



دانشگاه تهران

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

رشته: مهندسی پزشکی گرایش بیومکانیک
مقطع: دکتری



دانشکده فنی

مصوب جلسه مورخ ۱۴۰۲/۰۴/۰۴ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه

این برنامه بر اساس آیین نامه وزارتی تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاه های دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی مکانیک دانشکده فنی بازنگری شده و در چهارصد و شصت و چهارمین جلسه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه مورخ ۱۴۰۲/۰۴/۰۴ به تصویب رسیده است.

مصوبه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه تهران در خصوص برنامه درسی
مقطع «دکتری» رشته «مهندسی پزشکی گرایش بیومکانیک»

برنامه درسی مقطع دکتری رشته مهندسی پزشکی گرایش بیومکانیک که توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی مکانیک
دانشکدگان فنی، بازنگری شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه برسد.
- این برنامه درسی جایگزین برنامه درسی مقطع دکتری رشته مهندسی پزشکی گرایش بیومکانیک مصوب هفتاد و سومین
جلسه کمیسیون شورای عالی برنامه ریزی آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مورخ ۱۳۹۵/۰۵/۱۷، شده است.

محمدرضا اسمعیلی گیوی
مدیر کل برنامه ریزی و نظارت آموزشی

دانشگاه

محمود کمره ای
معاون آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۱۴۰۲/۰۴/۰۴ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه در مورد
بازنگری برنامه درسی مقطع «دکتری» رشته «مهندسی پزشکی گرایش بیومکانیک» صحیح است، به
واحد ذیربط ابلاغ شود.

سید محمد مقیمی
رئیس دانشگاه تهران





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



برنامه درسی رشته

مهندسی پزشکی گرایش بیومکانیک

BIOMEDICAL ENGINEERING - BIOMECHANICS

مقطع: دکتری

تهیه کننده:

عضو هیات علمی دانشگاه تهران...

دکتر ..محمد علی نظری...



جدول - تغییرات در برنامه فعلی

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	سمینار	حذف شود (درس ارشد است)
۲.	رباتیک (حذف شود درس کارشناسی است)	رباتیک پزشکی (۸۱۰۶۴۶۸)
۳.	روش اجزا محدود	روش اجزا محدود ۱ (۸۱۰۶۴۱۹)
۴.	ریاضی مهندسی پیشرفته (۸۱۰۶۱۴۳)	ریاضیات پیشرفته ۲ (۸۱۰۶۱۴۱)
۵.	دینامیک سیالات محاسباتی (۸۱۰۶۴۸۵)	دینامیک سیالات محاسباتی ۱ (۸۱۰۶۴۱۷)
۶.	مباحث منتخب در بیومکانیک قلب و عروق (۸۱۰۶۴۹۶)	حذف درس
۷.	مباحث منتخب در بیومکانیک اسکلتی - عضلانی (۸۱۰۶۵۰۳)	حذف درس
۸.	مباحث منتخب در رباتیک پزشکی (۸۱۰۶۵۰۹)	حذف درس
۹.		مباحث ویژه (شماره ندارد)
۱۰.	مباحث پیشرفته در کنترل و یادگیری حرکت انسان (۸۱۰۶۴۶۹)	کنترل و یادگیری حرکت انسان (تغییر نام با حفظ شماره)
۱۱.	مباحث پیشرفته در مدل‌سای سیستم‌های بیولوژیکی (۸۱۰۶۴۰۵)	مدل‌سازی پیشرفته سیستم‌های بیولوژیکی (تغییر نام با حفظ شماره)
۱۲.	برهم کنش سیال و جامد در سیستم‌های زیستی (FSI) (۸۱۰۶۴۹۲)	برهم کنش سیال و جامد در سیستم‌های زیستی (تغییر نام با حفظ شماره)
۱۳.		مکانیک سیالات در سیستم‌های بیولوژیکی (۸۱۰۶۴۱۳)
۱۴.		کنترل سیستم‌های بیولوژیکی (۸۱۰۶۴۰۴)
۱۵.		مکانیک بافت (۸۱۰۶۴۰۷)
۱۶.		مکانیک رشد (۸۱۰۶۴۰۹)
۱۷.		بیومکانیک راه رفتن (۸۱۰۶۰۸۱)
۱۸.		بیورئولوژی و همورئولوژی (۸۱۰۶۴۳۴)
۱۹.		خزش، خستگی و شکست در بیومکانیک (۸۱۰۶۴۸۰)
۲۰.		ویسکوالاستیسیته (۸۱۰۶۲۹۳)
۲۱.		جریان دوفازی در سیستم‌های زیستی (شماره ندارد)
۲۲.		مواد مرکب و کاربردهای آن در مهندسی پزشکی (۸۱۰۶۴۸۱)
۲۳.		بررسی آشوب و کاربردهای آن در مهندسی پزشکی (۸۱۰۶۴۶۶)
۲۴.		حسگرهای زیستی (۸۱۰۶۴۶۷)
۲۵.		مواد نانو و کاربردهای زیستی آنها (۸۱۰۶۴۸۲)
۲۶.		سامانه‌های میکروالکترومکانیکی زیستی (شماره ندارد)
۲۷.		مواد زیستی (شماره ندارد)
۲۸.		روشهای محاسبات عددی پیشرفته (۸۱۰۶۴۱۸)



دکتری مهندسی پزشکی گرایش بیومکانیک / ۳

۲۹.	بهینه سازی (۸۱۰۶۴۷۲)	
۳۰.	هوش مصنوعی (۸۱۰۶۴۴۴)	
۳۱.	مکانیک غیرخطی جامدات (۸۱۰۶۴۷۹)	
۳۲.	مکاترونیک پیشرفته (۸۱۰۶۴۳۲)	
۳۳.	سامانه‌های میکرو و نانوالکترومکانیکی (۸۱۰۶۰۸۲)	
۳۴.	سازه‌های هوشمند (۸۱۰۶۳۲۵)	
۳۵.	مکانیک سیالات غیرنیوتنی (۸۱۰۶۳۱۱)	
۳۶.	ترمودینامیک پیشرفته (۸۱۰۶۰۸۶)	
۳۷.	میکرومکانیک کاربردی و همگن سازی (۸۱۰۶۳۷۶)	
۳۸.	کنترل پیشرفته (۸۱۰۶۴۵۸)	
۳۹.	نانومکانیک محاسباتی (۸۱۰۶۰۵۲)	
۴۰.	روش‌های محاسبات عددی پیشرفته	روش‌های پیشرفته محاسبات عددی (تغییر نام با حفظ شماره)
۴۱.	فیزیولوژی ۱ (جبرانی)	حذف درس
۴۲.	فیزیولوژی ۲ (جبرانی)	حذف درس
۴۳.		ریاضیات پیشرفته ۱ (جبرانی)
۴۴.		روش تحقیق (جبرانی)
۴۵.		کلیه پیش نیازها و هم نیازها حذف شدند.



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



دوره دکترای مهندسی پزشکی گرایش بیومکانیک، یکی از دوره های تحصیلات تکمیلی در آموزش عالی کشور است. هدف از این رشته ارتقاء دانش مهندسان مکانیک دارای مدرک کارشناسی ارشد و افزایش و تعمیق دید علمی آنها است. در این دوره همچنین آموزشهای لازم در جهت انجام امور پژوهشی به دانشجو تدریس می گردد. با گذراندن این دوره دانشجو می تواند مسائل مربوط به مهندسی پزشکی را که نیاز به استفاده بیشتر از مبانی علمی و پژوهشی دارند را مرتفع نماید. زمینه های فعالیت در این گرایش بیشتر مرتبط با بیومکانیک می باشد.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

آنچه انتظار می رود تا دانشجویان بدانند و در زمان فارغ التحصیلی قادر به انجام آن باشند، شامل دانش ها، مهارت ها، و نگرش های کسب شده توسط دانشجویان در طول برنامه است. یک برنامه مهندسی پزشکی - بیومکانیک باید نشان دهد که دانش آموختگان آن به توانایی های زیر رسیده اند:

- شناسایی و فرموله کردن و حل کردن مشکلات مهندسی پزشکی - بیومکانیک
- استفاده از فناوریها، علوم روز و ابزارهای مدرن در فعالیتهای مرتبط با مهندسی پزشکی - بیومکانیک
- بکارگیری دانش مهندسی پزشکی - بیومکانیک در نوآوری انجام تحقیقات مرتبط با این علم
- بکارگیری دانش های بیومکانیکی در طراحی دستگاه های جدید این حوزه.
- طراحی فرآیندهای مرتبط در تحلیل و تفسیر داده ها در حوزه های مربوطه.
- ارائه راه حل در حوزه طراحی و ساخت دستگاههای کمک پزشکی مکانیکی (رباتها، وسایل ارتوپدی، ایمپلنتها و ...)

پ) ضرورت و اهمیت

در بسیاری از پروژه های مربوط به تحقیقات پزشکی و حوزه زیستی نیاز به دانشی عمیق از مهندسی مکانیک حس می شود، لازم است این دانش در دوره های تحصیلات تکمیلی مانند (کارشناسی ارشد و دکتری) در افراد ایجاد شود. همچنین در پروژه های تحقیقاتی نه تنها نیاز به دانش فراتر از مهندسی وجود دارد بلکه توانایی هایی برای انجام و پیشبرد تحقیقات نیز لازم است که این توانایی در انجام تحقیقات در این دوره آموزش داده می شود.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

دانشجویان باید ۳۶ واحد درسی را مطابق جدول (۱) اخذ کنند:



جدول (۱) - توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس تخصصی الزامی	۳
دروس تخصصی اختیاری	۱۵
رساله / پایان نامه	۱۸
جمع	۳۶

تبصره: به تشخیص گروه آموزشی و دانشکده، دانشجو مجاز است حداکثر دو درس از سایر گروه‌ها و رشته‌های مرتبط اخذ کند.

تبصره: دانشجویانی که رشته مقطع قبلی آنان با مباحث این رشته غیرمرتبط می‌باشد بایستی تا ۶ واحد را به عنوان دروس جبرانی از میان دروس جبرانی این رشته را در نیمسال اول تا دوم بگذرانند. انتخاب این دروس به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / موسسه می‌باشد و بایستی شامل دروسی باشد که دانش پایه و اصلی این رشته را در بر بگیرد. تعداد واحدهای جبرانی نیز به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / موسسه و بر مبنای میزان ارتباط رشته با رشته دوره قبلی دانشجو می‌باشد.



ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش آموختگان

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
مدلسازی سیستمهای بیولوژیکی	مبانی بیومکانیک، بیومکانیک اسکلتی عضلانی، مکانیک سلولی، مکانیک بافت، مکانیک سیالات در سیستمهای بیولوژیکی، مدل سازی سیستمهای بیولوژیکی پیشرفته، مدل سازی و شبیه سازی سیستمهای بیولوژیکی، مکانیک سیستم قلب و عروق، ویسکوالاستیسیته و رئولوژی مواد زیستی، بیورئولوژی و همورئولوژی، انتقال حرارت و جرم زیستی، مکانیک رشد، بررسی آشوب و کاربردهای آن در مهندسی پزشکی، جریان دوفازی در سیستمهای زیستی، خزش خستگی شکست در سیستمهای زیستی، برهم کنش سیال و جامد در سیستمهای زیستی، بیومکانیک قلب و عروق پیشرفته
طراحی وسایل مکانیکی کمک بیمار	مدلسازی و تحلیل حرکات بدن، بیومکانیک شغلی، بیومکانیک راه رفتن، مهندسی توانبخشی حرکتی، ضایعات عصبی-عضلانی و روشهای توانبخشی، مبانی عصبی-عضلانی حرکت، بیومکانیک ستون مهره‌ها، بیومکانیک اسکلتی عضلانی پیشرفته
طراحی پروتزها و ایمپلنتها	بیومکانیک ارتوپدی، بیومکانیک برخورد و تصادم، ارگانهای مصنوعی، بیومکانیک فک و دندان، مواد مرکب و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی



دکتری مهندسی پزشکی گرایش بیومکانیک / ۸

کنترل پیشرفته، مکاترونیک پیشرفته، ابزار دقیق در سیستمهای زیستی، حس لامسه و بازخورد نیرو در مهندسی پزشکی، هپتیک، کنترل سیستمهای بیولوژیکی، رباتیک پزشکی، جراحی رباتیک، رباتیک پزشکی پیشرفته، توانبخشی رباتیک، کنترل و یادگیری حرکت انسان	کنترل و طراحی وسایل کمک جراحی
میکروسیالات، سامانههای میکروالکترومکانیکی زیستی، سامانههای میکرو و نانو الکترومکانیکی، مواد نانو و کاربردهای زیستی آنها، حسگرهای زیستی، نانو مکانیک محاسباتی	دارورسانی هدفمند در مقیاس سلولی
دروس مرتبط	مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی
سیالات پیشرفته، دینامیک پیشرفته، مکانیک محیطهای پیوسته، ترمودینامیک پیشرفته، خزش خستگی شکست، مکانیک سیالات غیرنیوتنی، الاستیسیته، ویسکوالاستیسیته، مکانیک غیرخطی جامدات، شبیه‌سازی دینامیک مولکولی، میکرومکانیک کاربردی و همگن‌سازی، سازه‌های هوشمند	ارتقا دانش فیزیکی
ریاضیات پیشرفته، روش اجزا محدود، هوش مصنوعی، بهینه‌سازی، محاسبات عددی پیشرفته، دینامیک سیالات محاسباتی	روشهای عددی و ریاضی

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

پذیرش دانشجو مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری صورت می‌گیرد.



جدول (۲) - جدول مواد و ضرایب امتحانی آزمون ورودی دکتری مهندسی پزشکی - بیومکانیک

گروه درسی	۱	۲	۳
ماده امتحانی	زبان انگلیسی	استعداد تحصیلی	دروس تخصصی: کارشناسی (ریاضیات عمومی ۱ و ۲، معادلات دیفرانسیل) کارشناسی ارشد (مبانی بیومکانیک، مکانیک محیطهای پیوسته)
ضریب	۱	۱	۴



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول (۳) - دروس کمبود (جبرانی) رشته مهندسی پزشکی، گرایش بیومکانیک در مقطع دکتری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	ریاضیات پیشرفته ۱	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۲.	روش تحقیق	۲	۲	۰	۰	۳۲	۰	-	-
	جمع کل	۵	۵	۰	۰	۸۰	۰		



جدول (۴) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی گرایش بیومکانیک در مقطع دکتری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	ریاضیات پیشرفته ۲	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
	جمع کل	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰		



جدول (۵) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری گرایش بیومکانیک

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	مبانی بیومکانیک	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۲.	مکانیک محیط‌های پیوسته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۳.	کنترل پیشرفته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۴.	مکانیک سیالات پیشرفته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۵.	دینامیک پیشرفته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۶.	مکانیک سیالات در سیستم‌های بیولوژیکی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۷.	دینامیک سیالات محاسباتی ۱	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۸.	روش اجزاء محدود ۱	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۹.	کنترل سیستم‌های بیولوژیکی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۱۰.	روش‌های پیشرفته محاسبات عددی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۱۱.	مکانیک بافت	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۱۲.	مکانیک رشد	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۱۳.	مکانیک سلولی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۱۴.	بیومکانیک راه رفتن	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۱۵.	انتقال حرارت و جرم زیستی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۱۶.	بیورئولوژی و همورئولوژی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۱۷.	برهم‌کنش سیال و جامد در سیستم‌های زیستی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۱۸.	بیومکانیک ارتوپدی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-



دکتری مهندسی پزشکی گرایش بیومکانیک / ۱۴

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱۹.	رباطیک پزشکی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۲۰.	جراحی رباطیک	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۲۱.	کنترل و یادگیری حرکت انسان	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۲۲.	خزش، خستگی و شکست در بیومکانیک	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۲۳.	ویسکوالاستیسیته و رئولوژی مواد زیستی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۲۴.	مدلسازی پیشرفته سیستم‌های بیولوژیکی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۲۵.	مواد مرکب و کاربرد آن‌ها در مهندسی پزشکی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۲۶.	بررسی آشوب و کاربردهای آن در مهندسی پزشکی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۲۷.	حسگرهای زیستی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۲۸.	مواد نانو و کاربردهای زیستی آن‌ها	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۲۹.	بیومکانیک اسکلتی عضلانی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۳۰.	مدلسازی و تحلیل حرکات بدن	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۳۱.	ابزار دقیق در سیستم‌های زیستی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۳۲.	مدلسازی و شبیه‌سازی سیستم‌های بیولوژیکی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۳۳.	ارگان‌های مصنوعی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۳۴.	بیومکانیک ستون مهره‌ها	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۳۵.	بیومکانیک شغلی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۳۶.	بیومکانیک فک و دندان	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۳۷.	بیومکانیک برخورد و تصادم	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-



دکتری مهندسی پزشکی گرایش بیومکانیک / ۱۵

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۳۸.	مبانی عصبی عضلانی حرکت	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۳۹.	توانبخشی رباتیک	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۴۰.	مهندسی توانبخشی حرکتی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۴۱.	ضایعات عصبی-عضلانی و روش‌های توانبخشی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۴۲.	مکانیک سیستم قلب و عروق	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۴۳.	میکرومکانیک کاربردی و همگن سازی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۴۴.	شبیه سازی دینامیک مولکولی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۴۵.	میکروسیالات	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۴۶.	حس لامسه و بازخورد نیرو در پزشکی رباتیک	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۴۷.	بهینه سازی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۴۸.	هوش مصنوعی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۴۹.	مکانیک غیرخطی جامدات	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۵۰.	ویسکوالاستیسیته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۵۱.	مکاترونیک پیشرفته	۳	۲	۱	۰	۳۲	۱۶	-	-
۵۲.	الاستیسیته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۵۳.	سازه‌های هوشمند	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۵۴.	سامانه‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۵۵.	مکانیک سیالات غیرنیوتنی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۵۶.	خزش، خستگی و شکست	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۵۷.	ترمودینامیک پیشرفته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-



دکتری مهندسی پزشکی گرایش بیومکانیک / ۱۶

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۵۸.	مباحث ویژه	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۵۹.	جریان دوفازی در سیستم‌های زیستی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۶۰.	سامانه‌های میکروالکترومکانیکی زیستی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۶۱.	مواد زیستی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۶۲.	نانومکانیک محاسباتی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
	جمع کل	۱۸۶	۱۸۵	۱	۰	۲۹۶۰	۳۲		

*دانشجو موظف است ۱۵ واحد از دروس تخصصی اختیاری جدول فوق را که در مقطع کارشناسی ارشد نگذرانده است، اخذ نموده و بگذراند. همچنین دانشجو مجاز است به تشخیص گروه آموزشی و دانشکده حداکثر دو درس تخصصی اختیاری خود را از سایر گروه‌ها و رشته‌های مرتبط اخذ نماید.



