advanced dynamics*. 2006: Cambridge University Press.



عنوان درس به فارسی:		سمینار و روش تحقیق	
عنوان درس به انگلیسی:		Seminar and research method	
دروس پیش نیاز:	-	نظری ☐ پایه ☐	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی ☒ عملی ☐	
تعداد واحد:	۲	نظری-عملی ☒ اختیاری ☐	
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 درس سمینار پژوهشی، آموزش روند تحقیقات دانشگاهی و راهبردهای حل مسئله بر اساس تحقیقات قبلی دیگران می باشد. در این درس دانشجو، تکنیکهای تفکر انتقادی، مرور ادبیات پژوهشهای دیگران، نوشتن، مستندسازی و گزارش شفاهی و کتبی را تمرین میکند. مفهوم و روش ذهنی برای حل یک مشکل مهم را در قالب یک موضوع پژوهشی مطرح میکند. پژوهش خود را با مرور ادبیات پژوهشهایی که بر محور همان سؤالات وی استوار هستند را انجام میدهد. و در نهایت فعالیتهای انجام شده در این درس دانشجو را با استراتژی حل یک مسئله پژوهشی بر اساس یک روش سیستماتیک آماده میکند و مهارت های پژوهشی لازم برای یک فرد با تحصیلات دانشگاهی را به وی میدهد.

اهداف ویژه:

این دوره در قالب کارگاه آموزشی و کار گروهی ارائه خواهد شد. در هر جلسه قسمتی از وقت کلاس به طور عملی روی پروژه های فردی صرف خواهد شد. این به این معنی است که دانشجو باید آماده به کلاس بیاید، بیشترین قسمت تکالیف خود را در کلاس انجام دهد، و در کلاس با دیگران بحث و تعامل داشته باشد. پروژه نهایی این درس تهیه یک پروپوزال تحقیقاتی و ارائه آن با استفاده از پاورپوینت، با به کارگیری اصول و روشهای تحقیق خواهد بود. تمام تکالیف انجام شده در این درس مربوط به پروژه نهایی بوده، که در طول ترم این تکالیف تکمیل و تصحیح شده و در نهایت، جمع آنها به عنوان یک پروپوزال پژوهشی ارائه خواهد شد. لذا تکالیف باید در زمان مقرر تکمیل و ارسال شوند. فعالیتهای فردی و گروهی متعددی در این دوره وجود خواهد داشت، که باید به طور جدی توسط دانشجو دنبال شوند. تمام پیش نویس های تکالیف بازخورد دقیق دریافت کرده و برای اخذ نمره قبولی در دوره لازم می باشند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱۲. مقدمه: انواع تحقیق
۱۳. مراحل روش علمی در تحقیق - روابط بین افراد در تحقیق - مدیریت زمان در تحقیق
۱۴. انتخاب موضوع تحقیق و ارائه ایده - مستندسازی تحقیق
۱۵. اخلاق علمی و مسئولیت ها در تحقیق
۱۶. آشنایی با بانک ها و منابع علمی - جستجوی منابع
۱۷. استفاده از فناوری اطلاعات و اینترنت در تحقیق - جستجوی منابع
۱۸. مدیریت و تشکیل کتابخانه الکترونیکی با استفاده از نرم افزارهای مدیریت منابع مثل اندنوت. . .
۱۹. تجزیه و تحلیل اطلاعات تحقیق - استفاده از ترم افزارهای آنالیز داده های آماری، آنالیز تصاویر، نوشتاری. . .
۲۰. ساختار گزارش علمی، مقاله، سمینار و پایان نامه
۲۱. نوشتن مقاله علمی
۲۲. چاپ مقاله در مجله تخصصی

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

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 نرم‌افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۵. صفا بخش، رضا، پژوهش و ارائه در مهندسی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۲
۶. لسانی، حمید، روش تحقیق در فنی و مهندسی و علوم تجربی، انتشارات قائم، ۱۳۹۱
۷. کتابداری، محمدجواد، ساقی، حسن، اصول و مبانی تحقیق در علوم مهندسی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۹۱
8. Paul D.. Leedy, Ormrod, J.E. and Johnson, L.R., 2014. *Practical research: Planning and design* (p. 360). Pearson Education.



عنوان درس به فارسی:		پایان نامه
عنوان درس به انگلیسی:		Project
دروس پیش نیاز:		گذراندن واحدهای لازم در مقطع ارشد
دروس هم نیاز:		-
تعداد واحد:	۶	
تعداد ساعت:	۹۶	
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:

هدف کلی پایان نامه کارشناسی ارشد، انجام پژوهشی جامع و عمیق در زمینه‌ای تخصصی است که منجر به افزایش دانش موجود، حل مشکلات عملی یا نظری، یا ارائه نوآوری‌های جدید شود. این پایان نامه به دانشجو فرصت می‌دهد تا مهارت‌های تحقیقاتی خود را تقویت کند، با استفاده از روش‌های علمی معتبر، داده‌ها را جمع‌آوری و تحلیل کند، و نتایج پژوهش خود را به صورت منطقی و مستند ارائه دهد. به طور خلاصه، هدف اصلی پایان نامه کارشناسی ارشد توسعه مهارت‌های پژوهشی و علمی دانشجو و ارتقاء دانش در زمینه مورد مطالعه است.



عنوان درس به فارسی: رساله		عنوان درس به انگلیسی: Thesis	
دروس پیش نیاز:		نظری ☒ پایه ☐	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☒ عملی ☐	
تعداد واحد:		۱۸	اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:		۲۸۸	رساله / پایان نامه ☐

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

هدف کلی:

هدف از رساله دکتری، انجام یک پژوهش اصیل و پیشرفته است که به گسترش مرزهای دانش در یک حوزه تخصصی کمک کند. این پژوهش باید دارای نوآوری باشد و مشکلات یا سؤالات علمی مهمی را مورد بررسی قرار دهد. از دانشجوی دکتری انتظار می‌رود که توانایی طراحی و اجرای پژوهش‌های پیچیده، تحلیل داده‌ها به صورت جامع و انتقادی، و ارائه نتایج به صورت شفاف و قابل استناد را داشته باشد. به طور خلاصه، هدف اصلی رساله دکتری، تولید دانش جدید و معتبر و ارتقاء سطح علمی و تحقیقاتی دانشجو در حوزه تخصصی خود است.



سرفصل دروس اختیاری گرایش بیومکانیک



عنوان درس به فارسی:		مکانیک سیالات زیستی	
عنوان درس به انگلیسی:		Biological Fluid Dynamics	
دروس پیش نیاز:		مکانیک سیالات	
دروس هم نیاز:		-	
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 پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس

۲. تفهیم سرفصل‌های ذیل

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه و مروری بر مقاومت مصالح و مکانیک سیالات کلاسیک (تعریف تنش و کرنش، خصوصیات فیزیکی سیال، گرانی، عدد رینولدز و استوکس، جریان لایه ای-گذرا و مغشوش، معادلات حاکم بر جریان، جریانات داخلی، معادلات برنولی)
۲. سیال غیر لزج، معادله دوم نیوتن و معادله برنولی
۳. هماتولوژی و رئولوژی خون (سیال غیر نیوتنی)
۴. ساختار و عملکرد سیستم قلبی عروقی
۵. آناتومی و فیزیولوژی قلب و عروق
۶. جریان نوسانی و انعکاس موج
۷. مکانیک دیواره قلب
۸. مکانیک دریچه‌های مصنوعی قلب
۹. مکانیک دیواره رگ
۱۰. سیستم سیاهرگی و مجاری جمع شونده
۱۱. آناتومی شش و فیزیولوژی تنفس
۱۲. فیزیولوژی و آناتومی کلیه، میزنای و مثانه
۱۳. سیستم دفع ادرار جریان پرستالیتیک
۱۴. مدلسازی در سیستم قلب و عروق
۱۵. اندازه گیری سرعت و فشار (روش‌های مستقیم و غیر مستقیم)

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:

۱. F.M., White, *Viscus Fluid Flow*. 1991: McGraw-Hill.
۲. Mazumdar, J., *Biofluid mechanics*. 2015: World Scientific.
۳. Ethier, Y.C., Simmons, C.A., *Introductory Biomechanics: From Cells to Organisms*. 2007: Cambridge University Press.



عنوان درس به فارسی: دینامیک سیالات محاسباتی CFD		عنوان درس به انگلیسی: Computational Fluid Dynamics (CFD)	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒		-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐ عملی ☐		-	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:

- این درس بیش از همه مناسب دانشجویانی است که در نظر دارند تحقیقات خود را در زمینه مکانیک سیالات در زمینه های مختلف مهندسی پزشکی و با استفاده از روشهای تحلیل عددی به انجام رسانند. در این درس دانشجویان بصورت تئوری با روش های عددی آشنا شده و با انجام پروژه های نمونه، کاربرد آنها را در زمینه های متعدد زیستی و بیولوژیکی می آموزند.
- ایجاد یک شناخت پایه ای از مدل های دینامیک جریان سیالات، آشنایی با روشهای عددی متعدد در حل مسائل دینامیک سیالات، آشنایی با روش های عددی متداول و کارآمد در دینامیک سیالات عددی، آشنایی با روش تحقیق کاربردی در مکانیک سیالات عددی، روش صحیح بکار گیری روش عددی، شناخت از قابلیت ها و محدودیتهای روش عددی در دینامیک سیالات و کاربرد آنها در سیستم سیرکولاسیون حیاتی، انجام پروژه نمونه در سیستم های بیولوژیکی، ایجاد انگیزه یادگیری شخصی از سوی دانشجویان

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مفاهیم اولیه و معادلات پایستار
۲. اصول پایستگی، پایستگی جرم، پایستگی مومنتوم و پایستگی کمیت های اسکالر، شکل بدون بعد معادلات
۳. معادلات ناویر-استوکس و مدل های ساده جریان: تفاسیر، اشکال خاص و شرایط مرزی و اولیه
۴. جریان تراکم ناپذیر، جریان غیر لزج (اولر)، جریان پتانسیل، جریان خزشی (استوکس)، تقریب بوزینسک، تقریب لایه مرزی
۵. آشنایی با روش های مختلف عددی، مدل های ریاضی، انواع روشهای گسسته سازی، انواع شبکه های عددی
۶. روش های تفاضل محدود
۷. بسط سری تیلور، انطباق چند جمله ای، شبکه محاسباتی غیر یکنواخت، تقریب مشتق دوم، تقریب ترکیبی مشتقات، اعمال شرایط مرزی، حل دستگاه معادلات جبری، خطاهای گسسته سازی، تحلیل پایداری
۸. روش های حجم محدود
۹. تقریب انتگرالهای سطحی، تقریب انتگرالهای حجمی، بیان مشتقات، میانبایی آپویند مرتبه اول (UDS)، میانبایی خطی (CDS)، میانبایی مرتبه بالای بادسو (QUICK)، شیوه های از مرتبه بالاتر، سایر شیوه ها، اعمال شرایط مرزی
۱۰. آشنایی با روش های اجزای محدود و طیفی
۱۱. انواع روش حل سیستم معادلات خطی در مکانیک سیالات عددی
۱۲. روشهای مستقیم، روش حذف گاوس، جداسازی LU، دستگاه های مثلثی، کاهش چرخه ای، روشهای تکراری، همگرایی، روش های جداسازی ناکامل LU (روش استون) روش ADI، روشهای کونجوگیت، روشهای چند شبکه ای، سایر روشهای تکراری، معادلات کوپل شده (همزمان) و حل آنان، حل همزمان، حل ترتیبی، روش زیر آسودگی Under-Relaxation، معادلات غیر خطی و حل آن ها، تکنیک شبه نیوتنی، روش Deferred-correction شرط همگرایی و خطاهای تکرار
۱۳. روش های مسائل ناپایا
۱۴. روشهای دو مرحله ای، روشهای چند نقطه ای و پیش بینی-اصلاح، روشهای رانگ- کوتا، سایر روشها
۱۵. روش های حل خاص معادلات ناویر- استوکس (بخصوص جفت شدگی فشار-سرعت)