فصل سوم
سرفصل دروس



ریاضیات پیشرفته ۲		عنوان درس به فارسی:
نوع درس و واحد	Advanced Mathematics 2	عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز:
تخصصی ☒ عملی ☐		دروس هم نیاز:
اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آموزش مباحث نظریه اغتشاشات، آنالیز تابعک، و معادلات مشتق جزئی غیر خطی

سرفصل های درس :

- نظریه اغتشاشات
- معادلات جبری و غیر جبری
- بسط مستقیم
- تکنیک لپوندست-پوانکاره
- روش نرمال سازی مجدد
- روش مقیاسهای متعدد
- روش متوسط گیری
- مسائل مقدار مرزی
- ۲- آنالیز تابعک
- فضاهای متریک
- فضاهای نرم شده، فضاهای باناخ
- عملگرهای خطی
- عملگرهای خطی متراکم
- مسائل مقدار مرزی برای معادلات دیفرانسیل معمولی خطی
- فضاهای ضرب داخلی، فضاهای هیلبرت
- مجموعه های متعامد
- عملگرهای خود-الحاقی
- مساله اشتورم-لیوویل
- مثالهای کاربردی (نوسانگر هارمونیک، توابع بسل، چند جمله ای های لژاندر و هرمیت، روش اجزای محدود)
- فضاهای سوبولف
- تبدیل فوریه



- ۳- معادلات مشتق جزئی غیر خطی
- تبدیل به معادلات مشتق جزئی خطی
- برخی مسائل دارای حل دقیق
- آنالیز ابعادی و تشابه
- معادلات برگرز
- تفرق/انتشار غیر خطی
- معادله غیر خطی شرودینگر
- معادله فیشر
- ایده لایه مرزی
- مقدمه ای بر تبدیلات بکلاند
- حدس پینلف

روش ارزیابی: به تشخیص استاد درس

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۲۰٪	۴۰٪	۴۰٪	

فهرست منابع پیشنهادی:

- Milan, Miklavcic. Applied functional analysis and partial differential equations. World Scientific, 1998.
- Roubíček, Tomáš. Nonlinear partial differential equations with applications. Vol. 153. Springer Science & Business Media, 2013.
- Nayfeh, Ali H. Perturbation methods. John Wiley & Sons, 2008.
- Brezis, Haim. Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations. Springer Science & Business Media, 2010.
- Taylor, Michael. Pseudodifferential operators and nonlinear PDE. Vol. 100. Springer Science & Business Media, 2012.
- Holmes, Mark H. Introduction to perturbation methods. Vol. 20. Springer Science & Business Media, 2012.



عنوان درس به فارسی:		مبانی بیومکانیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Fundamentals of Biomechanics	
دروس پیش نیاز:			
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
نوع درس و واحد			
☐ پایه ☒ نظری			
☐ تخصصی ☐ عملی			
☐ اختیاری ☒ نظری-عملی			
رساله / پایان نامه ☐			

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آشنایی مقدماتی با مدل سازی سیستم های فیزیولوژیکی و مدل سازی آنها

سرفصل درس :

نظری :

- ۱- ساختمان و آناتومی سیستم عضلانی
- ۲- مبانی مکانیک عضله
- ۳- خواص مکانیکی بافتها
- ۴- بیومکانیک استخوان و غضروف
- ۵- بیومکانیک سلولی
- ۶- کنترل عصبی حرکت: رفلکس و کنترل موتور
- ۷- بیودینامیک: بیومکانیک راه رفتن
- ۸- بیومکانیک قلب و گردش خون
- ۹- بیومکانیک سیستم تنفسی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵



- Fung Y.C., Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues (2nd ed), Springer, 1993.
- Freivalds, Biomechanics of the upper limb: Mechanics, Modelling and Musculoskeletal injuries, CRC Press, 2011.
- Ethier and Simmons, Introductory Biomechanics: from cell to organisms, Cambridge , 2007.
- Thomas A. McMahon, Muscles, Reflexes, and locomotion, Princeton University press, 1984.
- Nordin and Frankel, Basic Biomechanics of the Musculoskeletal systems, Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
- James Haefner, Modeling Biological Systems: Principles and Applications, Springer, 2005.



عنوان درس به فارسی:		مکانیک محیطهای پیوسته	
عنوان درس به انگلیسی:		Continuum Mechanics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			
رساله / پایان نامه ☐			
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): ☐ سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

بیان اصول حاکم بر مکانیک محیطهای پیوسته با تاکید بر محیطهای جامد الاستیک

سرفصلهای درس :

- آشنایی با کمیتهای تانسوری و جبر و حسابان آنها

- قاعده نگارش و قرارداد جمع روی اندیس تکراری
- معرفی مبنا و بیان بردارها و عملیات برداری با استفاده از این مبنا
- معرفی تانسورهای مرتبه دو، خواص آنها و تانسورهای خاص
- قاعده انتقال کمیتهای تانسوری بین دستگاههای متعامد
- مقادیر اصلی و بردارهای اصلی تانسورهای مرتبه دو
- بررسی محیط پیوسته از دیدگاه هندسی
- معرفی تانسور گرادین تغییر شکل و گرادین تغییر مکان
- تغییر طول پاره خطهای مادی و تغییر زاویه بین آنها
- تغییر مساحت سطوح مادی
- تغییر حجم اجزای مادی
- معرفی تانسور کرنش لاگرانژی، تانسور کرنش اویلری، و تانسور کرنش بینهایت کوچک
- توصیف لاگرانژی و اویلری
- مشتق مادی کمیتهای تانسوری
- معرفی تانسور گرادین سرعت، و تانسورهای نرخ تغییر شکل و تانسور گردش
- نرخ تغییر طول، زاویه، سطح و حجم اجزای مادی

- قوانین تعادلی محیطهای پیوسته

- نیروهای سطحی و حجمی، معرفی تانسورهای تنش کوشی، اول و دوم پیولا
- بقای اندازه حرکت خطی و معادلات حرکت در محیط پیوسته
- بقای اندازه حرکت زاویه ای و تقارن تانسور تنش کوشی
- بقای انرژی و قانون اول ترمودینامیک
- نامساوی آنتروپی و قانون دوم ترمودینامیک
- بقای جرم و معادله پیوستگی
- معادلات ساختاری جامد الاستیک (خطی، غیر خطی، همسانگرد، ناهمسانگرد)



- ویژگی های جامد الاستیک

- جامد الاستیک خطی و تانسور الاستیسیته

- تقارن انعکاسی و دورانی در رفتار ماده : ماده مونوکلینیک، اورتوتروپیک، همسانگرد عرضی

- ماده همسانگرد و قانون هوک تعمیم یافته

- جامد الاستیک همسانگرد غیر خطی تراکم پذیر و تراکم ناپذیر

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۵٪	۴۰٪	۴۵٪	-

فهرست منابع:

- Introduction to Continuum Mechanics, M. Lai , E. Krempl, D. Ruben., 4th ed. 2010.
- An Introduction to Continuum Mechanics with Applications, J.N. Reddy, 2008
- Continuum Mechanics for Engineers, G.T. Mase, G.E. Mase, 2nd ed., 1999
- Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, L.E. Malvern, 1969
- Mechanics of Continua, C. Eringen, 2nd ed., 1980.



عنوان درس به فارسی:		کنترل پیشرفته
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Control Systems
دروس پیش نیاز:	نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:	پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:	تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
	رساله / پایان نامه ☐	
	۳	۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

با گسترش روز افزون سیستم‌های خودکار و هوشمند کاربرد دانش کنترل در صنایع و سایر عرصه‌ها بیش از پیش مورد توجه است. با توجه به این نیاز کنترل کلاسیک در برخی موارد کارایی خود را از دست می‌دهد و نیاز به طراحی و توسعه کنترل کننده‌های پیشرفته‌ای است که مستلزم تحلیل و طراحی سیستم در فضای حالت می‌باشند. در این راستا در درس کنترل پیشرفته دانشجویان با مبانی کنترل مدرن و روش‌های تحلیل و طراحی در فضای حالت آشنا می‌شوند.

سرفصل‌های درس :

۱. مروری بر کنترل کلاسیک
(مدلهای ریاضی سیستمهای خطی، عکس العمل سیستمهای دینامیکی، تحلیل دقیق مفاهیم پایداری و عملکرد، تحلیل پاسخ فرکانسی، روشهای طراحی کلاسیک کنترل فیدبک و جبران سازی)
۲. مبانی ریاضی کنترل مدرن
(معادلات دیفرانسیل سیستمهای دینامیکی خطی، ناخطی و زمان وابسته، خطی سازی، اپراتورها و فضاهای خطی، تبدیل و نگاشتهای محدود/نامحدود، فرمها و تحلیل های ماتریسی لازم، مسائل مقادیر ویژه و مقادیر تکین)
۳. تحلیل فضای حالت
(تعاریف، مدل فضای حالت سیستم، سیستمهای تک ورودی- تک خروجی، سیستمهای چند متغیره چند ورودی و خروجی، مسیرهای صفحه فاز، فرمهای مختلف تحقق کانونی و قطری، شکل کانونی جردن، تحلیل پایداری در حوزه زمان، پاسخهای آزاد و اجباری سیستم در فرم فضای حالت، ماتریس انتقال حالت، بیان معادلات فضای حالت در حوزه فرکانس، کاربرد مقادیر تکین سیستم و نمودار های پاسخ فرکانسی آنها)
۴. طراحی و کنترل سیستمها در فضای حالت
(انگیزه ها و امتیازات در مقایسه با کنترل کلاسیک، فیدبک متغیرهای حالت، روش تخصیص قطب، تخصیص قطب جزئی و فیدبک خروجیها، کنترل مودال و تخصیص مقادیر- بردارهای ویژه، بیان و تحلیل روابط توسط توابع تبدیل، مشاهده پذیری و کنترل پذیری، مفاهیم ضعیفتر پایداری پذیری و تشخیص پذیری)
۵. طراحی به کمک مشاهده گرها
(مفاهیم پایه، مشاهده گر مدارباز، طراحی مشاهده گر رسته کامل، طراحی مشاهده گر رسته ناقص، اصل تفکیک یا استقلال، بیان روابط در حوزه لاپلاس یا توابع تبدیل، ارزیابی عملکرد: تعقیب هدف و دفع اغتشاش، مقاوم بودن و حساسیت)
۶. مقدمه ای بر شناسایی سیستمها
۷. مقدمه ای بر کنترل LQR



(معرفی مساله کنترل بهینه خطی، فرمهای مربعی و توابع هدف در کنترل، حل مساله طراحی تنظیم کننده ها، معادله ریکاتی)

۸. پیاده سازی سیستمهای کنترل زمان گسسته به کمک کامپیوتر

۹. نمونه های کاربردی در حوزه مهندسی مکانیک، توضیحات تکمیلی و راهنمایی پروژه درسی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه، سمینار و تکالیف
٪۱۰	٪۳۰	٪۴۰	٪۲۰

فهرست منابع:

- علی خاکی صدیق، کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۰.

- T.C. Chen, Linear System Theory and Design, 3rd. edition, Oxford Univ. Press, 1999.
- W. L. Brogan, Modern Control Theory, 3rd. Edition, Prentice Hall 1991.
- K. Ogata, Disret-Time Control Systems, 2nd edition, Prantice Hall, 1995.
- L. Ljung, System Identification: Theory for the User, 2nd edition, PTR Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 2009.
- Mathworks Co., MATLAB control toolbox.



عنوان درس به فارسی:		مکانیک سیالات پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Fluid Mechanics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳	
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	
		تعداد واحد:	
		تعداد ساعت:	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس:

آشنایی دانشجویان با مفاهیم پیشرفته تر مکانیک سیالات (با استفاده از حل معادلات دیفرانسیل حاکم بر جریان)

سرفصل های درس:

۱. مفاهیم اولیه و معادلات حاکم: فرض پیوستگی محیط، دیدگاه اولری و لاگرانژی، قضیه مشتق مادی، قضیه انتقال رینولدز، انواع تغییر شکل ذرات سیال، مفهوم تنسور تنش، معادلات حرکت کوشی، معادله اساسی سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی، فرم دیفرانسیلی معادله پیوستگی، معادلات ناویر استوکس، فرم دیفرانسیلی معادله انرژی، معادلات حاکم، شرطهای مرزی، فرمهای خاص معادلات حاکم، معادله برنولی، معادله ورتیسیت، مفهوم تابع جریان، روش تابع جریان - ورتیسیت برای حل مسائل جریان لزج، قضیه کلون.
۲. حلای دقیق معادلات حاکم: تعریف حل دقیق معادلات حاکم، جریان آرام پوآزی در داخل لوله ها، کانالهای بیضوی، و کانالهای مستطیلی شکل، جریان کوئت بین دو صفحه موازی، جریان کوئت بین دو استوانه هم مرکز، مسائل شماره یک و شماره دو استوکس، حلای تشابهی، جریان دارای نقطه سکون، جریان در کانالهای همگرا و واگرا، جریان در لوله در اثر میدان فشار ضربانی، جریان پیچشی.
۳. پدیده ناپایداری جریان: مثالهایی از پدیده های ناپایداری، ناپایداری جریان تیلور - کوئت، تئوری ناپایداری خطی، ناپایداری جریانهای موازی، معادله Orr-Sommerfeld و روشهای حل آن، ناپایداری کلون هلمهولتز، ناپایداری رله
۴. حلای تقریبی معادلات حاکم:

(الف) جریان در رینولدزهای کم: تقریب استوکس، جریان استوکس در اطراف یک کره صلب ساکن و متحرک، جریان استوکس در اطراف یک استوانه، پارادوکس استوکس، تقریب اوسین، تقریب روغنکاری.

(ب) جریان در رینولدزهای بالا: تقسیم بندی جریان به دو ناحیه لزج و غیر لزج، تحلیل ناحیه غیر لزج با استفاده از تابع پتانسیل (اعداد) مختلط، تبدیل شوارتز - کریستوفل و کاربرد آن، تحلیل ناحیه لزج با استفاده از تقریب لایه های مرزی، جریان بلازیوس، معادله انتگرال ممنتوم فون کارمن، روش انتگرالی توئیتز، روش انتگرالی کارمن - پل هاووزن، پدیده جدایی، نحوه محاسبه نقطه شروع جدایی، انواع ضخامت های لایه مرزی

(ج) روش اختلالات جزئی (Perturbation): کارآیی این روش برای حل مسائلی که دارای یک پارامتر کوچک هستند (شامل مسائل سیالاتی در رینولدزهای کم و نیز در رینولدزهای بالا) معرفی می شود.



۵. مقدمه ای بر جریان درهم: تبدیل جریان آرام به درهم، جریان گذرا، روش e^N برای تشخیص شروع جریان گذرا، مفهوم تنشهای رینولدز، مفهوم طول تداخل پراتل، مقیاسهای توربولانس، روش متوسط گیری، معادلات حاکم بر جریان درهم بر مبنای مقادیر متوسط زمانی، لایه مرزی درهم، لزجت اغتشاشی، مدل‌های توربولانس (مدل $k-\epsilon$).

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	-	۵۰٪	۴۰٪

فهرست منابع:

- I.G. Currie, Fundamental Mechanics of Fluids, McGraw-Hill, New York, 1993.
- R. Panton, Incompressible Flow, John-Wiley & Sons, New Jersey, 2005.
- T. Papanastasiou, Viscous Fluid Flow, CRC Press, New York, 2000.
- F.M. White, Viscous Fluid Flow, McGraw-Hill, New York, 2006.
- M. O'Neill, F. Chorlton, Viscous and Compressible Fluid Dynamics, John-Wiley & Sons, New York, 1989.
- C. Pozrikidi, Introduction to Theoretical and Computational Fluid Dynamics, Oxford University Press, Oxford, 1997.
- D.J. Tritton, Physical Fluid Dynamics, Clarendon Press, Oxford, 1988.



عنوان درس به فارسی:		دینامیک پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Dynamics	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	رساله / پایان نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

آشنایی با سینماتیک و سینتیک جسم صلب در حرکت فضایی، آشنایی با دینامیک برداری، معادلات نیوتن-اویلر، معادلات کار-انرژی و ضربه-مومنتوم. آشنایی با دینامیک تحلیلی، معادلات لاگرانژ، اصل همیلتون و معادلات کانونی همیلتون.

سرفصل های درس:

- سینماتیک ذره (معادلات فرنه، مختصاتهای متعامد شامل مختصات دکارتی، استوانه ای و قطبی).
- حرکت نسبی (تبدیلات دورانی، سرعت زاویه ای جسم صلب و مشتق بردارهای گردان، شتاب زاویه ای جسم صلب، محاسبه سرعت و شتاب در دستگاههای متحرک چرخان).
- سینماتیک جسم صلب در حرکت فضایی (زاویای اویلر، اتصالات جسم صلب و معادلات قید حاکم، غلتش).
- دینامیک نیوتونی جسم صلب (اصول کلی، انرژی جنبشی، ماتریس ممان اینرسی و تبدیلات آن، محورهای اصلی، معادلات حرکت حاکم، اصول کار-انرژی و ضربه مومنتوم).
- دینامیک تحلیلی (مختصاتهای تعمیم یافته، درجه آزادی، قیدهای هولونومیک و غیر هولونومیک، جابجایی و کار مجازی، اصل همیلتون، معادلات لاگرانژ برای سیستمهای هولونومیک و غیر هولونومیک، فرم کانونی همیلتون).

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهائی	پروژه
-	۳۰٪	۴۰٪	۳۰٪

فهرست منابع:

- منصور نیکخواه بهرامی، دینامیک برداری، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۰.
- J. Ginsberg, Engineering Dynamics, Cambridge University Press, 2008.
- H. Baruh, Analytical Dynamics, McGraw-Hill Book Company, New York, 1999.
- D. T. Greenwood, Advanced Dynamics, Cambridge University Press, 2006.
- D. T. Greenwood, Classical Dynamics, Dover Publications, 1997.
- F. D'souza, V. K. Garg, Advanced Dynamics; Modeling and Analysis, Prentice-Hall, INC., 1984.



عنوان درس به فارسی:		مکانیک سیالات در سیستمهای بیولوژیکی	
عنوان درس به انگلیسی:		Biofluid Mechanics	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:			
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز):		سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:	
نوع درس و واحد			
پایه □ نظری □			
تخصصی □ عملی □			
اختیاری □ نظری-عملی □			
رساله / پایان نامه □			

جدول

اهداف کلی درس :

کاربرد مکانیک سیالات در موجودات زنده

سرفصل درس :

۱. مروری بر مکانیک سیالات
۲. جریان خون در قلب و عروق
۳. رئولوژی خون
۴. مدل‌های جریان‌ات زیستی: جریان پوازی، جریان پالسی، جریان در لوله ای با سطح مقطع متغیر
۵. سیالات غیر نیوتنی و مدل‌های ساختاری آنها
۶. جریان خون در مویرگها
۷. جریان سیال در کلیه ها
۸. مکانیک سیالات و دریچه قلب
۹. نگرشی مهندسی به عملکرد سیستمهای گردش خون،
۱۰. بیومکانیک تنفس
۱۱. تحلیل سیال سینوویال در مفاصل
۱۲. بررسی مکانیک سیالات در اندامهای مصنوعی و لوازم ارتوپدی مانند سیستمهای قلب مصنوعی، کلیه مصنوعی و اکسیژناتورها های خون

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۵٪	۴۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

- J. N. Mazumdar, Biofluid Mechanics, World Scientific Press, 2004.
- D. Rubenstein, W. Yin and M. D. Frame, Biofluid Mechanics: An Introduction to Fluid Mechanics, Macrocirculation, and Microcirculation, Elsevier Ltd., 2012.
- L. Waite and J. Fine, Applied Biofluid Mechanics, McGrawHill, 2007.
- Y.C. Fung: Biomechanics: Circulation, Springer, 1996.



عنوان درس به فارسی:		دینامیک سیالات محاسباتی ۱	
عنوان درس به انگلیسی:		Computational Fluid Dynamics I	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	رساله / پایان نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس:

آشنایی با روشهای عددی محاسبات جریانهای تراکم ناپذیر و انتقال حرارت. توسعه الگوریتم های ضمنی جهت حل معادلات نویر استوکز. آشنایی با روشهای تسریع همگرایی چند شبکه ای

سرفصل های درس:

۱. معادلات جریان، بی بعد سازی معادلات، طبقه بندی معادلات، اصول حل عددی
۲. مفهوم و کاربرد سری تیلور، دقت گسسته سازی مکانی معادلات، مفهوم همگرایی
۳. حل صریح و ضمنی معادله پواسن (روشهای حل تکراری ماتریس)
۴. گسسته سازی زمانی، دقت زمانی و مفهوم پایداری زمانی، ترکیب پایداری زمانی و مکانی
۵. حل صریح معادله موج
۶. حل ضمنی معادله انرژی
۷. حل ضمنی معادله نویر استوکز تراکم ناپذیر
۸. روشهای تسریع همگرایی چند شبکه ای

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	-	٪۲۰	٪۷۰

فهرست منابع:

- کتب و مقالات مرتبط با آشنایی با روشهای دینامیک سیالات محاسباتی
- Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer, Tannehill, J. C., Anderson, D. A., and Pletcher, R. H., Taylor & Francis, 2011.
- An Introduction to Computational Fluid Dynamics, H. Versteeg, W. Malalasekera, 2nd Ed., 2007.
- Numerical Computation of Internal and External Flows, C. Hirsch, Vol. 1, Elsevier, 2007.



عنوان درس به فارسی:		روش اجرا محدود ۱
عنوان درس به انگلیسی:		Finite elements method I
دروس پیش نیاز:	نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:	پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:	تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
	رساله / پایان نامه ☐	
	۳	۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

استفاده از روش های عددی امروزه به میزان گسترده ای در میان مهندسين و محققين در زمینه های مهندسی مکانیک، عمران، شیمی، برق و ... توسعه پیدا کرده است. یکی از مهم ترین این روش ها، روش های اجزا محدود (finite element method) می باشد که به ویژه در شاخه بررسی رفتار سازه ها در مکانیک، کاربردی هستند. استفاده از این روش، این امکان را فراهم می کند که بتوان رفتار استاتیکی و دینامیکی سازه ها را با دقت قابل قبولی پیش بینی نمود. مفاهیم ریاضیاتی مورد نیاز در این روش به همراه تکنیک های عددی مرتبط در این درس ارائه خواهند شد.

سرفصل های درس:

- فصل اول: مقدمه ای بر روش های اجزا محدود
- فصل دوم: روش های مستقیم (روش های مهندسی)
- فصل سوم: معرفی فرمولبندی حساب تغییراتی مسائل با مقادیر مرزی
- فصل چهارم: روش های ریاضیاتی در اجزا محدود
- فصل پنجم: انواع المان ها و توابع درونیایی
- فصل ششم: اجزا محدود در مسائل الاستیسته
- فصل هفتم: اجزا محدود در مسائل میدان های عمومی
- فصل هشتم: آنالیز همگرایی و خطا

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
تمرین درسی - ۱۲٪	-	۵۰٪	۱۳٪
تمرین برنامه نویسی - ۲۵٪			



- An Introduction to Finite Element Method, J. N. Reddy, McGraw Hill, 2006.
- A First Course in the Finite Element Method, Logan, L. L., Fourth Edition, Thomson, 2007.
- The Finite Element Method for Engineers, K. H. Huebner, D. L. Dewhirst, D. E. Smith, T.D. Byrom, John-Wiley & Sons, 4th edition, 2001.
- A First Course in Finite Elements, J. Fish, T. Belytschko, John-Wiley & Sons, 1st edition, 2007.
- The Finite Element Method, O. C. Zienkiewicz and R. L. Taylor, McGraw Hill, 2004.
- Finite Elements for Structural Analysis, W. Weaver, P. R. Johnston, Printice-Hall, 1984.



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

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آشنایی با سیستم‌های کنترل بیولوژیکی و مدل‌سازی ریاضی آنها

سرفصل درس :

۱. مقدمه ای درباره ماهیت و عملکرد سیستم‌های بیولوژیکی
۲. خصوصیات انواع سیستم‌های بیولوژیکی (عوامل غیر خطی، تنظیم کننده ها، چند متغیره بودن، ...)
۳. سیستم‌های کنترل هابیرید و سوئیچینگ
۴. سیستم‌های گسترده و سلسله مراتبی
۵. سیستم‌های کنترل عصبی عضلانی (سیستم حرکتی، حرکات چشم، ...)
۶. سیستم کنترل قلبی عروقی
۷. سیستم کنترل تنفس
۸. کنترل حرارت بدن و سیستم انتقال جرم (mass transfer)
۹. سیستم کنترل گلوکز / انسولین و سیستم‌های غدد درون ریز (endocrine)

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۵٪	۴۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

- Michael K. Khoo, Physiological Control Systems: Analysis Simulation, and, Estimation, Wiley and Sons, 2000.
- James Haefner, Modeling Biological Systems: Principles and Applications, Springer, 2005.
- Q. Zhang, C. Liu, and X. Zhand, Complexity, Analysis and Control of Singular Biological systems, Springer, 2012.
- Thomas S. Bellows and T. W. Fisher (eds.), Handbook of Biological Control: Principles and Applications of Biological Control, academic Press, 1990.
- V. Rao, and P. Rao, Dynamic Models and Control of Biological Systems, Springer, 2009.



عنوان درس به فارسی:		روش های پیشرفته محاسبات عددی	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Numerical Methods	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			
رساله / پایان نامه ☐			
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

در این درس دانشجویان با پیش زمینه های لازم برای درک مفاهیم روش های عددی آشنا می شوند.

سرفصل های درس :

۱. مقدمه ای بر ریاضیات و تحلیل خطا
۲. روش های حل معادلات یک متغیره
۳. میان یابی
۴. مشتق گیری و انتگرال گیری عددی
۵. حل معادلات دیفرانسیل معمولی با مقدار اولیه
۶. روش های مستقیم حل دستگاه معادلات خطی
۷. روش های تکراری حل دستگاه معادلات خطی
۸. تئوری تقریب
۹. تقریب مقادیر ویژه
۱۰. حل دستگاه معادلات غیرخطی
۱۱. حل معادلات دیفرانسیل معمولی با مقدار مرزی
۱۲. حل معادلات دیفرانسیل جزئی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	٪۳۰	٪۳۰

فهرست منابع:

- ویلیام اچ پرس، ترجمه منصور نیکخواه بهرامی، دستورالعمل محاسبات عددی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۵.
- اصغر کرایه چیان، محاسبات عددی، رواق مهر، ۱۳۸۸.
- Burden, R.L., Faires, J.D., Numerical Analysis, 9th ed., Cengage Learning, 2011.
- Chapra, S.C., Canale, R.P., Numerical Methods for Engineers, 6th ed., McGraw-Hill, 2010.



عنوان درس به فارسی:		مکانیک بافت
عنوان درس به انگلیسی:		Mechanics of Biological Tissues
دروس پیش نیاز:	نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:	پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:	تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
	رساله / پایان نامه ☐	
	۳	۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

بررسی مکانیک بافتهای زنده و تحلیل خواص مکانیکی بافتها و قوانین ساختاری حاکم بر آنها

سرفصل درس :

۱. مقدمه و کلیات
۲. اجزای غیر ارگانیك بافت های بدن (الاستین، کلاژن، مواد زمینه ای و ...)
۳. اجزای ارگانیك بافت های بدن (سلول ها)
۴. خواص مکانیکی ریز ساختار بافت های بدن
۵. بافت های نرم و خواص مکانیک آن ها (دیواره شریان، غضروف، تاندون، لگامان، پوست و ...)
۶. بافت های سخت و خواص مکانیکی آن ها (استخوان، دندان و ...)
۷. تئوری های تحلیل مکانیک بافت های بدن انسان:
۸. - الاستیسته محدود، هایپرالاستیسته، پوروالاستیسته، دو فازی و ...
۹. کارکرد 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

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- Holzapfel G.A., Ogden R.W., Mechanics of Biological Tissue, Springer, 2006.
- Fung y.c., Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues (2nd ed), Springer, 1993.
- Humphrey J.D., Cardiovascular Solid Mechanics, Springer, 2002.
- S. Cowin, and S. Doty, Tissue Mechanics, Springer, 2007.
- Cowin S.C., Bone Mechanics Handbook (2nd ed), CRC Press, 2001.
- Aaberg E., Muscle Mechanics (2nd ed), Human Kinetics Publishers, 2005.
- Martin R.B. et al., Skeletal Tissue Mechanics, Springer, 1998.



- Nigg B.M., Herzog W.(eds), Biomechanics of Musculo-Skeletal System (2nd ed), John Wiley & Sons, 1999.
- Cowin S.C., Humphrey J.D., Cardiovascular Soft tissue Mechanics, Springer, 2002.



عنوان درس به فارسی:		مکانیک رشد
عنوان درس به انگلیسی:		Mechanics of Growth
نوع درس و واحد		
پایه ☐ نظری ☒		
تخصصی ☐ عملی ☐		
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		
رساله / پایان نامه ☐		
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس:

آشنایی با معادلات حاکم بر بافتهای دارای رشد و مدل سازی آنها بر مبنای مکانیک محیطهای پیوسته

سرفصل درس:

۱. مقدمه: هر چیزی رشد می کند.
۲. ریاضیات پایه: نمادها و تانسورها
۳. سینماتیک - تغییر شکل های بزرگ و رشد: رشد قلب
۴. معادلات تعادل - سیستم های باز و بسته: ترمیم زخم
۵. معادلات ساختاری: رشد ماهیچه ها، رشد تومورها
۶. رشد حجمی - روش المان محدود برای پدیده رشد: تئوری و کاربرد نرم افزار MATLAB
۷. معادلات ساختاری: رشد استخوان ها
۸. رشد تراکمی - روش المان محدود برای پدیده رشد: رشد زخمها
۹. رشد حجمی: رشد قلب

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۲۵	٪۲۵	٪۲۵	٪۲۵

فهرست منابع:

- Taber I. biomechanics of growth, remodeling, and morphogenesis, appl mech rew 48, 487-545, 1995
- Ogden, Ray W., and Gerhard A. Holzapfel. Mechanics of biological tissue. Springer, 2006.
- Kuhl e, menzel a, steinmann p. computational modeling of growth - a critical review, a Classification and two new consistent approaches, computational mechanics 32, 71-88, 2003
- J. Bonet and R.D. Wood, Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge, 2008.