مشخصه های مخصوص معادلات ناویر-استوکس، گسسته سازی جملات جابجایی و لزج، گسسته سازی جملات فشار و نیروهای حجمی، خواص پایستگی، انتخاب ترتیب متغیرها بر روی شبکه محاسباتی، ترتیب هم مکان *collocated*، ترتیب جابجاشده *staggered*، محاسبه فشار، روش ورتیسسته-تابع جریان، روش تراکم پذیری مصنوعی، الگوریتم SIMPLE و الگوریتم های دیگر برای تصحیح فشار، روش های حل معادلات ناویراستوکس

۱۰. سیال غیر نیوتنی

۱۱. آشنایی با نرم افزارهای دینامیک سیالات عددی

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

(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 روش های سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Ferziger, J.H., Peric, M., Street, R.L., *Computational Methods for Fluid Dynamics*. 2020: Springer.
2. Patankar S.V., *Numerical Heat Transfer and Fluid Flow*. 1998: Hemisphere Publishing Corporation.
3. Hoffmann K.A. and Chiang S.T., *Computational Fluid Dynamics for Engineers*. Vol. 1. 2000: Engineering Education System.
4. Ozisik M.N., *Finite Difference Methods in Heat Transfer*. 1994: CRC Press.
5. Gartling, D.K, Reddy, J. N, *The Finite Element Method in Heat Transfer and Fluid Dynamics*. 2010: CRC Press.
6. Fletcher C.A.J., *Computational Techniques for Fluid Dynamics Vol. I Fundamental and General Techniques*. 1996: Springer-Velag.



عنوان درس به فارسی: بیومکانیک اسکلتی - عضلانی		عنوان درس به انگلیسی: Musculoskeletal biomechanics	
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:

- 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: تعریف بیومکانیک سیستم اسکلتی عضلانی، جهات و حرکت ها، انواع مفاصل و مشخصات آنها.
۲. مدل سازی اسکلتی: مدل های اسکلتی، استخراج داده های سینماتیکی و نیرو، تحلیل سینماتیک و دینامیک، مسائل دینامیک معکوس.
۳. تحلیل راه رفتن: چرخه راه رفتن، ویژگی های اولیه، ویژگی های سینماتیکی و سینتیکی.
۴. مکانیک بافت: معادله مشخصه، ویژگی های ویسکوالاستیک، ساختار و خواص بافت های همبند.
۵. تاندون و لیگامان: ساختار، خواص مکانیکی، رفتار بیومکانیکی، صدمات.
۶. استخوان: ساختار، خواص مکانیکی، رفتار بیومکانیکی، نوسازی، صدمات.
۷. غضروف مفصلی: ساختار، خواص مکانیکی، رفتار بیومکانیکی، سازوکارهای روانکاری، صدمات.
۸. عضله: ساختار و کار کرد، انواع کار و انقباض عضلانی، عوامل مؤثر بر تولید نیروی عضلانی، مدل سازی عضله.
۹. مدل سازی اسکلتی عضلانی: مدل های اسکلتی - عضلانی، معادلات حرکت، روش های بهینه سازی.

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Nigg, B.M., *Biomechanics of the musculo-skeletal system*. 2007: John Wiley & Sons Incorporated.
2. Chaffin, D.B., G.B. Andersson, and B.J. Martin, *Occupational biomechanics*. 2006: John Wiley & Sons.
3. Allard, P., I.A. Stokes, and J.-P. Blanchi, *Three-dimensional analysis of human movement*. 1995: Champaign, IL: Human Kinetics.



عنوان درس به فارسی: روش اجزاء محدود FEM		عنوان درس به انگلیسی: FEM	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐	عملی ☐	-	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 پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه و جایگاه اجزاء محدود در تحلیل مسائل روش‌های فرموله کردن مسائل از قبیل روش مستقیم، مینیمم پتانسیل انرژی، کار مجازی، گالوکین و واریاسیون - بررسی انواع توابع فرمی (Shape Functions) بررسی انواع مسائل الاستیسیته در زمینه یک و دو بعدی و ربط آنها به مسائل بیومکانیک، اصول کلی یک برنامه کامپیوتری، سمینار و پروژه کامپیوتری در مورد مسائل بیومکانیک

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. Singiresu, S.R., *The finite element method in engineering*. 2010: Elsevier-Technology & Engineering.



عنوان درس به فارسی:		رباتیک
عنوان درس به انگلیسی:		Robotics
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:	-	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 پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس

۲. تفهیم سرفصل‌های ذیل

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ، پارامترگذاری دناویت هارتنبرگ، تحلیل معادلات سینماتیک مستقیم و معکوس، انواع رباتهای استوانه ای - کروی - قائم با مفاصل کشویی یا لولایی و یا ترکیبی، بررسی حالات تکین ، نیروهای تعمیم یافته در حالت ایستا، تولید مسیر، بررسی دینامیک مستقیم و معکوس رباتها، پروژه های کوچک در زمینه برنامه ریزی رباتهای آموزشی، محاسبه سینماتیک مستقیم و معکوس رباتها توسط کامپیوتر، محاسبه دینامیک مستقیم و معکوس رباتها توسط کامپیوتر.

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. Craig, J.J., *Introduction to robotics: mechanics and control*, 3/E. 2009: Pearson Education India.



عنوان درس به فارسی: مدل سازی و تحلیل حرکات بدن		عنوان درس به انگلیسی: Modeling and Analysis of body movements	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐	عملی ☐	-	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 سرفصل های ذیل

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. اهمیت مدل سازی و تحلیل حرکات بدن
۲. روشهای اندازه گیری داده های سینماتیکی و سینتیکی
۳. تحلیل سینماتیک حرکات بدن
۴. تحلیل دینامیک معکوس حرکات بدن
۵. تحلیل دینامیک مستقیم حرکات بدن
۶. مسئله طراحی حرکت به روش بهینه سازی و قیود آن
۷. بهینه سازی استاتیکی حرکات بدن
۸. بهینه سازی دینامیکی حرکات بدن و روش کنترل بهینه

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Bartlett, R., *Introduction to sports biomechanics*. 2007: E & FN Spon London.
2. Zatsiorsky, V., *Kinematics of human motion, Human Kinetics*. Urbana Champaign, 1998.
3. Allard, P., I.A. Stokes, and J.-P. Blanche, *Three-dimensional analysis of human movement*. 1995: Champaign, IL: Human Kinetics.



عنوان درس به فارسی: ارگان های مصنوعی		عنوان درس به انگلیسی:
Artifitial organs		نوع درس و واحد
-		دروس پیش نیاز: ☐ پایه ☒ نظری
		دروس هم نیاز: ☐ تخصصی ☐ عملی
۳		تعداد واحد: ☒ اختیاری ☐ نظری-عملی
۴۸		تعداد ساعت: ☐ 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 ای بر ارگان های مصنوعی
۲. ریه مصنوعی (اکسیژناتور)
۳. تجهیزات تنفسی ونتیلاتورها، اسپرومتر و...
۴. قلب مصنوعی
۵. دریچه های مصنوعی
۶. تجهیزات کمکی قلب
۷. کلیه مصنوعی (همودیالیز)
۸. مقدمه ای بر مهندسی بافت و به کارگیری آن در ساخت ارگان های مصنوعی
۹. آشنایی با سایر ارگان های مصنوعی از قبیل کبد، رگ، پوست، گوش، چشم و... در قالب پروژه درسی

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Miller, G., *Artificial organs synthesis lectures on biomedical engineering*. Morgan & Claypool, 2009.
۲. نجاریان، س.، مقدمه ای بر مهندسی پزشکی زیستی. ۱۳۸۵، جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر.



3. Fournier, R.L., *Basic transport phenomena in biomedical engineering*. 2017: CRC press.

4. Truskey, G.A., F. Yuan, and D.F. Katz, *Transport phenomena in biological systems*. 2009.

عنوان درس به فارسی: انتقال حرارت و جرم زیستی		عنوان درس به انگلیسی: Biological heat and mass transfer	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز: -	
تخصصی ☐	عملی ☐	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 پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس

۲. تفهیم سرفصل‌های ذیل

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. سیستم حرارتی بدن، تولید و اتلاف حرارت در سیستم حیاتی
۲. مدل‌های ریاضی انتقال حرارت درونی در بدن انسان (پوست و رگها)
۳. کاربرد معادلات بقای جرم، انرژی و اندازه حرکت در سیستم‌های زیستی و طراحی اندام مصنوعی
۴. انتقال جرم در غشاهای ماکروسکوپی، اندرکنش نفوذی در یک غشا تبادل یونی، رفتار غشاهای غیر ایده آل، خواص عمومی و ساختار غشاهای طبیعی
۵. انتقال جرم همرفت، مدل سازی ریاضی فرایند همودیالیز، اولترافیلتراسیون، مدل سازی تبادل گاز در خون، مدل سازی انواع اکسیژناتور، اکسیژن‌ناور، اکسیژناسیون بافت زیستی
۶. انتقال گاز به حبابچه‌ها و از حبابچه‌ها به جریان خون
۷. انتقال جرم در سیستم سیرکولاسیون، قلب، رگهای خونی، مویرگها و انتقال به بافت‌ها و بلعکس

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:

1. Datta, A.K., *Biological and bioenvironmental heat and mass transfer*. 2002: Marcel Dekker New York.
2. Truskey, G.A., F. Yuan, and D.F. Katz, *Transport phenomena in biological systems*. 2008.
3. Welty, J., G.L. Rorrer, and D.G. Foster, *Fundamentals of momentum, heat, and mass transfer*. 2020: John Wiley & Sons.
4. Bergman, T.L., et al., *Fundamentals of heat and mass transfer*. 2011: John Wiley & Sons.



عنوان درس به فارسی: برهمکنش سیال و جامد FSI (در سیستم های زیستی)		عنوان درس به انگلیسی: Fluid-Solid Interaction (in Biosystems)	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒		-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐ عملی ☐		-	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 سرفصل های ذیل

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. تعریف تجزیه سیستم و مفاهیم سیستم های جفت شده
۲. میدانها، مثال مسائل داخلی و خارجی و روش مرحله ای تجزیه و تقسیم
۳. مقدمه ای بر تحلیل سیستمهای تقسیم شده، روش بررسی سیستم کل در مقابل تقسیم شده و پایداری
۴. دیدگاه های لاگرانژی و اولری، معادلات دیفرانسیل مراتب اول و دوم و بالاتر، تمهیدات مدل سازی در مسائل تعامل سیال و جامد و ابزار تحلیل پایداری
۵. تحلیل دقت پیش بینی، معرفی روش های میان یابی و برازش
۶. انواع روش های تولید شبکه های محاسباتی، شبکه های محاسباتی جابه جا شده و شبکه های افقی
۷. تقسیم بندی مسائل از دیدگاه کوچکی و بزرگی بردارهای جابه جایی جدار جامد در مسائل تعامل سیال و جامد
۸. بررسی موردی پدیده های مرتبط با تعامل سیال و جامد (FSI) در بیومکانیک جریان ناپایا در لوله های جمع شونده، تعامل نیروی سیال و دیواره شریان پرستالیتیک، جریان خون

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Collins, M., G. Pontrelli, and M.A. Atherton, *Wall-fluid interactions in physiological flows*. Vol. 6. 2004: WIT press.
2. Verdonck, P. and K. Perktold, *Intra and Extracorporeal Cardiovascular Fluid Dynamics, Vol. 2 Fluid Structure Interaction*. 2000.
3. Fung, Y.-c., *Biomechanics: circulation*. 2013: Springer Science & Business Media.
4. Fung, Y.-c., *Biomechanics: mechanical properties of living tissues*. 2013: Springer Science & Business Media.



عنوان درس به فارسی:		شبه سازی دینامیک مولکولی	
عنوان درس به انگلیسی:		Molecular dynamics simulation	
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	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 ای بر کاربردهای دینامیک مولکولی
- ۲- شارهای الکتریکی و خواص آن
- ۳- شرح نیروهای بین مولکولی شامل
 - pair potential
 - توزیع چند قطبی
 - حضور دما در معادلات
- ۴- مکانیک مولکولی شامل
 - شرح سیستم گلوله - فتر (Spring - Ball)
 - سیستم های پیچیده تر مربوط به گلوله - فنر
- ۵- معرفی force field های تجاری
 - MM 1&2
 - AMBER
 - CHARMM
- ۶- سطوح انرژی پتانسیل مولکولی
 - روش های کمینه کردن توابع پتانسیل
- ۷- مقدمه ای بر ترمودینامیک آماری
- ۸- مدل سازی به روش مونت کارلو
 - Periodic Box
 - Flexible Molecules
- ۹- اتم های تک الکترون
 - روش شرو دینگر برای اتم هیدروژن
 - تقریب بینهایت هسته
 - تئوری دیراک برای الکترون
- ۱۰- مولکول های با شرایط مرزی (Geometrically Constrained Molecules)
- ۱۱- تشریح سیستم های حالت گذرا (Transition State)
- ۱۲- مقدمه ای بر فیزیک کوانتوم

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

استفاده از روش های 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. Rapaport, D.C., *The art of molecular dynamics simulation*. 2004: Cambridge university press.
2. Somer Jr, F.L., *Molecular Modelling for Beginners (Alan Hinchliffe)*. 2008, ACS Publications.
3. Hinchliffe, A. and F.L. Somer Jr, *Chemical Education Today-Book & Media Reviews-Molecular Modeling for Beginners*. Journal of Chemical Education, 2004. **81**(11): p. 1573-1574.
4. Becker, O.M. and M. Karplus, *Guide to biomolecular simulations*. Vol. 4. 2006: Springer Science & Business Media



عنوان درس به فارسی:		مکانیک سیستم قلب و عروق	
عنوان درس به انگلیسی:		Cardio Vascular Biomechanics	
دروس پیش نیاز:	-	نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:	-	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 پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. کلیات سیستم قلب و عروق - کارکرد فیزیولوژی، فیزیکی، مکانیکی
۲. ریزساختار و مواد تشکیل دهنده غیرارگانیک: کلاژن، الاستین، مواد زمینه ای، خواص مکانیکی آنها
۳. مرور تئوری های مکانیکی (الاستیسیته غیر خطی، هایپر الاستیسیته، ویکو الاستیسیته، ویسکوهاپر الاستیسیته، پر الاستیسیته)
۴. خواص مکانیکی اجزای سیستم قلب و عروق و نقش ساختار فیبری در آنها
۵. کارکرد فیزیکی و مکانیکی شریان ها و تحلیل خواص مکانیکی آنها
۶. آسیب شناسی شریانی: تعاریف مرتبط (آترواسکلروسیس، آرتریواسکلروسیس، آنوریزم و پارگی شریان)؛ تغییرات خواص مکانیکی در سایت های شریانی؛ آنالیز تنش در آسیب شناسی شریانی و نقش تمرکز تنش و پیری، تحلیل مکانیکی ایجاد، رشد و شکست پلاکهای شریانی، کاربرد تئوری مکانیک شکست و خستگی در آسیب شناسی شریان
۷. قلب، ساختار ماهیچه قلب، بارگذاری قلب، منحنی حجم - نیرو در قلب، توزیع تنش در دیواره قلب
۸. تحلیل مکانیکی دریچه های قلبی
۹. خواص مکانیکی سیاهرگها، دیواره سیاهرگها و دریچه های سیاهرگی، تئوری های فروپاشی
۱۰. شریانچه ها، مکانیزم های تغییر فشار از طریق ساختار شریانچه ها
۱۱. سیستم های کنترل قلب و عروق: کنترل سیستمی و کنترل موضعی، فلوجارت های تنظیم فشار خون، بارورسپتورها و کمورسپتورها، فاکتورهای درون ریز خون پارامترهای مکانیکی طراحی استنتهای قلبی- عروقی: ثمنها، گرفته شریانی، دریچه های قلبی مصنوعی

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:

۱. Vlachopoulos, C., M. O'Rourke, and W.W. Nichols, *McDonald's blood flow in arteries: theoretical, experimental and clinical principles*. 2011: CRC press.
۲. Fung, Y.-c., *Biomechanics: circulation*. 2013: Springer Science & Business Media.



3. Chandran, K.B., *Cardiovascular biomechanics*. 1992: New York University Press.



عنوان درس به فارسی:		میکرو سیالات	
عنوان درس به انگلیسی:		Microfluidics	
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	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 پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر میکرو سیالات و کاربردهای آن
۲. تئوری مکانیک سیالات: جریان های گاز و مایع، شرایط مرزی، جریان های موازی، جریان های با عدد رینولدز کم، اثر ورودی ها و تنش سطحی
۳. الکتروستاتیک: پدیده های الکترو اسموسیس، الکترو فورسیس و دی الکترو فورسیس و کاربردهای آنها
۴. ادوات میکرو سیالات برای کنترل جریان سیالات خارجی: اندازه گیری سرعت و آشفتگی جریان سیالات و کنترل آنها
۵. ادوات میکرو سیالات برای کنترل جریان سیالات داخلی: میکرو شیرها، میکرو پمپها و میکرو سنسورهای جریان سیالات داخلی
۶. ادوات میکرو سیالات در کاربردهای علوم شیمی و زیستی: میکروسوزنها، میکرومیکسرها، میکرو فیلترها و جداکننده ها، میکرو تزریق کننده ها، میکرو راکتورها
۷. کاربردهای علوم شیمی و زیستی: تزریق کننده های دارو و آزمایشگاه روی یک تراشه

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

استفاده از روش‌های نوین و تعاملی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت‌های 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 نرم‌افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Nguyen, N.-T., S.T. Wereley, and S.A.M. Shaegh, *Fundamentals and applications of microfluidics*. 2019: Artech house.
2. Hardt, S. and F. Schönfeld, *Microfluidic technologies for miniaturized analysis systems*. 2007: Springer Science & Business Media.
3. Morgan, H. and N.G. Green, *AC electrokinetics: colloids and nanoparticles*. 2003: Research Studies Press.
4. Li, P.-C., *Microfluidic lab-on-a-chip for chemical and biological analysis and discovery*. 2008: CRC press.



عنوان درس به فارسی: مکانیک سلولی		عنوان درس به انگلیسی: Cell Mechanics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐	عملی ☐	-	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 سرفصل های ذیل

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. بخش اول:
۲. مقدمه: کارکرد و انواع سلول های حیاتی، ساختار زیستی و اندامک های سلول، رفتارهای سلولی و وابستگی آن ها به ریز محیط شیمیایی و فیزیکی-مکانیکی، تعریف مکانوبیولوژی
۳. ساختار فیزیکی سلول: اسکلت سلولی (فیبر های اکتین، فیبرهای میانی، میکروتوبول ها)، هسته، غشا
۴. ساختار اسکلتی سلول: ساختار پروتئینی و سطح بندی فیبرها، آرایش فیبرها در سیتوپلاسم و محیط سلول، فیبرهای تنشی، فیلوپودیوم، لملوپودیوم، پروتئین های اتصالی
۵. ساختار اسکلت سلولی به عنوان شبکه ی پلیمری و نظریه های وابسته، سینماتیک پلیمرایزسیون، Persistence length, Freely jointed chain (FJC), Worm-like chain (WLC)
۶. غشای سلولی: مکانیک غشای سلولی، خمش و برش در صفحه، نقش محیط مکانیکی در کارکرد زیستی غشا
۷. پروتئین های اتصالی، پروتئین های غشایی، سیگنال دهی درون سلولی و مسیر های پروتئینی شیمیایی و فیزیکی-مکانیکی -گیرنده های شیمیایی و مکانیکی، سینرژی مسیرهای شیمیایی و مکانیکی
- مکانوترنسداکشن سلولی، سیگنال های مکانیکی، اندامک ها و ساختارهای حس گر مکانیکی سلول
- مکانیک پروتئین، معرفی مدلسازی دینامیک مولکولی
۸. بخش دوم:
۹. مدل های مکانیکی سلول: مدل محیط پیوسته، مدل فوم، مدل های فنر و دشپات، مدل سیال-جامد، مدل تنسگریتی، مدل های ترکیبی
۱۰. معادلات بنیادین در مکانیک سلولی: مکانیک تغییر شکل های بزرگ، ویسکوالاستیسیته و تحلیل رئولوژی، استاتیک و دینامیک سیالاتی در مکانیک سلولی، مکانیک آماری و تحلیل ترمودینامیکی در رفتار فیزیکی سلول: انرژی داخلی و آنتروپی
۱۱. بارگذاری سلولی در ریزمحیط مکانیکی بافت
۱۲. خواص مکانیکی سلول: تعاریف و روش های ارزیابی micropipette aspiration, AFM, Magnetic and optical tweezers
۱۳. بخش سوم:
۱۴. وابستگی خواص مکانیکی سلول و رفتار های سلولی
۱۵. نیروی انقباض سلولی، مدل فیزیکی اکتین-میوسین، انتقال نیروی انقباضی به غشا، نیروی ترکشن سلولی، اندازه گیری ترکشن سلولی (TFM)
۱۶. مکانیک حرکت سلولی: مکانیزم حرکت سلولی، مدل های مکانیکی حرکت سلولی، Random walk، مدلسازی محاسباتی در حرکت سلولی (cellular automata, cellular pots)



۱۷. مکانیک چسبندگی سلولی: مدل peeling، مدل فنرو دشیپات، استحکام باندهای پروتئین بر اساس مدل ترمودینامیکی و مکانیکی

۱۸. معادلات مکانیکی و ترمودینامیکی در رفتارهای زیستی سلولی (تقسیم، مرگ برنامه ریزی شده، تمایز،...)