- Göktepe s, abilez oj, parker kk, kuhl e. a multiscale model for eccentric and concentric cardiac growth through sarcomerogenesis.j theor bio 265: 433-442, 2010
- Menzel a, kuhl e. frontiers in growth and remodeling. mech res comm 42,1-14, 2012



عنوان درس به فارسی:		مکانیک سلولی
عنوان درس به انگلیسی:		Cell Mechanics
دروس پیش نیاز:	نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:	پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:	تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
	رساله / پایان نامه ☐	
	۳	۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس:

آشنایی با ساختار مکانیکی سلولی و پیام رسانی های فیزیکی در آن

سرفصل درس:

۱. مقدمه بخش اول- مروری بر سلول: بیوشیمی، زیست پلیمرها، زیست غشاءها
۲. مقدمه بخش دوم- زیست شناسی اسکلت سلولی: ترکیبات و ساختار اسکلت سلولی، نقش مکانیک سلولی در تنظیم ساختار و عملکرد سلول، مشخصات ریشه ای سلول های بنیادی
۳. مقدمه بخش سوم- مکانیک ساختاری: تعادل-تنش، سینماتیک-کرنش، رفتار ماده-روابط تنش و کرنش، تغییر شکل داخل و خارج صفحه ای، انرژی و آنتروپی
۴. زیست پلیمرها-انرژی: مکانیک ساختاری زیست پلیمرها، کشش، خمش و کمانش
۵. زیست پلیمرها-آنتروپی: مقدمه ای بر مکانیک آماری، پیاده روی تصادفی، مدل زنجیره ای گوسی، مدل فنی آنتروپیک، مدل زنجیره ای با اتصال آزاد، مدل زنجیره ای کرمی شکل
۶. مکانیک اسکلت سلولی: فیلوپودیا، مدل دسته فیبری، سلول های قرمز خون، مدل شبکه زنجیره ای، اکتین، میوزین و فیلامانهای بینابینی، مدل های تنسگریتی
۷. زیست غشاءها: تنفس پیتی، مدل قطره مایع، قانون لاپلاس، لایه های دوبخشی چربی، حباب های صابون، غشاء سلولی، معادله لاپلاس، مکانیک زیست غشاء ها، کشش، برش و خمش
۸. مکانوترنرژکشن: پیام رسانی فیزیکی، انتقال سلولی، پیام رسانی درون سلولی، فاکتورهای رونویسی، کانالهای یونی، پیام رسانی الکتریکی، الکتروفیزیولوژی، سلول های عصبی، مدل ها کسلی هادکین، پیام رسانی الکترومکانیکی، تحریک انقباضی، سلولهای ماهیچه ای اسکلتی و قلبی، تئوری لغزش فیلامانها، مدل فیتز هوگ ناگومو، تولید و اندازه گیری نیروهای سلولی، چسبندگی کانونی، سلول ها بر روی ورق های نازک چروکیده، ریزینی نیروهای کششی، سلول ها بر بستری از میکروسوزن ها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۲۰٪	۲۵٪	۳۰٪	۲۵٪

فهرست منابع:



- Mofrad, Mohammad RK, and Roger Kamm. Cytoskeletal mechanics. New York:: Cambridge University Press, 2006.
- Ethier, C. Ross, and Craig A. Simmons. Introductory biomechanics: from cells to organisms. Cambridge University Press, 2007.
- Boal, David, and David H. Boal. Mechanics of the Cell. Cambridge University Press, 2012.
- Bray, Dennis. Cell movements: from molecules to motility. Garland Science, 2001.
- Wang, Yu-Li, and Dennis E. Discher, eds. Cell mechanics. Vol. 83. Academic Press, 2007.



عنوان درس به فارسی:		بیومکانیک راه رفتن	
عنوان درس به انگلیسی:		Biomechanics of Locomotion	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			
رساله / پایان نامه ☐			
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آشنایی با مدل‌های عضله و کنترل عصبی آنها و کاربرد آن در سیستم‌های حرکتی موجودات زنده

سرفصل درس :

فصل ۱: انواع حرکت های عصبی - عضلانی با نگرش کیفی

۱-۱ ساز و کارهای کلی انواع حرکت

۲-۱ مدل‌های کیفی سیستم‌های کنترل سرعت

- کنترل بالستیک

- کنترل حرکت هدایت شونده بکمک پسخوراند

- کنترل تلفیقی از حرکت بالستیک و هدایت شونده

- کنترل با پسخوراند داخلی

- کنترل حرکت Servo – Assistance

- سلسله مراتب در کنترل حرکت

فصل ۲: مشخصات و خواص اجزاء و سیستم اسکلت حرکتی

۱-۲ نمایش و تعیین هویت سیستم‌های ساده حرکتی

۲-۲ مسائل کنترل در سیستم‌های ساده حرکتی

فصل ۳: ماهیچه بعنوان عملگر

۱-۳ معماری و ساختار عضله

۲-۳ واحد حرکتی و فرمان پذیری آن در حرکت

- طبقه بندی واحدها و فیبرهای حرکتی

- نحوه تولید نیرو در عضله و نقش واحدهای حرکتی

- قانون عام بکارگیری طبیعی واحدهای حرکتی

- استثنای اصل اندازه

۳-۳ مشخصات مکانیکی ماهیچه

- انقباض ناگهانی

- مشخصات نیرو - طول

- مشخصات نیرو - سرعت

- مشخصات مشترک نیرو با سرعت وصول

۴-۳ مدل‌های کمی ماهیچه

- مدل مکانیکی Hat3

- مدل مبتنی بر اصل اندازه

- مدل Hat3



- مدل Huxley
- مدل الکتریکی - مکانیکی Zahalak
- مدل‌های غیر خطی
- فصل ۴: کنترل عصبی راه رفتن در انسان
- ۱-۴ مطالعه کلی کنترل حرکات منظم و تکراری در انسان
- انواع گیت (Gait)
- ۲-۴ تنظیم کننده سختی و طول عضلات
- ۳-۴ با نمایی کمی و کیفی فیدبک‌های نخاعی
- ۴-۴ نقش نخاع در طراحی و ایجاد حرکتهای خود تحریک و تکرار شونده
- ۵-۴ تحریک الکتریکی نخاع و اثرات ایجاد و کنترل حرکتی آن
- فصل ۵: تجزیه و تحلیل Gait و کاربرد کنترل در حرکات منظم و نامنظم یابی انسان
- ۱-۵ تجزیه و تحلیل راه رفتن
- متغیرهای زمانی و مکانی در راه رفتن
- ۲-۵ حرکت اندامهای بالایی
- ۳-۵ مسیرهای حرکت مرکز ثقل هنگام راه رفتن
- ۴-۵ معادلات لاگرانژ و سیستماتیک رو بجلو و معکوس حرکت بدن
- ۵-۵ تجزیه و تحلیل دینامیک سیستمهای ماهیچه ای - اسکلتی در مقایسه بزرگ
- ۶-۵ تجزیه و تحلیل دینامیک و سیستماتیک برخاستن و راه رفتن
- فصل ۶: کنترل خارجی سیستم عصبی - عضلانی (F.E.S)
- ۱-۶ فرآیند تحریک و انقباض
- ۲-۶ سیگنال الکترومایوگرام و انقباض
- ۳-۶ مقایسه مدل الکترومایوگرام - نیرو با مدل تحریک نیرو از عضله
- ۴-۶ پیش بینی نیرو در حالت خستگی عضلانی
- ۵-۶ مقایسه مدل های تحریک از سطح و درون - عضلانی
- فصل ۷: آنالیز بیومکانیک عمل برخاستن از روی صندلی در افراد سالم و پاراپلژیک
- طرح مسئله
- ۱-۷ مدل مکانیکی عمل برخاستن از روی صندلی افراد سالم و پاراپلژیک
- ۲-۷ تغییرات فضایی مرکز ثقل بدن
- ۳-۷ شبیه سازی حرکت ارادی یک فرد پاراپلژیک
- فصل ۸: کنترل حلقه بسته ساختار اسکلتی بدن جهت برخاستن از روی صندلی
- ۱-۸ تولید حرکات مطلوب
- ۲-۸ پایداری و کنترل سیستم حلقه باز
- ۳-۸ کنترل کننده های گشتاور مفاصل محاسبه شده و PD
- ۴-۸ کنترل کننده با کمک تحریک عملکردی ماهیچه ها

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵



- Thomas A. McMahon, Muscles, Reflexes, and locomotion, Princeton University press, 1984.
- Barbara Tyldesley: Junel. Grieve, Muscles, Nerves and movement in Human Occupation, Wiley-Blackwell, 2012.
- Lawrence Starte, Neurological Control Systems: Studies in Bioengineering, Springer, 1968.
- A. Taylor and A. Prochazka, Muscle Receptors in Movement Control, Palgrave Macmillan, 1981
- Reza Shadmehr, The computational Neurobiology of Reaching and Pointing, MIT press, 2005.
- Vernon B. Brooks, The neural Basis of Motor Control, Oxford University Press, 1986
- Masao Ito, The Cerebellum and neural Control, Ravan Press, 1984.



انتقال حرارت و جرم زیستی		عنوان درس به فارسی:
نوع درس و واحد	Heat and Mass Transfer in Biological Systems	عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐ عملی ☐		دروس هم نیاز:
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس:

آشنایی با سیستمهای انتقال جرم در موجودات زنده و مدلسازی آنها

سرفصل درس:

۱. سیستم حرارتی بدن، تولید و اتلاف حرارت در سیستمهای زیستی
۲. مدلهای ریاضی انتقال حرارت درونی در بدن انسان (پوست و رگها)
۳. انتقال جرم از طریق نفوذ: غلظت، سرعت، جریان، قانون فیک، تعادل جرم، انتقال جرم در غشاهای ماکروسکوپی، تبادل یونی در غشاهای غشاهای غیریاده آل، خواص غشاهای طبیعی
۴. انتقال جرم از طریق همرفت: ضریب انتقال جرم همرفت، مدلسازی فرآیند همودیالیز، اولترافیلتراسیون، مدلسازی تبادل گاز در خون، مدلسازی انواع اکسیژناتور، اکسیژن رسانی بافتها
۵. کاربرد انتقال جرم در سیستمهای حیاتی: سیستمهای انتقال فیزیولوژیکی (سلول، مویرگها)، کارکردهای انتقال در سیستمهای بدن (سیستم تنفس، سیستم قلب و عروق، سیستم گوارش، کبد و کلیه)

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۵٪	۴۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

- Incropera, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, John Wiley & Sons Inc, 2005.
- Ashim K. Datta, Biological and Bioenvironmental Heat and Mass Transfer, Marcel Dekker Inc., 2002.
- Jaim Benitez, Principles and Modern Applications of Mass Transfer Operations, John Wiley and Sons, 2009.
- S. Kandikar, S. Garimellam D. Li, S. Colin and M. King, Heat Transfer and Fluid Flow in Minichannels and Microchanells, Elsevier Ltd., 2014.



عنوان درس به فارسی:		بیورئولوژی و همورئولوژی	
عنوان درس به انگلیسی:		Biorheology and Hemorheology	
دروس پیش نیاز:		نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:		اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
		رساله / پایان نامه ☐	
		۳	۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آشنایی با مکانیک سیالات سیستمهای گردش خون و معادلات ساختاری حاکم

سرفصل درس :

۱. تعریف رئولوژی
۲. تعریف غیریوتنی و نیوتنی (شبه پلاستیک - دیلانت)
۳. مدل‌های سیالات بیولوژیکی غیر نیوتنی (مدل Bingham - Oswald - de Waale - مدل)
۴. اندازه گیری خون
۵. بررسی اثر پروتئینهای مختلف در رفتار هیدرودینامیکی خون
۶. تنش در خون
۷. معادله Casson
۸. اثر Thomas بر جریان خون
۹. اثر بر جریان خون
۱۰. اثر Fahraeus-lindqus بر جریان خون
۱۱. اثر Muddleman-Whuremore بر جریان خون
۱۲. هیدرودینامیک شلولهای طبیعی و غیرطبیعی خون
۱۳. پروفیل سرعت برای سیالات بیولوژیکی همگن و غیرهمگن

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع :

- A. Maikin and A. I. Isayev, Rheology: Concepts, Methods, and Applications, Chem Tec Publishing, 2012.
- L. Waite, Biofluid Mechanics in Cardiovascular Systems, MCgrawHill, 2006.
- R. Kita and T. Dobashi (eds.), Nano/Micro Science and Technology in Biorheology: Principles, methods, and Applications, Springer, 2015.
- J. De Vicente (ed.), Rheology, Intech, 2012.



عنوان درس به فارسی:		برهم کنش سیال و جامد در سیستم‌های زیستی	
عنوان درس به انگلیسی:		Fluid-Solid Interaction in Physiological Systems	
نوع درس و واحد تخصصی			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			
رساله / پایان نامه ☐			
دروس پیش‌نیاز:			
دروس هم‌نیاز:			
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

آشنایی با مدل‌سازی برهم کنش سیال و جامد و کاربرد آن در سیستم‌های فیزیولوژیکی

سرفصل درس :

۱. تعریف سیستم، تجزیه سیستم و مفاهیم سیستم‌های جفت شده
۲. میدان‌ها، مثال مسائل داخلی و خارجی و روش مرحله‌ای تجزیه و تقسیم
۳. مقدمه‌ای بر تحلیل سیستم‌های تقسیم شده، روش بررسی سیستم کل در مقابل تقسیم شده و پایداری
۴. دیدگاه‌های لاگرانژی و اولری، معادلات دیفرانسیل مراتب اول و دوم (و بالاتر)، تمهیدات مدل‌سازی در مسائل تعامل سیال و جامد و ابزار تحلیل پایداری
۵. تحلیل دقت پیش‌بینی، معرفی روش‌های میان‌بایی و برازش
۶. انواع روش‌های تولید شبکه‌های محاسباتی، شبکه‌های محاسباتی جابجا شده و شبکه‌های وفقی
۷. تقسیم‌بندی مسائل از دیدگاه کوچکی و بزرگی بردارهای جابجایی جدار جامد در مسائل تعامل سیال و جامد
۸. بررسی موردی پدیده‌های مرتبط با تعامل سیال و جامد (FSI) در بیومکانیک (جریان ناپایا در لوله‌های جمع شونده، تعامل نیروی سیال و دیواره شریان، جریان پرستالیتیک، جریان خون در رگ مصنوعی، تأثیر استنت گذاری در جریان، انواع قلب‌های مصنوعی و دستگاه‌های کمکی قلب، جریان درون بطن و دهلیزها، تأثیر حرکت جدار قلب (عظله) در جریان شریان‌های کرونری، جریان خون از دریچه‌های قلب، جریان هوا در گذرگاه‌ها و شش‌ها، شنای شناگر در آب، جریان سیال ممانه، و تأثیر متقابل آن بر گذرگاه‌ها و ممانه، تعامل سیال و جامد در گوش داخلی و تأثیر حرکت جداره‌ها بر روی پدیده‌های انتقال، جذب و واکنش (اکسیژن، ماکرومولکول‌ها و ...)

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	٪۳۵	٪۲۵

فهرست منابع:

- Y. Bazilevs, K. Takizawa and T. E. Tezduyar, Computational Fluid-Structure Interaction: Methods and Applications, Wiley and Sons, 2013.
- G. Wall-Fluid interactions in Physiological Flows, WIT Press, 2004.



- Y.C. Fung: "Biomechanics: Circulation", 2nd or later Edition, Springer-Verlag New York, LLC, ISBN: 03879,846, 1996.
- P. Verdonk, and K. Perktold, "Intra and Extracorporeal Cardiovascular Fluid Dynamics, Volume 2, Fluid-Structure Interaction", Series: Advances in Fluid Mechanics, WIT Press, Vol 23, ISBN: 1-85312-655-1, 2003.



بیومکانیک ارتوپدی		عنوان درس به فارسی:
Orthopaedic Biomechanics		عنوان درس به انگلیسی:
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:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

بررسی مکانیک استخوان و مفاصل و بیومکانیک شکست و ترمیم استخوان و تعویض مفاصل

سرفصل درس :

۱۲. مقدمه : ارتوپدی و کاربردهای آن
۱۳. بیومکانیک استخوان: عملکرد استخوان در سیستمهای اسکلتی، ساختار و ترکیب استخوان
۱۴. بیومکانیک شکست و ترمیم استخوان
۱۵. بیومکانیک لوازم ثابت سازی شکستگی
۱۶. بیومکانیک مفاصل: مفاصل زانو و لگن
۱۷. روش های آزمایشگاهی مطالعه مفاصل
۱۸. مدلسازی ریاضی مفاصل
۱۹. بیومکانیک تعویض مفاصل

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع :

- D.L. Bartel, D. T. Davy, and T. Keaveny, Orthopaedic Biomechanics: Mechanics and Design in Musculoskeletal Systems, Pearson/Prentice Hall, 2006.
- V. C. Mow and R. Huiskes (eds.), Basic Orthopaedic Biomechanics and Mechano-Biology, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- R. Zdero (Ed.), Experimental Methods in Orthopaedic Biomechanics, Academic Press, 2016.
- H. M. Frost, Orthopaedic Biomechanics, Thomas, 1973.
- J. C. Adams and D. L. Hamblen, Outline of Orthopaedics, Elsevier Science, Health Science Division, 2001.