۱۹. بخش چهارم:

۲۰. نظریه ها و معیارهای مکانیک سلولی در رشد، بازمدلسازی، ترمیم بافت و اندام زایی

۲۱. ریزمحیط مکانیکی سلول و برهمکنش سلول-ECM

۲۲. بخش پنجم:

۲۳. مکانیک گونه ای سلولی با تاکید بر کارکرد و بیماری ها:

- مکانیک سلول های سرطانی

- مکانیک سلول های اندوتلیال و عضله ی صاف و نقش آن در مکانیک شریانی و آترواسکروسیس

- مکانیک سلول های عضله ای

- مکانیک سلول های سیستم اسکلتی

- مکانیک سلول های احشایی

- مکانیک سلول های خونی

توصیه می شود که بخش آخر همراه با سمینار ها و تحقیق های دانشجویی باشد

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

(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 روش های سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Boal, D. and D.H. Boal, *Mechanics of the Cell*. 2012: Cambridge University Press.
2. Mow, V.C., et al., *Cell mechanics and cellular engineering*. 2012: Springer Science & Business Media.
3. Flyvbjerg, H., et al., *Physics of Bio-Molecules and Cells: Les Houches Session LXXV, 2-27 July 2001*. 2003: Springer Science & Business Media.
4. Bray, D., *Cell movements: from molecules to motility*. 2001: Garland Science.
5. Becker, W.M., et al., *The world of the cell*. 2006: Pearson/Benjamin Cummings San Francisco, CA.
6. Alberts, B., *Molecular biology of the cell*. 2008, Garland science.



عنوان درس به فارسی: ویسکوالاستیسیته و رئولوژی مواد زیستی		عنوان درس به انگلیسی: Viscoelasticity and rheology of biomaterials	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐	عملی ☐	-	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 پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر مواد ویسکوالاستیک
۲. معادله حالت و برآورد آن برای مدل ماکسول (UCM)
۳. ویسکوالاستیسیته خطی، مدل‌های پایه ای و تأثیرات زمانی، مشابه‌های مکانیکی رفتار ویسکوالاستیک، اندازه گیری ویسکوالاستیک خطی
۴. ویسکوالاستیسیته غیرخطی: معرفی موارد مختلف، تعریف و اندازه گیری نیروهای ویسکوالاستیک، مثال‌هایی از اولین تفاضل تنش عمودی
۵. External Flow and Extensional viscosity موارد مشاهده، اهمیت جریان، نسبت Trouton مثال‌هایی Viscosity curves, Extensional موارد موجود در گردش خون و...
۶. بیورئولوژی مواد متفاوت، بررسی رئولوژی خون، بافت‌ها و ماهیچه‌ها، تأثیر ویسکوالاستیسیته و غیرخطی بودن بر جریان خون در شریان‌ها، سیاهرگ‌ها، ریه، شریان‌های کرونری، عضلات.

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. Mase, G.T., R.E. Smelser, and J.S. Rossmann, *Continuum mechanics for engineers*. 2020: CRC press.
2. Barnes, H.A., *A handbook of elementary rheology*. 2000: University of Wales, Institute of Non-Newtonian Fluid Mechanics Aberystwyth.
3. Macosko, C.W., *Rheology Principles. Measurements and Applications*, 1994.
4. Fung, Y.-c., *Biomechanics: mechanical properties of living tissues*. 2013: Springer Science & Business Media





عنوان درس به فارسی: بیومکانیک ستون مهره ها		عنوان درس به انگلیسی: Spinal biomechanics	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	-		پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:	-		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. اهمیت و اپیدمیولوژی دردها و آسیب های کمری و نقش پارامترهای مکانیکی
۲. آناتومی و مفاهیم مقدماتی بیومکانیک ستون مهره ها
۳. تخمین بارهای مکانیکی وارده بر ستون مهره ها: روش های آزمایشگاهی in-vivo روش های آزمایشگاهی in vitro: اهمیت مدل های بیومکانیکی
۴. مدل های بیومکانیکی ستون مهره ها: مدل های عضله معادل؛ مدل های بهینه سازی مدل های الکترومایوگرافی، مدل های ترکیبی؛ مدل های المان محدود؛ روش های اعتبارسنجی مدلها
۵. تحلیل پایداری مکانیکی ستون مهره ها
۶. کاربرد مدل های بیومکانیکی در ارگونومی و فیزیوتراپی: روش بهینه بلند کردن اجسام؛ طراحی روش های فیزیوتراپی عضلات

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Bogduk, N., *Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum*. 2005: Elsevier Health Sciences.
2. White III, A.A. and M.M. Panjabi, *Clinical biomechanics of the spine*. 1990.
3. Reeves, N.P. and J. Cholewicki, *Modeling the human lumbar spine for assessing spinal loads, stability, and risk of injury*. Critical Reviews™ in Biomedical Engineering, 2003. **31**(1&2).
4. Hong, Y. and R. Bartlett, *Routledge handbook of biomechanics and human movement science*. 2008: Routledge.
5. McGill, S., *Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation*. 2015: Human Kinetics.



عنوان درس به فارسی: بیومکانیک شغلی		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد		Occupational biomechanics
پایه ☐ نظری ☒		-
تخصصی ☐ عملی ☐		-
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:

- 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. تاریخچه بیومکانیک
۲. بیومواد بافت‌های نرم
۳. آنترپومتری و کاربرد آمار در بیومکانیک شغلی
۴. تجهیزات و لوازم آزمایشگاهی برای سنجش توانمندی‌های انسان
۵. مدل‌های بیومکانیکی مفاصل کمر، زانو، مچ دست و شانه
۶. ارزیابی محیط کار و تشخیص فاکتورهای ریسک برای عوارض عضلانی - عصبی - اسکلتی
۷. توصیه‌های ارگونومی برای انجام فعالیت‌های وزنه برداری
۸. اثر ارتعاشات بر عملکرد بدن و عوارض ناشی از آن
۹. طراحی ابزار کار به ویژه ابزارهای دستی

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:

1. Chaffin, D.B., G.B. Andersson, and B.J. Martin, *Occupational biomechanics*. 2006: John Wiley & sons.
2. Johnson, A.T., *Biomechanics and exercise physiology: quantitative modeling*. 2007: CRC Press.



عنوان درس به فارسی:		بیومکانیک ارتوپدی	
عنوان درس به انگلیسی:		Orthopedic biomechanics	
دروس پیش نیاز:	-	نظری ☒ پایه ☐	
دروس هم نیاز:	-	عملی ☐ تخصصی ☐	
تعداد واحد:	۳	نظری-عملی ☐ اختیاری ☒	
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 پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

۱. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس

۲. تفهیم سرفصل‌های ذیل

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: ارتوپدی و کاربردهای آن، بیومکانیک ارتوپدی
۲. بیومکانیک استخوان: عملکرد استخوان در سیستم‌های اسکلتی، ساختار و ترکیب استخوان، خواص مکانیکی استخوان متراکم و اسفنجی، مکانوبیولوژی، مدل سازی سازگاری، مدل سازی سلسله مراتبی
۳. بیومکانیک شکست و ترمیم استخوان: مکانیزم‌های شکست استخوان، فرایند ترمیم استخوان، بیومکانیک ترمیم، مدل سازی ترمیم
۴. بیومکانیک لوازم ثابت سازی شکستگی: فرایند درمان شکستگی، مواد کاشتنی‌های استخوان، ثابت‌سازهای خارجی، ثابت‌سازهای داخلی، استانداردهای ثابت‌سازهای شکستگی
۵. بیومکانیک مفاصل: ساختار و عملکرد مفاصل، تحلیل حرکت و نیرو در مفاصل، بیومکانیک مفصل زانو، بیومکانیک مفصل لگن
۶. روش‌های آزمایشگاهی مطالعه مفاصل: روش‌های اندازه‌گیری نیرو، حرکت، سطح تماس و پایداری در مفاصل.
۷. مدل سازی ریاضی مفاصل: مدل‌های جسم صلب، مدل‌های جسم انعطاف پذیر
۸. بیومکانیک تعویض مفصل: بیماری‌های مفصلی، مواد کاشتنی‌های مفصلی، اصول طراحی مفاصل مصنوعی، مفصل مصنوعی زانو، مفصل مصنوعی لگن، استانداردهای مفاصل مصنوعی

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. Bartel, D.L. and D.T. Davy, *Orthopaedic biomechanics: mechanics and design in musculoskeletal systems*. 2006: Prentice Hall.
2. Mow, V.C. and R. Huiskes, *Basic orthopaedic biomechanics & mechano-biology*. 2005: Lippincott Williams & Wilkins.
3. Swartz, S. and A. Biewener, *Biomechanics Structures and Systems: A Practical Approach*. 2009.
4. Adams, J.C. and D.L. Hamblen, *Outline of orthopaedics*. 2001: Churchill Livingstone.
5. Selected papers



عنوان درس به فارسی: بیومکانیک فک و دندان		عنوان درس به انگلیسی: Dental Biomechanics	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	-		پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:	-		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 پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. ساختار بافت دندان و استخوان
۲. خواص مکانیک اجزای فک و دندان (عاج، مینا، استخوان کنسلوس، استخوان کورتیکال، لیگامان، پالپ و...)
۳. مکانیک بافت عاج و مینا (تست خواص مکانیکی، تئوری کامپوزیت ها)
۴. مکانیک لیگامان پرودونال، ((PDL مدل های بنیادین مکانیک شامل مدل های پر الاستیک، ویسکوالاستیک چندگانه و...))
۵. تحلیل بیومکانیک آسیب شناسی دندان و فک
۶. مدل سازی و شبیه سازی در بیومکانیک دندانی
۷. مکانیک ادوات سوپر الاستیک در اورتودنسی (معرفی مواد Shape-Memory ، بارگذاری سیکلی، شبیه سازی اورتودونتیک)
۸. مکانیک ادوات دندانی (آلیاژهای تیتانیوم و نحوه ساخت و ماشین کاری آنها، Chemical Surface Treatment Deposition تحلیل بیومکانیکی Osseo integration، ایمپلنت ها و وسایل تست)
۹. معرفی انواع مواد دندانی و خواص فیزیکی مکانیکی آنها، فلزات پایه آلیاژهای قیمتی و...)
۱۰. فرایندهای Bleaching , Abrasion , Cleansing , Polishing , Finishing و تحلیل مکانیکی آنها.