عنوان درس به فارسی:		رباتیک پزشکی
عنوان درس به انگلیسی:		Medical Robotics
نوع درس و واحد		
پایه ☐ نظری ☒		
تخصصی ☐ عملی ☐		
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		
رساله / پایان نامه ☐		
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آشنایی با رباتیک و کاربردهای آن در مهندسی پزشکی

سرفصل درس :

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

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۵٪	۴۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

- A. Schweikard and F. Ernst, Medical Robotics, Springer, 2015.
- J. Craig, Introduction to Robotics: Mechanics and Control, Prentice Hall, 2005
- J. Trocazz (ed.), Medical Robotics, John Wiley and Sons, 2012.
- V. Bozovic (ed.), Medical Robtics, I-tech education and Publishing, 2008.
- P. Gomes (ed.), Medical Robotics: Minially Invasive Surgery, Woodhead Publishing limited, 2012.



جراحی رباتیک		عنوان درس به فارسی:
Surgery Robotics		عنوان درس به انگلیسی:
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:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

آشنایی با رباتهای جراح و روشهای جراحی رباتیک

سرفصل درس :

تاریخچه، سیر تکاملی، انگیزه های علمی اقتصادی و انسانی در توسعه و گسترش فناوری جراحی رباتیک
مصادیق جراحی رباتیک در حوزه های مختلف جراحی
روش های گوناگون بهره مندی از فناوری و دانش رباتیک در جراحی
مروری بر سامانه های جراحی رباتیک: ابزارهای جراحی رباتیک و هوشمند؛ سامانه های ناوبری جراحی؛ سامانه های رباتیکی افزایش قابلیت و دستیار جراح؛ سامانه های رباتیکی جراحی از راه دور
واسط های جراح - ربات
RCM اصول طراحی ربات های جراحی: تحلیل، طراحی و اجرای حرکت؛ مکانیزم های حسگرها و عملگرهای جراحی رباتیک: حس لامسه، اندازه گیری و بازخورد نیرو؛ حسگرهای دما، فشار، اکسیژن و التراسوند؛ عملگرهای خطی و دورانی
روش های کنترل ربات های جراحی: روش های کنترل یک جانبه بر اساس موقعیت، سرعت یا نیرو و کاربردهای آن؛ روش های کنترل دو جانبه بر اساس موقعیت، سرعت یا نیرو و کاربردهای آن
ابزارها، راه حل های جدید و فرصت های توسعه در جراحی رباتیک

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- Jacob Rosen, Blake Hannaford, Richard M. Satava, Surgical robotics: Systems Applications and Visions, Springer, 2011 .
- S. H. Baik, Robot Surgery, Intech, 2010 .
- S. Najarian, J. Dargahi, and A. A. Mehrizi, Artificial tactile sensing in biomedical engineering: McGraw- Hill, 2009 .
- V. Bozovic, Medical Robotics: I- Tech Education and Publishing, Vienna, 2008 .
- Russell H. Taylor, Arianna Menciassi, Gabor Fichtinger and Paolo Dario, Medical Robotics and Computer- Integrated Surgery, SpringerLink, 2008



عنوان درس به فارسی:		کنترل و یادگیری حرکات انسان	
عنوان درس به انگلیسی:		Human Motor Control and Learning	
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 ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

مباحث پیشرفته کنترل عضلات و کاربرد آنها در یادگیری الگوهای حرکتی در انسان

سرفصل درس :

۱. مقدمه و فلسفه حرکت
۲. صورت کلی کنترل حرکت
۳. استراتژی‌های مختلف موتور کنترل
۴. اجزایی تشکیل دهنده یک سیستم عصبی و ادراک حرکت
۵. تجزیه و تحلیل موتور کنترل سیستم‌های حس - حرکتی
۶. موتور کنترل حفظ تعادل و وضعیت
۷. موتور کنترل سلسله مراتبی و یادگیری حرکات ارادی و مهارتی
۸. کنترل حرکات منظم و تکراری (مانند راه رفتن)
۹. ضایعات موتور کنترل و استفاده از "FES"
۱۰. کنترل Predictive
۱۱. Redundancy
۱۲. Movement variability

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۲۰	٪۲۵	٪۲۵	٪۳۰

فهرست منابع:

- Anne Shumway-Cook and H. Woollacott, Motor Control Theory and Practical Applications, Lippincott (2001).
- Schmidt and D. Lee, Motor Control and Learning (A Behavioral Emphasis), 1999.
- David A. Winter, Biomechanics and Motor Control of Human Movement, John Wiley and Sons, 2009.
- M. L. Latash and F. Lestienne (eds.), Motor Control and Learning, Springer, 2006.



عنوان درس به فارسی:		خزش، خستگی و شکست در بیومکانیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Musculoskeletal Fatigue, Fracture and creep	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳	
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

بررسی مکانیک شکست و خستگی در موجودات زنده و مدلسازی آنها

سرفصل درس :

۱. تاریخچه اهمیت و تعاریف
۲. مکانیک خزش در مواد ایزوتروپیک و غیر ایزوتروپیک (پارامترهای خزش، خزش اولیه و ثانویه، مدل‌های مکانیکی خزش، معادلات پایه، تئوری کارکرد تانسوری، تئوری پتانسیل خزش، خزش‌های تک‌محوره و چند محوره)
۳. مکانیک آسیب در خزش
۴. خزش در سیالات ویسکوز، جامدات ویسکوالاستیک (خطی و غیر خطی) و جامدات ویسکوپلاستیک
۵. شکست در مواد و چقرمگی
۶. مکانیک شکست خطی الاستیک (تمرکز تنش در ترک‌ها، پارامترهای K و G ، 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 J و 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 R ، $CTOD$ و ...)
۱۰. فاکتورهای مؤثر در عمر خستگی، تست‌های خستگی
۱۱. مکانیک رشد ترک‌های 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 بافت‌های نرم و سخت بدن انسان، ویسکوالاستیسیته 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

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۵٪	۴۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

- Anderson T.L., Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications (31D ED), CRC press, 2004.
- Betten J., Creep Mechanics (2nd ed) , Springer, 2005.
- Bolotin v.v., Mechanics of Fatigue, CRC Press, 1999.
- Burr D.B., Milgrom C., Musculoskeletal Fatigue and Stress Fractures, CRC Press, 2001.
- Martin R.B et al., Skeletal Tissue Mechanics, Springer, 2015.
- Fung Y.C., Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues (2nd ed), Springer, 1993..
- Cowin S.C., Bone Mechanics Handbook (2nd ed), CRC Press, 2001.



عنوان درس به فارسی:		ویسکوالاستیسیته و رئولوژی مواد زیستی	
عنوان درس به انگلیسی:		Viscoelasticity and Biorheology	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	رساله / پایان نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس:

آشنایی با رفتار ویسکوالاستیک و رئولوژی و کاربرد آن در موجودات زنده و قوانین ساختاری حاکم

سرفصل درس:

۱. آشنایی با سیالات غیرنیوتنی و مواد ویسکوالاستیک، تعریف مفاهیمی چون خزش، relaxation، مدل‌هایی نظیر

Power Law، Bingham، Casson، Sisko و سیالات Shear thinning

۲. معادله حالت و برآورد آن برای مدل ماکسول (UCM)

۳. ویسکوالاستیسیته خطی، مدل‌های پایه ای و تاثیرات زمانی، مشابه های 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. Extensional Flow and Extensional Viscosity، موارد مشاهده، اهمیت این جریان، نسبت Trouton مثال‌هایی از Extensional، Viscosity curves موارد موجود در گردش خون

۶. بیولوژی مواد متفاوت، بررسی رئولوژی خون، بافتها و ماهیچه ها.

۷. تاثیر ویسکوالاستیسیته و غیر خطی بودن بر جریان خون در شریانها، سیاهرگها، ریه، شریانهای کرونری، عضلات

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- S. Blair, Introduction to Biorheology, Elsevier, 1974.
- H. Barnes, A Hand book of Elementary Rheology, INNF, 2000.
- Holzapfel and Ogden (eds.), Mechanics of Biological Tissues, Springer, 2006.
- Fung Y.C. Biomechanics, Mechanical Properties of living tissues, and Circulation, Springer, 1981.
- C.W. Macosko, Rheology, Principles, Measurements and Applications, VCH Publishers, 1994.
- Lemaitre(ed.), The Handbook of Materials Behavior Models, Academic Press, 2001.



عنوان درس به فارسی:		مدل سازی پیشرفته سیستم های بیولوژیکی	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced methods in Modelling of Biological Systems	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳	
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آشنایی با روشهای پیشرفته مدلسازی سیستمهای بیولوژیکی و کاربرد آنها در مدلسازی سرطان

سرفصل درس :

۱. مقدمه: خصوصیات سیستم های بیولوژیکی (غیر خطی، چند ورودی-چند خروجی، متغیر با زمان و ...)
۲. مدل سازی به روش فضای حالت
 - روش های Recursive
 - فیلتر کالمن
 - روش های زیر فضا
۳. مدل سازی به روش "Finite State Machine"
 - سیستم های هایبرید
 - سیستم های وقایع گسسته
 - سیستم های صف
 - شبکه های پتری
۴. اتوماتای سلولی
۵. مدل سازی با استفاده از شبکه های عصبی
 - شبکه های عصبی جلوسو "Feed Forward"
 - شبکه های عصبی بازگشتی "Recurrent"
۶. مدل سازی با استفاده از منطق فازی
 - مدل های فازی
 - مدل های نوروفازی
 - مدل سازی فازی رشد سلول
۷. مدل سازی سیستم های تصادفی
 - مدل سازی "Random Walk"
 - زنجیره مارکف "Markov Chain"
۸. مدل سازی با استفاده از ویولت "Wavelet"
۹. مدل های آشوب گونه و فرکتال

روش ارزیابی :



ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۲۰٪	۲۵٪	۲۵٪	۳۰٪

فهرست منابع:

- L. Ljung and T. Glad, Modeling of Dynamic Systems, Prentice Hall, 1994.
- V. Cristini, J. Lowengrub, Multiscale Modelling of Cancer, Cambridge University Press, 2010.
- L. Ljung, Model Validation and Model Error Modeling, Linkping Univ., 1999.
- J. Haefner, Modeling Biological Systems: Principles and Applications, 2005.
- U. Forssell and L. Ljung, Closed- Loop Identification Revisited, Linkping Univ., 1998.
- M.Brown and C.Harris, Neuro-fuzzy Adaptive Modeling and Control, Prentice Hall, 1994.



عنوان درس به فارسی:		مواد مرکب و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی	
عنوان درس به انگلیسی:		Composite Materials for Biomedical Applications	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳	
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آشنایی با مکانیک مواد مرکب و کاربرد مواد مرکب در پروتزها و اعضا مصنوعی

سرفصل درس :

- (۱) مقدمه‌ای بر مواد مرکب
- (۲) تاریخچه ساخت مواد مرکب
- (۳) دسته‌بندی مواد مرکب
- (۴) مواد مرکب با زمینه پلیمری
- (۵) مواد مرکب با زمینه فلزی
- (۶) مواد مرکب با زمینه سرامیکی
- (۷) مواد مرکب گرادینانی
- (۸) کاربرد مواد مرکب در مهندسی پزشکی
- (۹) سازگاری زیستی مواد مرکب
- (۱۰) مواد هدفمند تابعی و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع :

- سیمان‌های دندان‌ی، دکتر فتح ا... مضطرزاده، دکتر اصغر کاظم زاده، پژوهشگاه مواد و انرژی.

- K.K. Cha Wla, "Ceramic Matrix Composites", Chapman & Hall, (1993).
- Schwartz, "Composites Matrix Handbook", McGraw-Hill Book Company. (1983)
- Teoh Swee Hin, Engineering Materials for Biomedical Applications, World Scientific Publishing Co., (2004).
- Lesile N. Philips, "Design with Advance Composites Materials", Springer Verlag, (1984).
- S. Suresh & A. Mortense & A. Needleman, "Metal Matrix Composites", Butterworth-Heinemann, (1993).
- Kiyoshi Ichikawa, Functionally Graded Materials In The 21st Century A Workshop on Trends and Forecasts, Springer, (2001).



عنوان درس به فارسی:		بررسی آشوب و کاربردهای آن در مهندسی پزشکی	
عنوان درس به انگلیسی:		Chaos in Biological Systems	
دروس پیش نیاز:		نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:		اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
		رساله / پایان نامه ☐	
		۳	۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

بررسی پدیده آشوب و کاربردهای آن در تحلیل سیستمهای بیولوژیکی

سرفصل درس :

۱. سیستمهای غیرخطی پویا
 - مقدمه‌ای بر سیستمهای پویای غیرخطی
 - وضعیت تعادل و ماندگار سیستمهای پویای غیرخطی
 - نوسانات غیرخطی "Bifurcation"
۲. ریاضیات رفتارهای آشوب گونه
 - مقدمه‌ای بر آشوب
 - نگاشت یک بعدی، دو بعدی و آشوب گونه
 - ارتباط نگاشت‌ها به معادلات دیفرانسیل
 - بستر جذب و انواع آن
 - نمای لیاپانوف و حالت گذار در آشوب
۳. هندسه فراکتال و آشوب
 - مجموعه‌های حدی و هندسه فراکتال
 - فشردگی و تبدیلات فراکتال
 - فراکتال و مسئله بعد
 - مجموعه‌های ژولیا و مندلبروت
۴. رویکرد پردازش آشوب
 - استفاده از آشوب در پردازش سیگنالهای بیولوژیکی
 - آشوب و کدینگ
 - شبکه‌های عصبی آشوب گونه
 - اطلاعات، آنتروپی و آشوب
۵. رویکرد مدلسازی و کنترل آشوب
 - استفاده از آشوب در مدلسازی سیستمهای فیزیکی
 - آشوب و مدلسازی سیگنال‌ها و سیستمهای زیستی
 - سیستمهای کنترل آشوب گونه



- روش های میدان فرکانس برای کنترل آشوب
- کنترل خودسازمانده ساختار متغیر و ایمپالس آشوب
- ۶. رویکرد شناختی آشوب
 - چستی و طبیعت آشوب
 - آشوب و رفتار آدمی
 - آشوب و علوم تجربی، اجتماعی و اقتصادی
 - سیرنیتیک، کامپیوتر، فیزیک کوانتوم و آشوب
 - نقش آشوب در هوشمندی، آگاهی و شناخت
- ۷. رویکرد کاربرد آشوب در مهندسی پزشکی
 - استفاده از آشوب در عملکرد قلب، جریان خون و کنترل فشار خون
 - آشوب در رفتار عضله در سیستم های عصبی - عضلانی
 - پاسخ آشوب گونه یک نرون بیولوژیک
 - آشوب و سیستم اعصاب مرکزی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع پیشنهادی:

- Jan Walleczeck (ed.), Self-Organized Biological Dynamics and Nonlinear Control, Cambridge University Press, 2000.
- H. Degn, A. V. Holden, L.F. Olsen (eds.), Chaos in Biological Systems, Springer, 1987.
- J.J. Slotine, Applied Nonlinear Control, Prentice Hall Press, 1991.
- E. Ott, Chaos in Dynamical Systems, Cambridge University Press, 1997.
- M. F. Barnsley, Fractals Everywhere, Academic Press, 2000.
- G. Chen, Controlling Chaos and Bifurcations in Engineering Systems, CRC Press, 2005.
- F.C. Hoppenstadt, Analysis and Simulation of Chaotic Systems, Spring-Verlag Press, 1993.



عنوان درس به فارسی:		حسگرهای زیستی
عنوان درس به انگلیسی:		Biosensors
دروس پیش نیاز:	نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:	پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:	تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
	رساله / پایان نامه ☐	
	۳	۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آشنایی با انواع سیستمهای اندازه گیری در موجودات زنده و مدلسازی ریاضی آنها

سرفصل درس :

۱. تاریخچه: سنسورها، بیوسنسورها، نانوبیوسنسورها
۲. اصول اولیه بیوسنسورها، نانوبیوسنسورها (ساختار، اجزاء، تقسیم بندی)
۳. دریافت کننده های زیستی (آنزیم ها، میکرو ارگانیسم ها، ایمنی، شیمیائی و ...)
۴. انتخاب مبدل
۵. انواع روش ها بر اساس روش جذب و تبدیل
۶. روش های فیزیکی (الکتروشیمیائی، پتانسیومتری، آمپرمتری، گرمائی، پیزوالکتریک و فتومتریک)
۷. روش های شیمیائی (واکنش تغییر حالت و ماهیت، جفت شدن)
۸. روش های اپتیکی (EW , SPR)
۹. تثبیت دریافت کننده های زیستی بر اساس روش کار (به تله انداختن فیزیکی، پیوند عرضی و ...)
۱۰. روش های اندازه گیری در حد نانو
۱۱. مقایسه روش های فوق
۱۲. کاربردها (تشخیص پزشکی، صنایع غذایی، محیط زیست، تصویربرداری، علامت گذاری و ...)
۱۳. پیشرفت های اخیر در زمینه نانوبیوسنسورها

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- Brain R. Eggins, Biosensors: An Introduction, John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- Baronas, F. Ivanauskas and J. Kulys, Mathematical Modelling of Biosensors, Springer 2010.
- Eggins, Brain R. Chemical Sensors and Biosensors, John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- Frances S. Ligler, Optical Biosensor Present & Future, 2002, Elsevier.
- Gilbert Biosde, Alan Harmer, Chemical & Biochemical Sensing with Optical Fibers & Waveguide, 1996, Artech House Inc.
- Kirk Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, Vol.21, 817, Vol.4, 210, 1992 & References.
- Loic, J. Blum. Pierre R. Coult, Biosensor Principle & Applications, 1991, Dekker Inc.