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. Natali, A.N., *Dental biomechanics*. 2003: CRC Press.
2. Powers, J.M. and J.C. Wataha, *Dental Materials-E-Book: Properties and Manipulation*. 2014: Elsevier Health Sciences.
3. O'Brien, W.J., *Dental materials and their selection*. 2002.
4. Anusavice, K.J., C. Shen, and H.R. Rawls, *Phillips' science of dental materials*. 2012: Elsevier Health Sciences.



عنوان درس به فارسی: بیومکانیک برخورد و آسیب		عنوان درس به انگلیسی: Biomechanics of Impact and Trauma	
نوع درس و واحد		دروس پیش نیاز: فیزیولوژی، آناتومی	
پایه ☐ نظری ☒		دروس هم نیاز: -	
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. معرفی آسیب های ترومایی: مکانیزم ها، علل و سناریوها
۲. بررسی بیومکانیکی سوانح ترافیکی: مطالعات میدانی - روش های آماری - پایگاه داده ها
۳. بیومکانیک آسیب: تست های تصادم و ضربه - آدمک های تست - مدل های عددی
۴. مبانی فیزیک آسیب های تصادفات
۵. مبانی پیشگیری از آسیب در تصادفات، معیارها و مقیاس های آسیب و توابع آسیب
۶. تحلیل آسیب های ترومایی در اثر ضربه:
 - آسیب های سر (آناتومی و مکانیزم آسیب های سر - پاسخ مکانیکی سر به ضربه و معیار اندازه گیری آسیب سر - مدل های تعیین آستانه آسیب به سر)
 - آسیب های گردن و ستون فقرات (آناتومی و مکانیزم آسیب های گردن و ستون فقرات - پاسخ مکانیکی گردن به ضربه و معیار اندازه گیری آسیب گردن - ارتباط معیارهای آسیب و ریسک آسیب)
 - آسیب های قفسه سینه (آناتومی و مکانیزم آسیب های قفسه سینه - شکستگی های قفسه سینه - آسیب های ریوی - پاسخ مکانیکی قفسه سینه به بارگذاری از جلو و بارگذاری جانبی - تعیین معیارهای آسیب قفسه سینه بر اساس شتاب، نیرو، فشار)
 - آسیب های شکم (آناتومی و مکانیزم آسیب های شکم - روش های تجربی تعیین پاسخ بیومکانیکی در اثر ضربه - تعیین معیارهای آسیب)
 - آسیب های لگن و اندام تحتانی (آناتومی اندام تحتانی - مکانیزم آسیب های به لگن و استخوان ران - مکانیزم آسیب های زانو، مچ و پا - حد تحمل ضربه لگن و اندام تحتانی - تعیین معیارهای آسیب برای اندام تحتانی)
 - آسیب های شانه و دست (آناتومی و مکانیزم آسیب های شانه و دست - حد تحمل ضربه شانه و دست - تعیین معیارهای آسیب برای شانه و دست - ارزیابی ریسک آسیب برای آسیب های شانه و دست)
۷. مطالعات آزمایشگاهی - آزمایشگاه تست خودرو
۸. مبانی پیشگیری از آسیب سرنشینان در تصادفات و عابرین پیاده و چشم انداز آینده پیشگیری از آسیب ها

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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:

1. Schmitt, K.-U., et al., *Trauma biomechanics: an introduction to injury biomechanics*. 2019: Springer.
2. Yoganandan, N., A.M. Nahum, and J.W. Melvin, *Accidental injury: biomechanics and prevention*. 2015: Springer.



عنوان درس به فارسی: مبانی عصبی-عضلانی حرکت		عنوان درس به انگلیسی: Neuromuscular basics of movement
نوع درس و واحد		
پایه ☐ نظری ☒		فیزیولوژی، آناتومی
تخصصی ☐ عملی ☐		-
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:

- 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. مقدمه و فلسفه کلی حرکت
۲. انواع حرکت‌های عصبی-عضلانی با نگرش کیفی: سازوکارهای کلی انواع حرکت؛ مدل‌های کیفی سیستم‌های کنترل حرکت
۳. مشخصات و خواص اجزاء و سیستم اسکلت حرکتی: نمایش و تعیین هویت سیستم‌های حرکتی؛ مسائل کنترل در سیستم‌های ساده حرکتی
۴. ماهیچه به عنوان عملگر: معماری و ساختار عضله؛ واحد حرکتی و فرمان‌پذیری آن در حرکت؛ مشخصات مکانیکی ماهیچه؛ مدل‌های کمی ماهیچه
۵. کنترل عصبی راه رفتن در انسان: مطالعه کلی کنترل حرکات منظم و تکراری در انسان تنظیم‌کننده سختی و طول عضلات؛ با نمایی کمی و کیفی فیدبک‌های نخاعی؛ نقش نخاع در طراحی و ایجاد حرکت‌های خود تحریک و تکرار شونده؛ تحریک الکتریکی نخاع و اثرات ایجاد و کنترل حرکتی آن
۶. تجزیه و تحلیل Gait و کاربرد کنترل در حرکات منظم و نامنظم یابی انسان: تجزیه و تحلیل راه رفتن؛ حرکت اندام‌های بالایی؛ مسیرهای حرکت مرکز ثقل هنگام راه رفتن؛ معادلات لاگرانژ و سینماتیک رو به جلو و معکوس حرکت بدن؛ تجزیه و تحلیل دینامیک سیستم‌های ماهیچه‌ای - اسکلتی در مقایسه بزرگ؛ تجزیه و تحلیل دینامیک و سینماتیک برخواستن و راه رفتن انسان
۷. کنترل خارجی سیستم عصبی-عضلانی (F. E. S): فرایند تحریک و انقباض؛ سیگنال الکترومایوگرام و انقباض؛ مقایسه مدل الکترومایوگرام - نیرو با مدل تحریک نیرو از عضله؛ پیش‌بینی نیرو در حالت خستگی عضلانی؛ مقایسه مدل‌های تحریک از سطح و درون-عضلانی
۸. آنالیز بیومکانیک عمل برخواستن از روی صندلی در افراد سالم و پاراپلژیک: مدل مکانیکی عمل برخواستن از روی صندلی افراد سالم و پاراپلژیک؛ تغییرات فضایی مرکز ثقل بدن؛ شبیه‌سازی حرکت ارادی یک فرد پاراپلژیک
۹. کنترل حلقه بسته ساختار اسکلتی بدن جهت برخواستن از روی صندلی: تولید حرکت مطلوب؛ پایداری و کنترل سیستم حلقه بازی کنترل‌کننده‌های گشتاور مفاصل محاسبه شده و PD، کنترل‌کننده با کمک تحریک عملکردی ماهیچه‌ها

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. McMahon, T.A., *Muscles, reflexes, and locomotion*. 2020: Princeton University Press.
2. Tyldesley, B. and J. Grieve, *Muscles, nerves and movement: In human occupation*. 2009: John Wiley & Sons.
3. Stark, L., *Neurological control systems: Studies in bioengineering*. 2012: Springer Science & Business Media.
4. Brooks, V., *The neural basis of motor control*, New York, 1986. Oxford University Press.
5. Taylor, A. and A. Prochazka. *Muscle receptors and movement*. in *Proceedings of a Symposium held at the Sherrington School of Physiology, St. Thomas' Hospital Medical School. London, Basingstoke: MacMillan Publishers Ltd*. 1981.
6. Ito, M. and M. Itō, *The cerebellum and neural control*. 1984: Raven press.

۷. استفاده از مقالات مندرج در مجلات

A System, Man and Ghbenefics and Biomedical Engineering



عنوان درس به فارسی:		الاستیسیته
عنوان درس به انگلیسی:		Elasticity
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:	-	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. مقدمات ریاضی، دلتای کرونگر، نمادها، تبدیل مختصات، محاسبات تانسوری کارترین، دستگاه مختصات منحنی الخط متعامد
۲. تغییر شکل: جابه جایی و کرنش، ساختار هندسی تئوری تغییر شکل های کوچک، تبدیل کرنش، کرنش های اصلی، کرنش های کروی و انحرافی، معادله سازگاری کرنش، دستگاه مختصات کروی و استوانه ای منحنی الخط
۳. تنش و تعادل، نیروهای سطحی و حجمی، بردار مسیر و تانسور تنش، تبدیل تنش، تنش های اصلی، تنش انحرافی و کروی، معادلات تعادل، روابط در مختصات کروی و استوانه ای منحنی الخط
۴. رفتار مواد: جامدات الاستیک خطی - مشخصه یابی (خصوصیات مواد) مواد، مواد الاستیک خطی - قانون هوک، تعاریف فیزیکی مدول الاستیک، استراتژی حل و روابط (فرمول بندی)، بررسی معادلات حاکم، شرایط مرزی و دسته بندی مسائل اساسی
۵. روابط (فرمول های) جابه جایی و تنش، اصل جمع آثار، اصل سن-ونان
۶. استراتژی کلی حل مسائل، انرژی کرنشی و اصول وابسته، اصل یکتایی الاستیسیته، مسائل مقدار مرزی، ثابت های الاستیک، تئوری های انتگرال، اصل کار مجازی، اصل انرژی پتانسیل مینیمم، اصل انرژی پتانسیل مکمل، روش رایلی-ریتز
۷. روابط دو بعدی، کرنش صفحه ای و تنش صفحه ای، تنش صفحه ای تعمیم یافته، کرنش ضد صفحه، تابع تنش ابری، روابط مختصات قطبی
۸. حل مسائل دو بعدی، حل مسائل در مختصات کارترین با استفاده از چند جمله ای ها، حل مسائل در مختصات کارترین با استفاده از روش فوریه، حل کلی مسائل در مختصات قطبی، حل در مختصات قطبی
۹. کشش، پیچش، خمش استوانه الاستیک، روابط کلی
۱۰. روابط (فرمول های) پیچش و حل مسائل پیچش حاصل از شرایط مرزی، حل مسائل پیچش با استفاده از روش فوریه، پیچش استوانه های سوراخدار، روابط خمش و مسائل خمش بدون پیچ خوردگی (twist)
۱۱. بعضی از جنبه های objectivity، تغییر ناظر، میدان تانسور objective، نامتغیر (invariance) پاسخ مواد الاستیک، مواد هایپرالاستیک ایزوتروپ، مواد هایپرالاستیک تراکم پذیر و غیر قابل تراکم، شکل های مختلف توابع انرژی کرنشی
۱۲. تانسور الاستیسیته، مواد ایزوتروپ عرضی، هایپرالاستیسیته، مواد مرکب با دو رشته الیاف

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

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 نرم‌افزارهای مرتبط در حد امکان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Sadd, M.H., *Elasticity: theory, applications, and numerics*. 2009: Academic Press.
2. Chou, P.C. and N.J. Pagano, *Elasticity: tensor, dyadic, and engineering approaches*. 1992: Courier Corporation.
3. Timoshenko, S. and J. Goodier, *Theory of elasticity*, 1951. New York. **412**: p. 108.
4. Holzapfel, G.A., *Nonlinear solid mechanics: a continuum approach for engineering science*. Meccanica, 2002. **37**(4): p. 489-490.