- Henry Baltes, Sensors: A Comprehensive Survey, John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- Sensors in Medicine & Health Care, Wiley-VCH, 2004.
- Ulman's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. 7, 325-440, 2003.
- Robert W. Cttal, Chemical Sensor, 1997, Oxford University Press.



عنوان درس به فارسی:		مواد نانو و کاربردهای زیستی آنها	
عنوان درس به انگلیسی:		Nano Materials and their Biological Applications	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳	
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

آشنایی با مواد نانو و کاربردهای زیستی آنها

سرفصل درس :

مقدمه: آشنایی با علم و مهندسی نانومتریال ها، مثال هایی از کاربردهای نانومتریال ها
 خواص نانومتریال ها: فیزیکی - مکانیکی، اپتیکی، الکتریکی
 نانو ساختارها: لایه های نازک، ذرات و میله ها، نانومتریال متخلخل، نانومتریال خودآرا، مواد با مشخصات نانو ساختاری و نانو فلزی سیستم های کلونیدی نانو ساختاری، نانو کامپوزیت ها
 روشهای ساخت نانو ساختارها: لیتوگرافی، نانولیتوگرافی
 روش های مطالعه نانومتریال ها: ساختاری از قبیل XRD, TEM, SEM، شیمیایی (طیف نگاری اپتیکی، الکترونی، یونی و) ...
 کاربردهای نانومتریال در سیستم های زیستی: مهندسی بافت، مهندسی سطح مهندسی ژنتیک و ژن درمانی، کاربردهای دارویی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications, by A. S. Edelstein & R. C. Cammarata (Editors), Springer, 1998.
- Processing & Properties of Structural Nanomaterials, by Leon. L. Shaw, C. Suryanarayana, Rajiv. S. Misbra (Editors), Publisher: Tms, 2003.
- Nanoscale Science & Engineering: Unifying & transforming tools, M. C. Roco, ALCHE Journal, 2004.
- The Future of Medicine: Biomaterials, By H. R. Pichler, MRS Bulletin, August 2000.
- Nanostructures & Nanomaterials, Guozhong Gao, Imperial College Press, 2004.



بیومکانیک اسکلتی عضلانی		عنوان درس به فارسی:
Musculoskeletal Biomechanics		عنوان درس به انگلیسی:
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:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

آشنایی با مدل‌های اسکلتی و بخش‌های مختلف آن و کاربرد آنها در حرکات بدن و بهینه سازی آنها

سرفصل درس :

مقدمه: تعریف بیومکانیک سیستم اسکلتی عضلانی، جهات و حرکت ها، انواع مفاصل و مشخصات آن ها.

مدل سازی اسکلتی: مدل های اسکلتی، استخراج داده های سینماتیکی و نیرو، تحلیل سینماتیک و دینامیک، مسائل دینامیک معکوس.

تحلیل راه رفتن: چرخه راه رفتن، ویژگی های اولیه، ویژگی های سینماتیکی و سینتیکی.

مکانیک بافت: معادله مشخصه، ویژگی های ویسکوالاستیک، ساختار و خواص بافت های همبند.

تاندون و لیگامان: ساختار، خواص مکانیکی، رفتار بیومکانیکی، صدمات.

استخوان: ساختار، خواص مکانیکی، رفتار بیومکانیکی، نوسازی، صدمات.

غضروف مفصلی: ساختار، خواص مکانیکی، رفتار بیومکانیکی، سازوکارهای روانکاری، صدمات.

عضله: ساختار و کارکرد، انواع کار و انقباض عضلانی، عوامل مؤثر بر تولید نیروی عضلانی، مدل سازی عضله.

مدل سازی اسکلتی عضلانی: مدل های اسکلتی عضلانی، معادلات حرکت، روش های بهینه سازی.

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۵٪	۴۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

- Biomechanics of the Musculoskeletal System, Benno M. Nigg and Walter Herzog, 3rd ed., Wiley, 2007.
- Occupational Biomechanics, Delleman N, Haslegrave C, Chaffin D. , 4th Edition, J. Wiley & Sons, 2006.
- Three- Dimensional Analysis of Human Movement, Allard, P. , Stokes, I. A. F., Blanchi, J. P. , Human Kinetics Pub. , Champaign, IL, Human Kinetics, 1995.



عنوان درس به فارسی:		مدلسازی و تحلیل حرکات بدن	
عنوان درس به انگلیسی:		Analysis and Modeling of Human Motion	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳	
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آشنایی با سینماتیک و دینامیک حرکات بدن و طراحی بهینه این حرکات و کنترل آنها

سرفصل درس :

اهمیت مدل سازی و تحلیل حرکات بدن
روش های اندازه گیری داده های سینماتیکی و سینتیکی
تحلیل سینماتیک حرکات بدن
تحلیل دینامیک معکوس حرکات بدن
تحلیل دینامیک مستقیم حرکات بدن
مسئله طراحی حرکت به روش بهینه سازی و قیود آن
بهینه سازی استاتیکی حرکات بدن
بهینه سازی دینامیکی حرکات بدن و روش کنترل بهینه
روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع :

- Bartlett Roger. Introduction to Sports Biomechanics, Routledge, 2nd Edition; 2007 .
- Zatsiorsky Veladimir M. Kinematics of Human Motion, Human Kinetics, 1998.
- Blanchi Jean- Pierre (FDI), Stokes Ian A. F. Allard Paul, Three- Dimensional Analysis of Human Movements, Human Kinetics, 1995



عنوان درس به فارسی:		ابزار دقیق در سیستمهای زیستی	
عنوان درس به انگلیسی:		Measurement Systems in Biological Systems	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			
رساله / پایان نامه ☐			
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آشنایی با دستگاههای اندازه گیری در پزشکی و عملکرد آنها

سرفصل درس :

مقدمه ای بر اندازه گیری

مفاهیم اولیه اندازه گیری در پزشکی

اصول عملکرد سنسورهای پایه :اندازه گیری جابه جایی؛ اندازه گیری نیرو؛ اندازه گیری دما

ریشه های پتانسیل الکتریکی در سیستم های بیولوژیکی

آشنایی با عملکرد دستگاه های ECG و EEG

اصول عملکرد الکترودها و اتصالات خارجی

اندازه گیری فشار و صوت در سیستم گردش خون

اندازه گیری جریان در سیستم گردش خون

اندازه گیریهای دستگاه تنفس

کاربرد لیزر در سیستم های اندازه گیری

کاربرد اولتراسوند در سیستم های اندازه گیری

اصول عملکرد بیوسنسورها

اثر ابعادی ساختارهای بیولوژیک در سیستم های اندازه گیری

اندازه گیری در ریز ساختارها

اصول MEMS/BioMEMS

استانداردها، ضوابط و کالیبراسیون تجهیزات پزشکی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- Webster J. G. , Medical Instrumentation: Application and Design, 4th Edition, John Wiley and Son, 2009.



- Brian R. Egdins, Biosensors - An Introduction, John Wiley and Son, 1997 .
- Steven S. Saliterman, Fundamentals of BioMEMS and Medical Microdevices, Spieinternational Society for Optical Engine, 2006



عنوان درس به فارسی:		مدلسازی و شبیه سازی سیستمهای بیولوژیکی	
عنوان درس به انگلیسی:		Modelling and Simulation of Biological systems	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳	
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

شناخت روشهای مدلسازی سیستمهای زنده و مکانیزم عملکردی آنها

سرفصل درس :

فصل اول - کلیات

- تعاریف اولیه و اصطلاحات

- انواع مدل ها

- روش های مدل سازی (تحلیلی و تجربی)

فصل دوم - مدل سازی تحلیلی

- مراحل مدل سازی تحلیلی

- سیستم های آنالوگ (الکتریکی، مکانیکی، شیمیایی)...

- مدل های فشرده و گسترده

- مدل های غیرخطی

فصل سوم - مروری بر احتمالات و آمار

- متغیرهای تصادفی

- فرآیندهای اتفاقی

- مدل های آماری و آزمون فرض ها

فصل چهارم - مدل سازی تجربی (شناسایی سیستم)

- روش های کلاسیک زمانی و فرکانسی (پاسخ ضربه، پاسخ پله، پاسخ فرکانسی)

- روش آنالیز همبستگی

- روش تخمین طیف

- روش های پارامتری

فصل پنجم - روش های تخمین پارامترها

- روش حداقل مربعات

- روش متغیرهای ابزاری

- روش ماکزیمم احتمال

- روش خطای پیش بینی



فصل ششم - مدل سازی در فضای حالت

فصل هفتم - انتقال مواد در بدن و مدل های آن

-انتقال مواد توسط جریان سیال

-انتقال مواد توسط نفوذ

-مدل های بخشی

فصل هشتم - نمونه هایی کاربردی از مدل سازی سیستم های بیولوژیک و فیزیولوژیک

-مدل سازی سیستم گردش خون (مدل پالسی، مدل غیر پالسی)

-مدل سازی سیستم تنفسی (فیزیولوژی تنفس، مدل مکانیکی، مدل الکتریکی)

-مدل سازی سیستم انتقال حرارت بدن (مکانیزم های انتقال حرارت، مدل انتقال حرارت)

-مدل سازی سیستم کنترل حرکات بدن انسان

فصل نهم - مباحث جدید در خصوص مدل سازی سیستم های غیر خطی و بیولوژیکی می تواند در قالب

سمینارهای دانشجویی ارائه گردد

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- J. W. Haefner, Modeling Biological Systems: Principles and Applications, Springer, 2005 .
- N. Dokholyan, Computational Modeling of Biological Systems: from Molecules to Pathways, Springer, 2012 .
- P. Bernard, Modeling Biological Systems from Heterogeneous Data, ProQuest, 2008.
- V. S. Hari Rao and p. r. Sekhara Rao, Dynamic Models and Control of Biological Systems, Springer, 2009 .
- V. C. Rideout, Muthemathical and Computer Modelling of Physiological Systems, Prentice Hall, 1991 .
- J. D. Spain, Basic Microcomputer Models in Biology, Addison- Wesley, 1982 .
- J. E. Randall, Microcomputer and Physiological Simulation, Raven Press, 1987 .
- H. T. Milhorn, the Applications of Control Theory to Physiological Systems, Bioscience, 1967 .
- L. Ljung, System Identification: Theory for the Users, Prentice Hall Inf AND System Sciencess Series, New Jersey, 1987.
- L. Ljung and Glad, Modeling of Dynamic Systems, Englewood Cliffs, Nj: PTR Prentice Hall 1994 .
- J. P. Norton, An Introduction to System Identification, Courier Dover Publications, 2009.
- L.Ljung and T.Soderstrom, Theory and Practice of Recursive Identification, MIT Press, 1986.



عنوان درس به فارسی:		ارگانهای مصنوعی
عنوان درس به انگلیسی:		Artificial Organs
دروس پیش نیاز:		
دروس هم نیاز:		
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
نوع درس و واحد		
☐ پایه	☒ نظری	
☐ تخصصی	☐ عملی	
☒ اختیاری	☐ نظری-عملی	
رساله / پایان نامه		

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آشنایی با انواع ارگانهای مصنوعی و مهندسی بافت

سرفصل درس :

مقدمه ای بر ارگان های مصنوعی

ریه مصنوعی (اکسیژناتور)

تجهیزات تنفسی (ونتیلاتورها، اسپرومتر و) ...

قلب مصنوعی

دریچه های مصنوعی

تجهیزات کمکی قلب

کلیه مصنوعی (همودیالیز)

مقدمه ای بر مهندسی بافت و به کارگیری آن در ساخت ارگان های مصنوعی

آشنایی با سایر ارگان های مصنوعی از قبیل کبد، رگ، پوست، گوش، چشم و ...

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- Morgan & Claypool, Artificial Organs, Gerald E. Miller, 2006.
- S. Najarian, Introduction to Biomedical Engineering, 1385 Jahad Daneshgahi Publication .
- Ronald Fournier, Basic Transport Phenomena in Biomedical Engineering. 2011 .
- Truskey, Yuan and Katz, Transport Phenomena in Biological Systems, 2009.



بیومکانیک ستون مهره ها		عنوان درس به فارسی:
Biomechanics of Spine		عنوان درس به انگلیسی:
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:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آشنایی با مدلسازی های بیومکانیکی ستون فقرات و طراحی حرکتهای بهینه

سرفصل درس :

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 یرون تنی و درون تنی و اهمیت مدل های بیومکانیکی
۴. مدل های بیومکانیکی ستون مهره ها: مدل های عضله معادل؛ مدل های بهینه سازی؛ مدل های الکترومایوگرافی
۵. مدل های ترکیبی؛ مدل های المان محدود؛ روش های اعتبارسنجی مدل ها
۶. تحلیل پایداری مکانیکی ستون مهره ها
۷. کاربرد مدل های بیومکانیکی در ارگونومی و فیزیوتراپی: روش بهینه بلند کردن اجسام؛ طراحی روش های فیزیوتراپی عضلات

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum (by Prof. Nikolai Bogduk)
- Clinical Biomechanics of the Spine (By Prof. Panjabi)
- Reeves NP, Cholewicki J. Modeling the human lumbar spine for assessing spinal loads, stability, and risk of injury. Crit Rev Biomed Eng. 9003; 31 (1- 9): 73- 132 .
- Hong Y. , Bartlett R. (Eds), Routledge Handbook of Biomechanics and Human Movement Science. Taylor and Francis Ltd, London, Routledge 2002.
- Low back disorders: evidence- based prevention and rehabilitation (by Stuart McGill), 2007.



بیومکانیک شغلی		عنوان درس به فارسی:
نوع درس و واحد	Occupational Biomechanics	عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐ عملی ☐		دروس هم نیاز:
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

مطالعه عوامل آنتروپومتری در مدل‌های بیومکانیکی و ملاحظات ارگونومیکی در طراحی ابزارآلات

سرفصل درس :

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

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع پیشنهادی:

- Occupational Biomechanics, Don B. Chaffin, Gunnar B. J. Anderson and Bernard J. Martin. , Wiley- Interscience; 4 edition, 2002.
- Biomechanics and Exercise Physiology: Quantitative Modeling, Johnson, Arthur T. , J. Wiley & Sons, 2nd Edition 2007.



بیومکانیک فک و دندان		عنوان درس به فارسی:
Dental Biomechanics		عنوان درس به انگلیسی:
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:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

آشنایی با مدلسازی بیومکانیکی دندان و فک و مکانیک ادوات و ایمپلنتهای دندان

سرفصل درس :

ساختار بافت دندان و استخوان

خواص مکانیک اجزای فک و دندان (عاج، مینا، استخوان کنسلوس، استخوان کورتیکال، لیگامان، پالپ و) ...

مکانیک بافت عاج و مینا (تست خواص مکانیکی، تئوری کامپوزیتها)

مدل های بنیادین مکانیک شامل مدل های پوروالاستیک، ویسکوالاستیک، مکانیک لیگامان پرودونتا چندگانه و تحلیل بیومکانیک آسیب

شناسی دندان و فک

مدل سازی و شبیه سازی در بیومکانیک دندان

مکانیک ادوات سوپر الاستیک در اورتودنسی و معرفی مواد حافظه دار بارگذاری سیکی، شبیه سازی اورتودنسیک

مکانیک ادوات دندان (آلیاژهای تیتانیوم و نحوه ساخت و ماشینکاری آن ها

تحلیل بیومکانیکی ایمپلنت ها و وسایل تست

معرفی انواع مواد دندان و خواص فیزیکی مکانیکی آن ها، فلزات (فلزات پایه آلیاژهای قیمتی و) ...

و تحلیل مکانیکی آن ها

فرآیندهای Finishing, Polishing, Cleansing, Abrasion, Bleaching.

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۵٪	۴۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

- Natail A. , "Dental Biomechanics", 2003, CRC .
- Craing R. G. , Powes J. M. , Wataha J. C. , "Dental Materials: Properties and Manipulation", 5th Ed, 2003, C. V. Mosby .
- O' Brrien W. J. (Ed), "Dental Materials and Their Selection", 3rd Ed., 2002, Quintessence Publishing.
- 1.Anusavice K. J. Phillips R. W. (Eds), "Philips' Science of Dentals Materials", 11th Ed., 2003, W. B. Saunders.