عنوان درس به فارسی:		خزش، خستگی و شکست	
عنوان درس به انگلیسی:		Fatigue and Stress Fractures	
دروس پیش نیاز:	-	نظری ☒ پایه ☐	
دروس هم نیاز:	-	عملی ☐ تخصصی ☐	
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 پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تاریخچه اهمیت و تعاریف
۲. مکانیک خزش در مواد ایزوتروپیک و غیر ایزوتروپیک (پارامترهای خزش، خزش اولیه و ثانویه، مدل های مکانیکی خزش، معادلات پایه تئوری کار کرد تانسوری، تئوری پتانسیل خزش، خزش های تک محوره و چند محوره)
۳. مکانیک آسیب در خزش
۴. خزش در سیالات ویسکوز، جامدات ویسکوالاستیک (خطی و غیر خطی) و جامدات ویسکو پلاستیک
۵. شکست در مواد و چقرمگی
۶. مکانیک شکست خطی الاستیک (تمرکز تنش در ترکها، پارامترهای G و K ، تعادل انرژی گریفیث، نرخ آزادسازی انرژی، منحنی R پلاستیسیته نوک ترک و معیار شکست)
۷. مکانیک شکست الاستیک-پلاستیک (جابجایی بازشدگی نوک ترک $CTOD$ ، انتگرال I منحنی رشد ترک)
۸. شکست دینامیک و شکست وابسته به زمان (شکست دینامیک، توقف ترک، رشد ترک خزشی و مکانیک شکست ویسکوالاستیک)
۹. تستهای مکانیک شکست (K_{IC} ، منحنی $CTOD$ و ...)
۱۰. فاکتورهای مؤثر در عمر خستگی، تست های خستگی
۱۱. مکانیک رشد ترک های خستگی (میکرومکانیزم خستگی، معادلات مکانیک رشد ترک خستگی، مکانیزم تأخیر، کار مجازی، پایداری ترکهای خستگی، الگوهای رشد ترک خستگی)
۱۲. ترکهای خستگی در مواد الاستیک خطی - مواد الاستوپلاستیک و کامپوزیتها
۱۳. ساختار بافت های نرم و سخت بدن انسان، ویسکوالاستیسته بافتها
۱۴. خزش در بافت نرم و سخت (پوست، دیواره شریان، قلب، استخوان، ماهیچه، غضروف، تاندون و لیگامان و..)
۱۵. $Remodeling$ در بافت نرم و رابطه آن با خواص مکانیکی
۱۶. رفتار خستگی استخوان (منحنی $S-N$ ، شکست خستگی در استخوان)
۱۷. رفتار خزش استخوان در رابطه آن با خستگی
۱۸. مدل استخوانی استیونال به عنوان ماده کامپوزیت
۱۹. چقرمگی استخوان
۲۰. رشد کنترل شده ترک در استخوان
۲۱. تأثیر $Remodeling$ در مکانیک شکست و خستگی استخوان
۲۲. مدلسازی شکست خستگی در استخوان

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. Anderson, T.L., *Fracture mechanics: fundamentals and applications*. 2017: CRC press.
2. Betten, J., *Creep mechanics*. 2008: Springer Science & Business Media.
3. Bolotin, V.V., *Mechanics of fatigue*. 2020: Crc Press.
4. Burr, D.B. and C. Milgrom, *Musculoskeletal fatigue and stress fractures*. 2001: CRC press.
5. Fung, Y.-c., *Biomechanics: mechanical properties of living tissues*. 2013: Springer Science & Business Media.
6. Cowin, S. and J. Telega, *Bone mechanics handbook*. Appl. Mech. Rev., 2003. **56**(4): p. B61-B63.



عنوان درس به فارسی: جراحی رباتیک		عنوان درس به انگلیسی: Robotic Surgery
نوع درس و واحد		
پایه ☐ نظری ☒		فیزیولوژی، آناتومی
تخصصی ☐ عملی ☐		-
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:

- 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. تاریخچه، سیر تکاملی، انگیزه‌های علمی اقتصادی و انسانی در توسعه و گسترش فناوری جراحی رباتیک
۲. مصادیق جراحی رباتیک در حوزه‌های مختلف جراحی
۳. روشهای گوناگون بهره‌مندی از فناوری و دانش رباتیک در جراحی
۴. مروری بر سامانه‌های جراحی رباتیک: ابزارهای جراحی رباتیک و هوشمند سامانه‌های نوابری جراحی؛ سامانه‌های رباتیکی افزایش قابلیت و دستیار جراح؛ سامانه‌های رباتیکی جراحی از راه دور
۵. اصول طراحی ربات‌های جراحی: تحلیل، طراحی و اجرای حرکت؛ مکانیزم‌های RCM؛ واسطه‌های جراح-ربات
۶. حسگرها و عملگرهای جراحی رباتیک: حس لامسه، اندازه‌گیری و بازخورد نیرو؛ حسگرهای دما، فشار، اکسیژن و التراسوند؛ عملگرهای خطی و دورانی
۷. روش‌های کنترل ربات‌های جراحی: روش‌های کنترل یک جانبه بر اساس موقعیت، سرعت یا نیرو و کاربردهای آن؛ روش‌های کنترل دو جانبه بر اساس موقعیت، سرعت یا نیرو و کاربردهای آن
۸. ابزارها، راه‌حل‌های جدید و فرصت‌های توسعه در جراحی رباتیک

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

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. Rosen, J., B. Hannaford, and R.M. Satava, *Surgical robotics: systems applications and visions*. 2011: Springer Science & Business Media.
2. Baik, S.H., *Robot surgery*. 2010: BoD-Books on Demand.
3. Najarian, S., J. Dargahi, and A.A. Mehrizi, *Artificial tactile sensing in biomedical engineering*. 2009: McGraw-Hill Education.
4. Bozovic V., *Medical Robotics*. I-Tech Education and Publishing. Vienna/Austria, 2008.
5. Taylor, R.H., et al., *Medical robotics and computer-integrated surgery*. Springer handbook of robotics, 2016: p. 1657-1684.



عنوان درس به فارسی: توانبخشی رباتیک		عنوان درس به انگلیسی: Robotic rehabilitation	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	فیزیولوژی، آناتومی		پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:	-		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 پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تاریخچه، سیر تکاملی، انگیزه‌های علمی اقتصادی و انسانی در توسعه و گسترش فناوری توانبخشی رباتیک
۲. مصادیق توانبخشی رباتیک و به کمک کامپیوتر در حوزه‌های مختلف توانبخشی
۳. ملاحظات اخلاقی (ethical)، ایمنی (safety) و راحتی (comfort) بیمار در ربات‌های توانبخشی
۴. مروری بر سامانه‌های توانبخشی رباتیک: سامانه‌های رباتیک تماسی و غیر تماسی برای فیزیکیال تراپی؛ وسایل کمکی رباتیک؛ ارتزهای رباتیک؛ پروتزهای رباتیک
۵. اصول طراحی ربات‌های توانبخشی: تحلیل، طراحی و اجرای حرکت؛ تعاملات توانخواه - ربات؛ بازخورد سنسوری و کنترل حرکت
۶. حسگرها و عملگرهای توانبخشی رباتیک: حسگرهای نیرو، حرکت و لامسه؛ عملگرهای رباتیکی الکتریکی، نیوماتیکی، کابلی، ...)
۷. روش‌های کنترل ربات‌های بازتوانی: روش‌های کنترل سختی یا امپدانس؛ روش‌های مقاوم و تطبیقی در کنترل ربات‌های توانبخشی؛ کنترل بدون نیرو - یادگیری حرکت توسط ربات؛ ابزارها، راه حل‌های جدید و فرصت‌های توسعه در بازتوانی رباتیک

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:

1. Kommu, S.S., *Rehabilitation Robotics*. 2007: BoD—Books on Demand.
2. Bozovic, V., *Medical Robotics. I-Tech Education and Publishing*. Vienna/Austria, 2008.



عنوان درس به فارسی: مهندسی توانبخشی حرکتی		عنوان درس به انگلیسی: Motor Rehabilitation Engineering
نوع درس و واحد		
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز: فیزیولوژی، آناتومی
تخصصی ☐ عملی ☐		دروس هم نیاز: -
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		تعداد واحد: ۳
رساله / پایان نامه ☐		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 سرفصل‌های ذیل

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه بر کاربرد مهندسی در توانبخشی حرکتی
۲. ملاحظات اجتماعی، اخلاقی و روانی در توسعه مهندسی توانبخشی
۳. اصول طراحی مهندسی در توانبخشی حرکتی
۴. طراحی وسایل کمکی و ارتزها: ویلچرهای دستی و موتوردار؛ تکیه گاه‌های موقعیتی نشسته و ایستاده؛ ارتزهای اصلاح کننده بدشکلی اندام‌ها و ستون مهره‌ها؛ ارتزهای ارتوپدی و ورزشی؛ ارتزها و وسایل کمکی برای بهبود راه رفتن و فعالیت‌های روزمره (ارتزهای غیر فعال و فعال راه رفتن وسایل کمکی برای تسهیل فعالیت‌های روزمره)؛ ارتزها و وسایل کمکی خاص برای بیماران عصبی-عضلانی
۵. طراحی پروتزها: پروتزهای اندام فوقانی؛ پروتزهای اندام تحتانی

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. Cooper, R.A., *Rehabilitation engineering applied to mobility and manipulation*. 1995: CRC Press.
2. Cooper, R.A., H. Ohnabe, and D.A. Hobson, *An introduction to rehabilitation engineering*. 2006: CRC Press.
3. Myers, S.R., *Saunders Manual of Physical Therapy Practice: Rose Sgarlat Myers*. 1995.
4. Nawoczenski, D.A. and M.E. Epler, *Orthotics in functional rehabilitation of the lower limb*. 1997: Saunders Philadelphia.
5. Bowker, J.H., *Atlas of limb prosthetics. Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*, 1992: p. 453-478.