بیومکانیک برخورد و تصادم		عنوان درس به فارسی:
Trauma Biomechanics		عنوان درس به انگلیسی:
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:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

بررسی و مدل سازی ضربه و آسیب های ناشی از ضربه و طراحی مدل های مکانیکی مربوطه

سرفصل درس :

۱- مقدمه ای بر بیومکانیک ضربه / آسیب و روش های آن: تحلیل و روش های آماری در تقسیم بندی آسیب و پاسخ های بیومکانیکی مربوط به آن

۲- طراحی آزمایش و روش های اندازه گیری مربوط به ضربه / آسیب: بررسی مدل های مختلف بیومکانیک آسیب؛ و پاسخ های بیومکانیکی مربوطه تحلیل بار جراحات

۳- روش های آزمایشگاهی مطالعه ضربه: طراحی ظاهری: معیارهای عملکرد مناسب و روش های اندازه گیری مرتبط

۴- مدل های شبیه سازی ریاضی: مدل چند جسمی و مدل المان محدود

۵- بیومکانیک آسیب در گردن، ستون فقرات و قفسه سینه

۶- بیومکانیک آسیب در سر و مغز

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع پیشنهادی:

- Nahum, A, j, Melvin, "Accidental injury: Biomechanics and prevetion", Springer- Verlag, 1993 .
- Schmitt K. V. , Nieder, P. F. , Muser M. H. , walz, F "Trauma Biomechanics, Accidental injury in traffic and sports" Springes- Verlage 2007.



عنوان درس به فارسی:		مبانی عصبی عضلانی حرکت	
عنوان درس به انگلیسی:		Neuromuscular Basics of Motion	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳	
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	
تعداد واحد:			
تعداد ساعت:			

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس:

آشنایی و تحلیل مبانی عصبی حرکت ناشی از عضلات (ماهیچه ها) و کنترل آنها و کاربرد آن در تحلیل رفتارهای انسان از قبیل راه رفتن، نشستن و غیره.

سرفصل درس:

۱. مقدمه و فلسفه کلی حرکت
۲. انواع حرکت های عصبی -عضلانی با نگرش کیفی: سازوکارهای کلی انواع حرکت؛ مدل های کیفی سیستم های کنترل حرکت
۳. مشخصات و خواص اجزاء و سیستم اسکلت حرکتی: نمایش و تعیین هویت سیستم های حرکتی؛ مسائل کنترل در سیستم های ساده حرکتی
۴. ماهیچه به عنوان عملگر: معماری و ساختار عضله؛ واحد حرکتی و فرمان پذیری آن در حرکت؛ مشخصات مکانیکی ماهیچه؛ مدل های کمی ماهیچه
۵. کنترل عصبی راه رفتن در انسان: مطالعه کلی کنترل حرکات منظم و تکراری در انسان؛ تنظیم کننده سختی و طول عضلات؛ با نمایی کمی و کیفی فیدبک های نخاعی؛ نقش نخاع در طراحی و ایجاد حرکت های خود تحریک و تکرار شونده؛ تحریک الکتریکی نخاع و اثرات ایجاد و کنترل حرکتی آن و کاربرد کنترل در حرکات منظم و نامنظم یابی انسان: تجزیه و تحلیل راه رفتن
۶. تجزیه و تحلیل گیت حرکت اندام های بالایی؛ مسیرهای حرکت مرکز ثقل هنگام راه رفتن؛ معادلات لاگرانژ و سینماتیک رو به جلو و معکوس حرکت بدن؛ تجزیه و تحلیل دینامیک سیستم های ماهیچه ای -اسکلتی در مقایسه بزرگ؛ تجزیه و تحلیل دینامیک و سینماتیک برخاستن و راه رفتن انسان فرایند تحریک و انقباض؛ سیگنال الکترومایوگرام و انقباض
۷. کنترل خارجی سیستم عصبی -عضلانی مقایسه مدل الکترومایوگرام -نیرو با مدل تحریک نیرو از عضله؛ پیش بینی نیرو در حالت خستگی عضلانی؛ مقایسه مدل های تحریک از سطح و درون -عضلانی
۸. آنالیز بیومکانیک عمل برخاستن از روی صندلی در افراد سالم و پاراپلژیک: مدل مکانیکی عمل برخاستن از روی صندلی افراد سالم و پاراپلژیک؛ تغییرات فضایی مرکز ثقل بدن؛ شبیه سازی حرکت ارادی یک فرد پاراپلژیک
۹. کنترل حلقه بسته ساختار اسکلتی بدن جهت برخاستن از روی صندلی: تولید حرکت مطلوب؛ پایداری و کنترل
۱۰. کنترل کننده با کمک تحریک عملکردی ماهیچه ها؛ سیستم حلقه باز؛ کنترل کننده های گشتاور مفاصل محاسبه شده و کنترل کننده با کمک تحریک عملکردی ماهیچه ها

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- Muscles, Reflexes and Locomotion: 1994 Thomas A. Mc mahon
- Muscles, Nerves and Movement in human occupation; Barbara Tyldesley; Junel. Grieve, 3rd Edition, 2002.
- Neurological control systems: studies in bioengineering, Lawrence stark, New York,



- Plenum Press, 1968.
- The Neural Basis of Motor Control; 1986 Vernon B. Brooks.
- Muscles Receptors and movement, *Taylor A*, Prochazka A MacMillan, London, 1981.
- The Cerebellum and neural control; 1984 Masao Itoi.
- System, Man and Genetics and Biomedical Engineering.



عنوان درس به فارسی:		توانبخشی رباتیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Rehabilitation Robotics	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:		رساله / پایان نامه ☐	
		۳	۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

بررسی و آشنایی با اصول طراحی رباتهای توانبخشی و ارتزها و پروتزهای رباتیک

سرفصل درس :

تاریخچه، سیر تکاملی، انگیزه های علمی اقتصادی و انسانی در توسعه و گسترش فناوری توانبخشی رباتیک
مصادیق توانبخشی رباتیک و به کمک کامپیوتر در حوزه های مختلف توانبخشی بیمار در ربات های توانبخشی و راحتی ایمنی ، ملاحظات اخلاقی

مروری بر سامانه های توانبخشی رباتیک :سامانه های رباتیک تماسی و غیر تماسی برای فیزیکیال تراپی؛ وسایل کمکی رباتیک؛ ارتزهای رباتیک؛ پروتزهای رباتیک

اصول طراحی ربات های توانبخشی :تحلیل، طراحی و اجرای حرکت؛ تعاملات توانخواه -ربات؛ بازخورد سنسوری و کنترل حرکت حسگرها و عملگرهای توانبخشی رباتیک :حسگرهای نیرو، حرکت و لامسه؛ عملگرهای رباتیکی (الکتریکی، نیوماتیکی، کابلی،) ...

روش های کنترل ربات های بازتوانی :روش های کنترل سختی یا امپدانس؛ روش های مقاوم و تطبیقی در کنترل ربات های توانبخشی؛ کنترل بدون نیرو - یادگیری حرکت توسط ربات؛ ابزارها، راه حل های جدید و فرصت های توسعه در بازتوانی رباتیک

روش ارزشیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- Sashi S Kommu, Rehabilitation Robotics, I- Tech Education and Publishing, Vienna, 2007.
- Bozovic, Medical Robotics: I- Tech Education and Publishing, Vienna, 2009



عنوان درس به فارسی:		مهندسی توانبخشی حرکتی	
عنوان درس به انگلیسی:		Rehabilitation Engineering	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:			
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

بررسی و مطالعه بیماریهای عصبی - عضلانی و آشنایی با روشهای طراحی وسایل مهندسی برای توانبخشی حرکتی بیماران

سرفصل درس :

مقدمه بر کاربرد مهندسی در توانبخشی حرکتی

ملاحظات اجتماعی، اخلاقی و روانی در توسعه مهندسی توانبخشی

اصول طراحی مهندسی در توانبخشی حرکتی

طراحی وسایل کمکی و ارتزها: ویلچرهای دستی و موتوردار؛ تکیه گاه های موقعیتی نشسته و ایستاده؛ ارتزهای اصلاح کننده بدشکلی

اندام ها و ستون مهره ها؛ ارتزهای ارتوپدی و ورزشی؛ ارتزها و وسایل کمکی برای بهبود راه رفتن و فعالیت های روزمره (ارتزهای

غیرفعال و فعال راه رفتن؛ وسایل کمکی برای تسهیل فعالیت های روزمره)؛ ارتزها و وسایل کمکی خاص برای بیماران عصبی - عضلانی

طراحی پروتزها: پروتزهای اندام فوقانی؛ پروتزهای اندام تحتانی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- Rory A Cooper, Rehabilitation Engineering Applied to Mobility and Manipulation, Institute of Physics Publishing, 1995.
- Rory A Cooper, Hisaichi Ohnabe, Douglas A. Hobson (Editors), An Introduction to Rehabilitation Engineering (Series in Medical Physics and Biomedical Engineering), Taylor & Francis; 1st edition, December 2006.
- Rose Sgarlet Myers, Saunders S. Manual of physical therapy, Saunders; 1st edition, January 1995.
- Deborah A. Nawoczenski, Marcia E. Epler, Orthotics in functional rehabilitation of lower limb, Saunders; 1st edition, January 1997.
- Bowker HK, Michael JW (eds): Atlas of Limb Prosthetics: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles. Rosemont IL, American Academy of Orthopedic Surgeons, 2nd edition , 2002.



عنوان درس به فارسی:		ضایعات عصبی - عضلانی و روشهای توانبخشی	
عنوان درس به انگلیسی:		Neurmuscular Motor Injuries and Rehabilitation Methods	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	رساله / پایان نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

بررسی و آشنایی با ضایعات و جراحتهای عصبی و تاثیر آنها بر عضلات و تبعات حرکتی آنها

سرفصل درس :

بررسی استراتژی های کلی تولید و کنترل حرکات در اندام و افراد سالم
تجزیه و تحلیل مدل های حسی - حرکتی بر اساس اصول موتور کنترل و نوروفیزیولوژیک توانبخشی
اصول کلی ضایعات موتور کنترل و اثرات آن بر حرکت
مدل های یادگیری موتور کنترل به منظور توانبخشی حرکات افراد معلول
ضایعات حفظ پاسچر و توانبخشی آن از دیدگاه موتور کنترل
ضایعات راه رفتن در اثر نارسایی های موتور کنترل
ضایعات حرکت دست از قبیل رسش، گرفتن و حرکت دادن دست با وجود ضایعه
اسپاستی سیتی و پلاستی سیتی در ماهیچه و اندام های حرکتی
مدل بیومکانیکی پدیده ایزواینرسیال و ایزوکتیک و اثرات آن در توانبخشی حرکت

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- Anne Shumway- Cook and H. Woollacatt; "Motor Control: Theory and Practical Applications"; 2nd Ed. , Lippin Cott; 2001 .
- Schmidt A. and Lee D. ; "Motor Control and Learning (A behavioral Emphasis)", 5th edition; Human Kinetics, 2011 .
- Michael W. Levine, "Fundamentals of Sensation and Perception", Oxford Science Pub. ,2000 .
- Sid Deutsch, Evangelia Micheli- Tzanakou, "Neuroelectric Systems", New York University Press, 1987 .
- Winter D. , "Biomechanics and Motor Control of Human Movement", Wiley, 4th Edition: 2009 .
- Barbara Tyldesley, June Grieve; "Muscles, Nerves and Movement", John Wiley & Sons, 4th Edition; 2011.



- Lawrence Stark, "Neurological Control Systems", 1968.
- Thomas A. McMahon, "Muscles Reflexes, and Locomotion", 1984.
- Taylor A. and Prochazka A. "Muscle Receptors and Movement", 1981.
- John Rothwell, "Control of Human Voluntary Movement"; Aspen Publishers; Digitized. 2008



عنوان درس به فارسی:		مکانیک سیستم قلب و عروق	
عنوان درس به انگلیسی:		Cardiovascular Biomechanics	
نوع درس و واحد تخصصی			
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	رساله / پایان نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

آشنایی با آخرین تحقیقات و دستاوردهای علمی در حوزه علوم بیومکانیک

سرفصل دروس:

کلیات سیستم قلب و عروق - کارکرد فیزیولوژی، فیزیکی، مکانیکی
ریز ساختار و مواد تشکیل دهنده غیراجانیک: کلاژن، الاستین، مواد زمینه‌ای، خواص مکانیکی آن‌ها
مرور تئوری‌های مکانیکی (الاستیسیته غیرخطی، هاپرالاستیسیته، ویکوالاستیسیته، ویسکوهایپرالاستیسیته، پوروالاستیسیته)
خواص مکانیکی اجزای سیستم قلب و عروق و نقش ساختار فیبری در آن‌ها
کارکرد فیزیکی و مکانیکی شریان‌ها و تحلیل خواص مکانیکی آن‌ها
آسیب شناسی شریانی: تعاریف مرتبط (آترواسکلروسیس، آرترواسکلروسیس، آنوریزم و پارگی شریان)؛ تغییرات خواص مکانیکی در سایت‌های 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
قلب، ساختار ماهیچه قلب، بارگذاری قلب، منحنی حجم-نیرو در قلب، توزیع تنش در دیواره قلب
تحلیل مکانیکی دریچه‌های قلبی
خواص مکانیکی سیاهرگ‌ها، دیواره سیاهرگ‌ها و دریچه‌های سیاهرگی، تئوری‌های فروپاشی
شریانچه‌ها، مکانیزم‌های تغییر فشار از طریق ساختار شریانچه‌ها
سیستم‌های کنترل قلب و عروق: کنترل سیستمی و کنترل موضعی، فلوجارتهای تنظیم فشارخون، بارورسپتورها و کمورسپتورها، فاکتورهای درون ریز خون
پارامترهای مکانیکی طراحی استنت‌های قلبی - عروقی: تُمُن‌ها، گرفته شریانی، دریچه‌های قلبی مصنوعی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵



- Wilmer W. Nicholas, Michael F. O'Rourke; McDonald's Blood Flow in Arteries; 2nd edition, Arnold Publishers & Oxford University Press; 2011.
- Y. C. Fung; Biomechanics: Circulation, 2nd edition, Springer-Verlag, reprint 2010.
- K. B. Chandran, CardioVascular Biomechanics, New York University Press, 1992.



عنوان درس به فارسی:		میکرومکانیک کاربردی و همگن سازی	
عنوان درس به انگلیسی:		Applied Micromechanics and Homogenization	
دروس پیش نیاز:		نظری ☒ پایه ☐	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

در این درس تئوری همگن سازی و کاربرد آن در علوم مهندسی و به طور گسترده در مهندسی مکانیک مورد بررسی قرار میگیرد. خواص مکانیکی، گرمایی و الکتریکی ماده ناهمگن مورد بررسی و شبیه سازی قرار می گیرد. علاوه بر مباحث تئوری پیش نیاز های تجربی مورد نیاز برای خواص سنجی تجربی مورد بررسی قرار میگیرد.

سرفصل های درس :

۱. مقدمه ای بر میکرومکانیک
۲. مفاهیم پایه ای میکرو مکانیک و همگن سازی
 - مکانیک آماری ریز ساختار
 - روش های سه بعدی سازی
 - روش های آماری خواص سنجی
 - انباشتگی و خوشه
 - طراحی مواد ناهمگن
۳. خواص سنجی و مشخصه یابی تجربی
 - میکروسکوپ الکترونی
 - تحلیل مکانیکی تحریکی
 - میکروسکوپ نیروی اتمی
۴. کاربرد های میکرو مکانیک و همگن سازی
 - نانو کامپوزیتها و میکرو کامپوزیتها
 - مواد ناهمگن تصادفی
 - مواد پلی کریستال

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۲۵	٪۲۵	٪۲۵	٪۲۵

فهرست منابع:

- Torquato S. "Random heterogeneous materials: microstructure and macroscopic properties." New York: Springer, 2002
- Reimer L. "Scanning electron microscopy: physics of image formation and microanalysis." berlin: Springer, 1998.
- Svergun DI, Fegin LA, Taylor GW. "Structure analysis by small-angle x-ray and neutron scattering." New York ; London: Plenum, 1987.



- Yao N. "Focused ion beam systems: basics and applications." Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- Mura T. "Micromechanics of defects in solids." Distributors the U.S. and Canada, Kluwer Boston, 1982
- Adams BL, Kalidindi S, Fullwood DT. "Microstructure-sensitive design for performance optimization." Butterworth-Heinemann, 2012.
- Cherkaoui M. "Fundamentals of Micromechanics of Solids." Wiley, 2006.
- Buryachenko, V. "Micromechanics of Heterogeneous Materials" Springer, 2007.