عنوان درس به فارسی: ضایعات عصبی-عضلانی و روش های توانبخشی حرکت		عنوان درس به انگلیسی: Neuromuscular lesions and movement rehabilitation methods	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	فیزیولوژی، آناتومی	
تخصصی ☐	عملی ☐	-	
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 سرفصل های ذیل

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. بررسی استراتژی های کلی تولید و کنترل حرکات در اندام و افراد سالم
۲. تجزیه و تحلیل مدل های حسی- حرکتی بر اساس اصول موتور کنترل و نوروفیزیولوژیک توانبخشی
۳. اصول کلی ضایعات موتور کنترل و اثرات آن بر حرکت
۴. مدل های یادگیری موتور کنترل به منظور توانبخشی حرکات افراد معلول
۵. ضایعات حفظ پاسچر و توانبخشی آن از دیدگاه موتور کنترل
۶. ضایعات راه رفتن در اثر نارسایی های موتور کنترل
۷. ضایعات حرکت دست از قبیل ریش، گرفتن و حرکت دادن دست با وجود ضایعه
۸. اسپاستیسیتی و پلاستیسیتی در ماهیچه و اندام های حرکتی
۹. مدل بیومکانیکی پدیده ایزواینرسیال و ایزوکنتریک و اثرات آن در توانبخشی حرکت

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Shumway-Cook, A. and M.H. Woollacott, *Theory and practical applications*. Motor Control, 1995.
2. Rothwell, J.C., *Control of human voluntary movement*. 2012: Springer Science & Business Media.
3. Schmidt, R.A., et al., *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. 2018: Human kinetics.
4. Levine, M.W. and J.M. Shefner, *Fundamentals of sensation and perception*. 2000.
5. Deutsch, S. and E. Micheli-Tzanakou, *Neuroelectric systems*. 1987: New York University Press.
6. Winter, D.A., *Biomechanics and motor control of human movement*. 2009: John Wiley & Sons.
7. Tyldesley, B. and J. Grieve, *Muscles, nerves and movement: In human occupation*. 2011: John Wiley & Sons.
8. Stark, L., *Neurological control systems: Studies in bioengineering*. 2012: Springer Science & Business Media.
9. McMahon, T.A., *Muscles, reflexes, and locomotion*. 2020: Princeton University Press.
10. Taylor, A. and A. Prochazka. *Muscle receptors and movement*. in *Proceedings of a Symposium held at the Sherrington School of Physiology, St. Thomas' Hospital Medical School. London, Basingstoke: MacMillan Publishers Ltd*. 1981.



عنوان درس به فارسی:		حس لامسه و بازخورد نیرو در پزشکی	
عنوان درس به انگلیسی:		Tactile sensing and force feedback in medicine	
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	نوع درس و واحد
دروس هم نیاز:	-	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 پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تعریف، طبیعت و مدهای حس لامسه: مقدمه ای بر حسگرهای زیستی؛ گیرنده های مکانیکی (تطبیق سریع، تطبیق متوسط و تطبیق آهسته)؛ مقدمه ای بر ترمینولوژی حسگرهای مصنوعی
۲. تعاریف، مشخصات عملکردی حسگرها
۳. حسگرهای پیزورزیستو و مدل سازی ریاضی آنها
۴. حسگرهای پیزوالکتریک و مدل سازی ریاضی آنها
۵. حسگرهای نیروهای قائم، فشار و نیروهای برشی
۶. کاربردهای حس لامسه در پزشکی
۷. مبانی و معیارهای طراحی حسگرهای لامسه برای جراحی
۸. هپتیک و حضور از راه دور و کاربرد آنها در روشهای نوین تشخیص، جراحی و توانبخشی

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. Najarian, S., J. Dargahi, and A.A. Mehrizi, *Artificial tactile sensing in biomedical engineering*. 2009: McGraw-Hill Education.
2. Webster, J.G., *Tactile sensors for robotics and medicine*. 1988: John Wiley & Sons, Inc.
3. Russell, R.A., *Robot tactile sensing*. 1990: Prentice-Hall, Inc.
4. Burdea, G.C., *Force and touch feedback for virtual reality*. 1996.



عنوان درس به فارسی:		مکانیک بافت	
عنوان درس به انگلیسی:		Tissue Mechanics	
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	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 بافت و مکانیک آن

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
۲. اجزای غیر ارگانیک بافت های بدن (الاستین، کلاژن، مواد زمینه ای و...)
۳. اجزای ارگانیک بافت های بدن (سلول ها)
۴. خواص مکانیکی ریز ساختار بافت های بدن
۵. بافت های نرم و خواص مکانیک آنها (دیواره شریان، غضروف، تاندون، لگامان، پوست و...)
۶. بافت های سخت و خواص مکانیکی آنها (استخوان، دندان و...)
۷. تئوری های تحلیل مکانیک بافت های بدن انسان
۸. الاستیسیته محدود، هایپرالاستیسیته، پوروالاستیسیته، دو فازی و...
۹. کار کرد و مکانیک بافت های بدن انسان به تفکیک
۱۰. سیستم عضلانی، استخوانی، سیستم قلب و عروق، پوست، دندان و...
۱۱. Remodeling در بافت
۱۲. تحلیل بیومکانیکی از آسیب شناسی بافت های بدن و پیری

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Ogden, R.W. and G.A. Holzapfel, *Mechanics of biological tissue*. 2006: Springer.
2. Pung, Y.-c., *Biomechanics: mechanical properties of living tissues*. 2013: Springer Science & Business Media.
3. Nigg, B.M., *Biomechanics of the musculo-skeletal system*. 2007: John Wiley & Sons Incorporated.
4. Cowin, S.C. and J.D. Humphrey, *Cardiovascular soft tissue mechanics*. 2001: Springer.



5. Humphrey, J.D., *Cardiovascular solid mechanics: cells, tissues, and organs*. 2013: Springer Science & Business Media.
6. Cowin, S. and J. Telega, *Bone mechanics handbook*. Appl. Mech. Rev., 2003. **56**(4): p. B61-B63.
7. Aaberg, E., *Muscle mechanics*. 2006: Human Kinetics.
8. Martin, R.B., et al., *Skeletal tissue mechanics*. 1998: Springer.



عنوان درس به فارسی:		پدیده های انتقال در سیستم های زیستی	
عنوان درس به انگلیسی:		Transport Phenomena in Biological Systems	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	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. ب بخش اول: مکانیک سیالات زیستی

تئوری روانکاری و کاربرد آن در بررسی روانکاری مفاصل سینیوئال

جریان های رینولدز پایین و کاربرد آن در بررسی جریان سیال در محیط های زیستی

روش های تقریبی در آنالیز جریان های زیستی پیچیده

۲. بخش دوم: انتقال حرارت در سیستم های زیستی

انتقال حرارت در سلول

معادله انتقال حرارت هایپرلیک و کاربردهای زیستی آن

نگهداری سلول یا بافت در دمای پایین

۳. بخش سوم: انتقال جرم در سیستم های زیستی

مروری بر پدیده های انتقال

انتقال جرم در محیط متخلخل

انتقال جرم بین عروقی

مدل سازی انتقال جرم در کلیه و کبد

مدل سازی انتقال جرم در ریه

مدل سازی انتقال دارو

انتقال مواد در سیستم گوارش

پدیده های انتقال در درمان غده های سرطانی

انتقال جرم در سیستم های کمکی- درمانی

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:



1. Truskey, G.A., F. Yuan, and D.F. Katz, *Transport phenomena in biological systems*. 2009
2. Fournier, R.L., *Basic transport phenomena in biomedical engineering*. 2017: CRC press.
3. Yang, W.-J., *Biothermal-fluid sciences: principles and applications*. 1989: Garland Science.



عنوان درس به فارسی:		حس لامسه در سیستم های واقعیت مجازی و از راه دور رباتیک پزشکی	
عنوان درس به انگلیسی:		Tactile sensing in virtual reality and remote medical robotic systems	
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	نوع درس و واحد
دروس هم نیاز:	-	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 ای بر حس لامسه در واقعیت مجازی، واقعیت مجازی در سامانه ها، شاخص های انسانی، محیط مجازی و رندینگ، تکنولوژی های موجود در واسط های لامسه ای پزشکی.
۲. سینماتیک و دینامیک واسط های لامسه ای در محیط مجازی و از راه دور رباتیک پزشکی، سنسور و عملگرها در واسط های لامسه ای پزشکی، معماری واسط های لامسه ای در صنعت پزشکی.
۳. تشخیص برخورد در سامانه های مجازی و از راه دور لامسه ای پزشکی.
۴. رندینگ در سامانه های لامسه ای با کاربردی پزشکی، مدلسازی فضای آزاد، مدل سازی سختی اجسام در کاربردهای پزشکی، مدل سازی اصطکاک، دینامیک محیط مجازی سامانه های پزشکی.
۵. کنترل سامانه های لامسه ای پزشکی، کانال های ارتباطی در سامانه های لامسه ای پزشکی، پایداری و شفافیت در سامانه های لامسه ای پزشکی. معرفی کنترل خطی، غیرخطی و نوین در کاربری سامانه های لامسه ای پزشکی

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Podobnik, J. and M. Mihelj, *Haptics for virtual reality and teleoperation*. 2012: Springer.
2. Tavakoli, M., et al., *Haptics for teleoperated surgical robotic systems*. 2008: World Scientific.
3. MacLean, K.E., *Haptic interaction design for everyday interfaces*. Reviews of Human Factors and Ergonomics, 2008. 4(1): p. 149-194.
4. Hannaford, B. and A.M. Okamura, *Haptics*, in *Springer Handbook of Robotics*. 2016, Springer. p. 1063-1084.
5. Hayward, V. and K.E. MacLean, *Do it yourself haptics: part I*. IEEE Robotics & Automation Magazine, 2007. 14(4): p. 88-104.



6. Weir, D.W. and J.E. Colgate, *Stability of haptic displays*. Haptic Rendering: Foundations, Algorithms, and Applications, 2008: p. 123-156.
7. Salisbury, K., F. Conti, and F. Barbagli, *Haptic rendering: introductory concepts*. IEEE computer graphics and applications, 2004. **24**(2): p. 24-32.
8. Hashtrudi-Zaad, K. and S.E. Salcudean, *Analysis of control architectures for teleoperation systems with impedance/admittance master and slave manipulators*. The International Journal of Robotics Research, 2001. **20**(6): p. 419-445.
9. Hannaford, B., *A design framework for teleoperators with kinesthetic feedback*. IEEE transactions on Robotics and Automation, 1989. **5**(4): p. 426-434.
10. Kolbari, H., et al., *Adaptive control of a robot-assisted tele-surgery in interaction with hybrid tissues*. Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, 2018. **140**(12).



عنوان درس به فارسی: مکانیک سیالات زیستی پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Advanced Biofluids	
پایه ☐ نظری ☒	مکانیک سیالات	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐ عملی ☐	-	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 پایه‌های علمی درس

اهداف ویژه:

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

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تانسورهای تنش و تغییر شکل
تفسیر تنش و تغییر شکل، نرخ کرنش
دیدگاه اولرین و دیدگاه لاگرانژین، سیستم محورهای مختصات و معادله انتقال رینولدز و معادلات بقا
ضرایب لزجت و تئوری استوکس
معادلات ناویر-استوکس
خط جریان، خط رگه، خط مسیر
مدل‌های مختلف سیال غیر نیوتنی
۲. تقسیم بندی جریان بر اساس عدد رینولدز
خواص جریان با رینولدز بالا، جریان خون در قلب و آئورت، جریان هوا در راه‌های هوایی
لایه مرزی درجه یک و معادلات جریان
خواص جریان با رینولدز پائین، جریان استوکس، جریان خزشی، جریان خون در بستر مویرگی، جریان هوا در حبابچه‌های شش
۳. معادلات انتقال ورتیسیت (چرخش)
لایه مرزی و تحلیل براساس جریان چرخشی
پدیده جدایش جریان و پیش بینی شرایط جدایش
۴. جریان جابجایی
جابجایی آزاد، تخمین بوزینسک
جابجایی اجباری
اعداد بی بعد پرائتل، ناسلت، گرافش ۰۰۰ و مثال جریان سیال درون چشم
۵. سیستم مختصات دورانی
نیروهای کوریولیس و جانب مرکز
فرضیات ساده کننده، جریان هوا در جو
جریان خون در رگهای قلبی
۶. برخی مسائل حل شده از معادلات ناویراستوکس از مکانیک سیالات
جریان تحت تاثیر حرکت دیوار جامد و معادله کووت، معادله روغنکاری در مفاصل سینوویال
جریان تحت تاثیر اختلاف فشار و معادله پوازی، جریان خون در سرخرگ



جریان تحت تاثیر شتاب جاذبه، جریان چند لایه بر روی سطح شیب دار، شرط مرزی آزاد، کشش سطح

جریان تحت تاثیر دیواره چرخان

معادله اول و دوم استوکس

جریان ضربانی درون لوله مدور عدد و مرسلی

۷. سیستم سیرکولاسیون حیاتی

۸. روش های اندازه گیری و مشاهده جریان

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

استفاده از روش های نوین و تعاملی

(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 روش های سمعی-بصری و نرم افزارهای مرتبط در حد امکان

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Panton R.L., *Incompressible Flow*. 1996: John Wiley & Sons.
2. White F.M., *Viscus Fluid Flow*. 1991: McGraw-Hill, 1991.
3. Tritton D.J., *Physical Fluid Dynamics*. 1988: Oxford Science Pub.
4. Schlichting H., *Boundary-Layer Theory*. 1990: McGraw-Hill.



عنوان درس به فارسی: کاربرد پیشرفته هوش مصنوعی و تحول دیجیتال			
عنوان درس به انگلیسی: Advanced application of artificial intelligence and digital transformation in biomedical engineering		نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	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:

- درک اصول و مفاهیم پایه‌ای و الگوریتم‌های هوش مصنوعی و کاربردها در مهندسی پزشکی

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم پایه هوش مصنوعی و یادگیری ماشین
- درک تکنیک‌های پیشرفته هوش مصنوعی
- شناسایی کاربردها و به کارگیری الگوریتم‌های هوش مصنوعی در مهندسی پزشکی

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

فصل ۱: تکنیک‌ها و الگوریتم‌های هوش مصنوعی

- تعاریف و اصول پایه هوش مصنوعی و یادگیری ماشین
- تکنیک‌ها و الگوریتم‌های یادگیری عمیق
- یادگیری تقویتی
- مباحث پیشرفته در یادگیری عمیق

فصل ۲: هوش مصنوعی در بیوالکترونیک

- پردازش و تحلیل سیگنال‌های بیولوژیکی
- پردازش و طبقه‌بندی تصاویر پزشکی
- تشخیص بیماری‌های قلبی با استفاده از هوش مصنوعی
- تشخیص و پیش‌بینی بیماری‌ها و اختلال هی مغزی

فصل ۳: هوش مصنوعی در بیومکانیک

- تحلیل حرکت و بیومکانیک انسان
- پیش‌بینی و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی با استفاده از یادگیری ماشین
- طراحی و بهینه‌سازی پروتزهای مکانیکی با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی

فصل ۴: هوش مصنوعی در بیومتریال

- طراحی و بهینه‌سازی مواد زیستی با استفاده از هوش مصنوعی
- شبیه‌سازی و مدل‌سازی رفتار مواد زیستی تحت شرایط مختلف



- استفاده از یادگیری ماشین در توسعه مواد زیستی جدید

فصل ۵: هوش مصنوعی در مهندسی بافت

- شبیه‌سازی و مدل‌سازی رشد بافت‌های زیستی
- استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای بهبود فرآیندهای بیوپرینتینگ
- پیش‌بینی و بهینه‌سازی رفتارهای بافت‌های مصنوعی در شرایط مختلف

فصل ۶: هوش مصنوعی در مهندسی توانبخشی

- توسعه سیستم‌های توانبخشی هوشمند
- طراحی و تحلیل دستگاه‌های پوشیدنی و پروتزهای هوشمند
- استفاده از یادگیری ماشین برای بهبود کیفیت زندگی افراد مبتلا به ناتوانی‌های جسمی

فصل ۷: هوش مصنوعی در مهندسی ورزش

- تحلیل و بهینه‌سازی عملکرد ورزشی با استفاده از هوش مصنوعی
- پیش‌بینی و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی با استفاده از یادگیری ماشین
- طراحی برنامه‌های تمرینی هوشمند با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی

فصل ۸: هوش مصنوعی در مهندسی اطلاعات پزشکی

- پردازش و تحلیل داده‌های پزشکی با استفاده از هوش مصنوعی
- سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری بالینی
- تحلیل و پیش‌بینی روند بیماری‌ها با استفاده از یادگیری ماشین

فصل ۹: هوش مصنوعی در مهندسی عصبی-شناختی

- مدل‌سازی و شبیه‌سازی شبکه‌های عصبی و شناختی
- استفاده از هوش مصنوعی برای تشخیص و درمان بیماری‌های عصبی-شناختی
- تحلیل و بهبود عملکرد شناختی با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی

(*) بسته به این امر که این درس برای دانشجویان کدام گرایش تدریس می‌شود، مثال‌های کاربردی می‌تواند مخصوص به آن گرایش طراحی و ارائه گردد.

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

استفاده از روش‌های نوین و تعاملی

ت) 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:



14. Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. *Deep learning*. MIT press, 2016.
15. Zhang, Aston, et al. *Dive into deep learning*. Cambridge University Press, 2023.
16. Julie, E. Golden, Y. Harold Robinson, and S. M. Jaisakthi, eds. *Handbook of deep learning in biomedical engineering and health informatics*. CRC Press, 2021.
17. Hudson, Donna L., and Maurice E. Cohen. *Neural networks and artificial intelligence for biomedical engineering*. Vol. 3. John Wiley & Sons, 1999.
18. Ulloa, Jorge Garza. *Applied biomedical engineering using artificial intelligence and cognitive models*. Elsevier, 2021.
19. Bacic B. *Bridging the gap between biomechanics and artificial intelligence*. In ISBS-conference proceedings archive 2006.
20. Gupta, Mousumi, et al. Artificial Intelligence on Medical Data. *Proceedings of International Symposium, ISCMM*. Vol. 37. 2021.
21. Ebara, Mitsuhiro, et al. *Smart biomaterials*. Springer, 2014.
22. Related papers



عنوان درس به فارسی: اخلاق در مهندسی پزشکی ^۲		عنوان درس به انگلیسی: Ethics in biomedical engineering		نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	-			پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:	-			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:

- اخلاق مهندسی یا به انگلیسی Engineering Ethics شاخه‌ای از اخلاق کاربردی است. در اخلاق مهندسی با ارائه کدهای اخلاقی به مهندسان به تصمیم‌گیری اخلاقی در حرفه مهندسی کمک می‌شود. در حال حاضر، یک تغییر اجتماعی و اخلاقی در علم و پزشکی در حال وقوع است. این وضعیت نشان می‌دهد که وظایف تک تک محققان درگیر در کار پزشکی و علوم مرتبط با پزشکی به درستی درک نشده است. آنچه در این درس ارائه می‌شود، توسعه و به کارگیری اخلاق حرفه‌ای آنها است.

اهداف ویژه:

۳. افزایش توانمندی و مهارت در حوزه تخصصی درس
۴. تفهیم سرفصل‌های ذیل

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۵. آشنایی با مفهوم و کاربردهای اخلاق
 - اخلاق و اهمیت آن
 - اخلاق در مکاتب مختلف دینی و فلسفی
 - اخلاق کاربردی و نقش آن در توسعه جوامع
۶. حرفه مهندسی، تاریخچه و نقش آن
 - تعریف مهندسی و نقش مهندسان در پیشرفت جوامع
 - تعریف حرفه و اخلاق حرفه‌ای
 - اخلاق حرفه‌ای در فرهنگ ایرانی
 - مهم‌ترین رویدادهای مهندسی
 - دو عنصر مهم مهندسی: خلاقیت و مدیریت زمان
۷. اخلاق مهندسی
 - ضرورت اخلاق مهندسی
 - اصول اخلاق مهندسی
 - اخلاق کاربردی، اخلاق سازمانی
 - اخلاق علمی-پژوهشی: محرمات پژوهشی و مکروهات پژوهشی
 - اخلاق محیط زیستی
 - حرفه مهندسی و مقتضیات آن
 - مهندسی اخلاق یا مدیریت رفتار
 - سوگندنامه مهندسی
 - سرمایه اجتماعی
 - ریشه‌های مسائل اخلاق حرفه‌ای: نمونه آسیب‌ها

^۲ این درس بین همه گرایش‌ها مشترک است.



۸. اخلاق در مهندسی پزشکی

- در بخش پژوهش و ارزیابی آزمایشگاهی
- در بخش تکنیک‌ها، وسایل پزشکی و ارزیابی‌های بالینی
- در بخش‌های مختلف مهندسی پزشکی برای کار حرفه‌ای

(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:

۱. بهادری نژاد، م.، اخلاق مهندسی و مهندسی اخلاق، ۱۳۹۸، نشر یزدا.

۲. خاکی صدیق، ع.، مقدمه‌ای بر اخلاق پژوهشی و اخلاق مهندسی، ۱۳۸۹، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.

3. Martin, M.W. and R. Schinzinger, *Ethics in engineering*. 2004: McGraw-Hill.
4. Mondal, R., *Medical Ethics and Policies Related to Biomedical Equipment, in Biomedical Engineering and its Applications in Healthcare*. 2019, Springer. p. 733-738.
5. Brey, P., *Biomedical engineering ethics*. 2009.
6. Vallero, D.A., *Biomedical ethics for engineers: Ethics and decision making in biomedical and biosystem engineering*. 2011: Elsevier.