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 ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آشنایی با شبه سازی مولکولی و روشهای عددی مربوطه

سرفصل درس :

۱. مقدمه ای بر کاربردهای دینامیک مولکولی
۲. شارهای الکتریکی و خواص آن
۳. شرح نیروهای بین مولکولی (Pair Potential) توزیع چندقطبی، حضور دما در معادلات
۴. مکانیک مولکولی: شرح سیستم گلوله - فنر (Ball-Spring)، سیستم های پیچیده تر مربوط به گلوله و فنر، Cut-Force-Field، معرفی Force-Field های تجاری
۵. سطوح انرژی پتانسیل مولکولی: روش های کمینه کردن توابع پتانسیل
۶. مقدمه ای بر ترمودینامیک آماری
۷. مدل سازی به روش مونت کارلو
۸. اتم های تک الکترون: معادلات شرودینگر
۹. مقدمه ای بر فیزیک کوانتوم
۱۰. تشریح سیستم های حالت گذرا (Transition State)

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- D. C. Rapaport, The Art of Molecular Dynamics Simulation, Second edition, Cambridge University Press, 2004.
- Alan Hinchliffe, Molecular Modeling for Beginners, Second edition, John Wiley, 2008.



- Michael Griebel, Stephan Knapek, Gerhard Zumbusch, Numerical simulation in molecular dynamics. Numerics, algorithms, parallelization, Springer, 2007.
- J M Haile, Molecular dynamics simulation : elementary methods, Wiley and Sons, 1992.



عنوان درس به فارسی:		میکروسیالات
عنوان درس به انگلیسی:		Microfluidics
نوع درس و واحد		
پایه ☐ نظری ☒		
تخصصی ☐ عملی ☐		
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		
رساله / پایان نامه ☐		
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس:

آشنایی با میکروسیالات و کاربردهای آن در سیستمهای زیستی

سرفصل درس:

۱. مقدمه ای بر میکروسیالات 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: دیده های الکترو اسموسیس، الکترو فورسیس و دی الکترو فورسیس و کاربردهای آن ها
۴. ادوات میکروسیالات برای کنترل جریان سیالات خارجی: اندازه گیری سرعت و آشفتگی جریان سیالات و کنترل آن ها
۵. ادوات میکروسیالات برای کنترل جریان سیالات داخلی: میکرو شیرها، میکرو پمپ ها و میکرو سنسور های جریان سیالات داخلی
۶. ادوات میکروسیالات در کاربردهای علوم شیمی و زیستی: میکروسوزن ها، میکرومیکسرها، میکروفیلترها و جداکننده ها، میکرو تزریق کننده ها، میکرو راکتورها
۷. کاربردهای علوم شیمی و زیستی: تزریق کننده های دارو و آزمایشگاه روی یک تراشه

روش ارزیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- N. T. Nguyen, S. T. Wereley, Fundamentals and Applications of Microfluidics, Artech House, 2002
- S. Hardt, F. Schoenfeld, Microfluidic Technologies for Miniaturized Analysis Systems, Springer- Verlag, 2007
- H. Morgan, N. G. Green, AC Electrokinetics: Colloids and Nanoparticles, Research Studies Press Ltd., 2003.
- P. C. H. Li, Microfluidic Lab- on- a- Chip for Chemical and Biological Analysis and Discovery, CRC, 2008.



عنوان درس به فارسی:		حس لامسه و بازخورد نیرو در پزشکی رباتیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Tactile sensors and force and touch feedback for robotics and medicine	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳	
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

در این درس دانشجویان با مفاهیم و اصول طراحی فناوریهای مرتبط با حس لامسه یا هپتیک برای لمس کردن اجسام مجازی و یا راه دور آشنا خواهند شد.

سرفصل درس:

تعریف، طبیعت و مودهای حس لامسه: مقدمه ای بر حسگرهای بیولوژیکی؛ گیرنده های مکانیکی (تطبیق سریع، تطبیق متوسط و تطبیق آهسته)؛ مقدمه ای بر ترمینولوژی حسگرهای مصنوعی

تعاریف، مشخصات عملکردی حسگرها

حسگرهای پیزورزیستو و مدل سازی ریاضی آن ها

حسگرهای پیزوالکتریک و مدل سازی ریاضی آن ها

حسگرهای نیروهای قائم، فشار و نیروهای برشی

کاربردهای حس لامسه در پزشکی

مبانی و معیارهای طراحی حسگرهای لامسه برای جراحی

هپتیک و حضور از راه دور و کاربرد آن ها در روش های نوین تشخیص، جراحی و توانبخشی

ارزیابی عملکردهای انسانی در تعاملات هپتیک

هپتیک و سیستمهای تله رباتیکی

آشنایی با سیستمهای کنترلی در تله رباتیک

شفافیت و پایداری در سیستمهای کنترلی تله رباتیک

آشنایی با تحقیقات به روز در حوزه هپتیک

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۵٪	۴۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

- Najarian S. , Dargahi J. , and Mehrizi A. A. , Artificial tactile sensing in biomedical engineering: McGraw- Hill, 9002 .



- Webster, J. G. , Tactile Sensors for Robotics and Medicine, John Wiley & Sons, 1998 .
- Russell, R. A. , Robot Tactile Sensing, Prentice Hall, 1990.
- Burdea, G. C. , Force and Touch Feedback for Virtual Reality, John Wiley & Sons, 1996
- Lin, M.C., Haptic Rendering: Foundations, Algorithms, and Applications, AKPeters/CRC press, 2008.
- Kern, Th, A., Engineering Haptic Devices, Springer, 2008.
- Mihelj, M., Podobnik, J., Haptics for Virtual Reality and Teleoperation, Springer, 2012.
- Kuleshov, V.S. and Lakota, N.A. Remotely Controlled Robots and Manipulators. Moscow, Mir Publishers, 2008.



عنوان درس به فارسی:		بهینه سازی
عنوان درس به انگلیسی:		Optimization
نوع درس و واحد		
پایه ☐ نظری ☒		
تخصصی ☐ عملی ☐		
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳
رساله / پایان نامه ☐		۴۸
تعداد واحد:		۳
تعداد ساعت:		۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

پیش نیاز موضوعی: آشنایی با روش های محاسبات عددی و برنامه نویسی کامپیوتر

اهداف کلی درس :

در این درس دانشجویان پس از آشنایی با مفهوم طراحی بهینه (Optimum Design) و تفاوت آن با رویکرد سنتی بهینه سازی، اصول مدلسازی سیستم های مکانیکی را بر مبنای مفهوم طراحی بهینه می آموزند. در ادامه درس، روش های تحلیلی و عددی یافتن پاسخ بهینه مسایل طراحی بهینه آموزش داده می شود. سپس دانشجویان با الگوریتم های تکاملی ملهم از طبیعت و کاربرد آن ها در حل مسایل پیچیده و پرمغیر مهندسی آشنا می شوند. در پایان نیز روش های حل مسایل چندهدفه و شیوه تفسیر نتایج بدست آمده از حل مسایل طراحی بهینه مورد بحث قرار می گیرد. با گذراندن این درس دانشجویان قادر خواهند بود مسایل مهندسی را بطور صحیح مدلسازی نموده و روش مناسب را برای حل این مسایل انتخاب نمایند و نتایج بدست آمده را از دیدگاه مهندسی تفسیر نمایند.

سرفصل های درس :

نظری :

- ۱- معرفی مفهوم طراحی بهینه و جایگاه آن در فرآیند طراحی سیستم های مکانیکی
- ۲- مدلسازی مسایل مهندسی بر پایه مفهوم طراحی بهینه
- ۳- مروری بر جبر ماتریسی، مفهوم همزادی (duality) و مباحث پسا بهینگی (post-optimality)
- ۴- روش تحلیلی بهینه سازی با استفاده از ضرایب لاگرانژ، شرایط بهینگی Kuhn-Tucker در مسایل نامقید و مقید
- ۵- روش های عددی نامقید
 - روش های عددی تک متغیره
 - روش های عددی چند متغیره نامقید با استفاده از گرادیان تابع
 - روش های عددی چند متغیره نامقید با استفاده از گرادیان و هسین تابع (روش های نیوتنی و شبه نیوتنی)
 - روش های عددی چند متغیره نامقید مبتنی بر الگویی
 - روش سیمپلکس (Nelder-Mead)
- ۶- روش های عددی مقید
 - روش های تابع جریمه داخلی و خارجی
 - روش Complex
- ۷- معرفی روش های احتمالاتی
 - روش بازپخت شبیه سازی شده
- ۸- معرفی روش های تکاملی
 - الگوریتم های ژنتیک و الگوریتم های ژنتیک ترکیبی



▪ روش تکامل تفاضلی

۹- معرفی روش های مبتنی بر هوش جمعی

▪ الگوریتم جمعیت ذرات

▪ الگوریتم کلونی زنبورها

▪ الگوریتم کلونی مورچه ها

۱۰- بهینه سازی چند هدفه

▪ روش های تبدیلی

▪ روش های مبتنی بر بهینگی پرتو

▪ الگوریتم های ژنتیک چند هدفه

۱۱- روش های حل مسایل کنترل بهینه: برنامه ریزی پویا

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهائی	پروژه
۳۰٪	-	۵۰٪	۲۰٪

فهرست منابع:

- J.S. Arora, Introduction to Optimum Design, 3rd Edition, McGraw-Hill, 2011
- S.S. Rao, Optimization: Theory and Practice, 4th Ed., Wiley, 2009
- X.S. Yang, Engineering Optimization: An Introduction with Metaheuristic Applications, Wiley, 2010
- P.E. Gill, W. Murray, M.H.Wright: Practical *Optimization*, Emerald Group Publishing, 1982
- M. Mitchell: An Introduction to Genetic Algorithms, MIT Press, 1988



عنوان درس به فارسی:		هوش مصنوعی	
عنوان درس به انگلیسی:		Artificial Intelligence	
دروس پیش نیاز:		نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:		اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
		رساله / پایان نامه ☐	
		۳	۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

پیش نیاز موضوعی: آشنایی با روش های محاسبات عددی و برنامه نویسی کامپیوتر

اهداف کلی درس:

در این درس دانشجویان پس از آشنایی با شاخصه های اصلی هوش طبیعی همچون استدلال، استنتاج، تعمیم، یادگیری و پیش بینی، با روش هایی آشنا می شوند که به کمک آن ها می توان فرآیندهای فوق را در قالب الگوریتم های کامپیوتری به ماشین آموخت. با گذراندن این درس دانشجویان قادر خواهند بود مسایل پیچیده و بدنگاشتی (ill-posed) را که به دلیل در دست نبودن مدل ریاضی آن ها و یا به دلیل وجود نامعینی های زیاد و پویا بودن محیط، با الگوریتم های کلاسیک قابل حل نیستند با استفاده از الگوریتم هایی که عمدتاً از هوش طبیعی الهام گرفته شده اند حل کنند.

سرفصل درس:

- معرفی هوش مصنوعی و تاریخچه آن
- عامل های هوشمند و ساختار آن ها
- محیط ها و ساختار آن ها
- رویکرد فضای حالت برای حل مسایل

○ روش های ارائه دانش (Knowledge Representation)

▪ شبکه های معنایی (Semantic Nets)

▪ گراف ها و ساختارهای درختی

▪ قاب ها و آرایه های کمی

▪ ساختارهای شیء گرا

○ روش های استدلال

▪ منطق گزاره ای

▪ منطق مرتبه اول

○ روش های جستجو

▪ روش های بدون آگاهی

♦ جستجوی عرض گرا

♦ جستجوی عمق گرا

♦ جستجو با عمق محدود

♦ جستجو با عمق متغیر

▪ روش های با آگاهی



- ♦ جستجوی حریصانه
- ♦ جستجوی A^* و AO^*
- ♦ جستجوی محلی
- الگوریتم ژنتیک
- الگوریتم بازپخت شبیه سازی شده
- ارزیابی مطلوبیت حالت ها
- سیستم های خبره (Expert Systems)
 - تاریخچه و ساختار کلی
 - روش های استنتاج
 - داده گرا (زنجیره پیشرو)
 - هدف گرا (زنجیره پسرو)
 - سیستم های خبره احتمالاتی
 - کاربردهای مهندسی سیستم های خبره
- سیستم های طبقه بند یادگیرنده (Learning Classifier Systems)
 - ساختار کلی عامل های یادگیرنده
 - تولید قوانین
 - فرایند یادگیری
 - بروزآوری قوانین
 - سیستم یادگیرنده بهبود یافته (XCS)
 - سیستم یادگیرنده فازی (FXCS)
 - کاربردهای مهندسی سیستم های یادگیرنده
- شبکه های عصبی (Neural Networks)
 - آشنایی با ساختار مغز و عملکرد آن
 - پرسپترون: ساختار و الگوریتم تربیت
 - شبکه عصبی پیشرو
 - الگوریتم پس انتشار خطا
 - شبکه تابع شعاع مبنا (RBF)
 - شبکه بازگشتی و شبکه تاخیر زمانی
 - شبکه خودسامان ده (SOM)
 - کاربردهای مهندسی شبکه های عصبی
- آشنایی با تئوری بازی (Game Theory)
 - الگوریتم MiniMax
 - هرس آلفا-بتا
 - کاربردهای مهندسی تئوری بازی
- یادگیری تقویتی (Reinforcement Learning)



- روش تفاوت زمانی (Temporal Difference)
- روش یادگیری Q
- روش مونت کارلو
- روش SARSA
- برنامه‌ریزی پویا (Dynamic Programming)
- کاربردهای مهندسی یادگیری تقویتی
- ارزیابی کارایی روش‌های هوش مصنوعی در مقایسه با روش‌های کلاسیک حل مساله

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	-	۵۰٪	۳۰٪

فهرست منابع:

- Russell, S., Norvig, P., Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd Edition), Prentice-Hall, 2009
- Rich, E., Artificial Intelligence, (3rd Edition), Tata-McGraw-Hill, 2010
- Zurada, J., Introduction to Artificial Neural Systems, Jaico Publishing House, 2012
- Luger, G., Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving (6th Edition), Addison-Wesley, 2008
- Floreano, D., Mattiussi, C., Bio-Inspired Artificial Intelligence: Theories, Methods and Technologies, MIT Press, 2008
- Haykin, S., Neural Networks and Learning Machines, 3rd edition, Prentice-Hall, 2008.



عنوان درس به فارسی:		مکانیک غیرخطی جامدات	
عنوان درس به انگلیسی:		Nonlinear Solid Mechanics	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	رساله / پایان نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس:

تئوری های خطی مکانیک مواد به میزان گسترده ای توسعه پیدا کرده اند. با این وجود، بسیاری از پدیده ها به میزان قابل توجهی غیرخطی هستند. به کمک تئوری مکانیک غیرخطی مواد، مفاهیم اساسی مکانیک مواد مورد بررسی قرار می گیرند. در واقع ارتباط بین مکانیک محیط های پیوسته و معادلات ساختاری غیرخطی که به عنوان بحث های پایه برای استفاده در روش اجزا محدود غیرخطی و پلاستیسیته محاسباتی مورد نیاز است در این درس تکمیل می شود. هدف از این درس، آشنایی دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی با تئوری مکانیک غیرخطی مواد به ویژه در تغییر شکل های بزرگ می باشد.

سرفصل های درس:

۱. مقدمه ای بر مکانیک محیط های پیوسته پیشرفته
 - سینماتیک تغییر شکل
 - تجزیه ضربی گرادین تغییر شکل
 - مفهوم تنش، انواع تانسورهای تنش
 - قوانین تعادل (جرم، مومنتم، انرژی، انترپی)
۲. اصل عینیت و اهمیت آن در مدل سازی رفتار مواد، نرخ های عینی
 - تغییر مشاهده گر و میدان های تانسوری عینی (objective)
 - حرکات جسم صلب super-imposed
 - نرخ های عینی (objective rates)
 - تغییرناپذیری (invariance) پاسخ ماده الاستیک
۳. رفتار مواد هایپرالاستیک
 - ملاحظات عمومی در معادلات ساختاری
 - مواد هایپرالاستیک ایزوتروپیک
 - مواد هایپرالاستیک تراکم ناپذیر
 - مواد هایپرالاستیک تراکم پذیر
 - انواع توابع انرژی کرنشی
 - مفهوم و کاربرد تانسور الاستیسیته
 - رفتار مواد با ایزوتروپی عرضی (transversely isotropic)
 - معادلات ساختاری مواد با متغیرهای داخلی
 - رفتار مواد ویسکوالاستیک در تغییر شکل های بزرگ



۴. ملاحظات ترمودینامیکی در مدل سازی رفتار مواد

- مقدمه ای بر فیزیک مسئله
- ترموالاستیسیته شبکه های ماکروسکوپی
- پتانسیل های ترمودینامیکی
- تانسور الاستیسیته ایزوترمال و آیزنتروپیک
- توسعه ترمودینامیکی مدل مادی آگدن (Ogden)
- کشش ساده در مواد الاستیک انتروپیک
- ترمودینامیک با متغیرهای داخلی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۲۰	٪۵۰	٪۲۰

فهرست منابع:

- Holzapfel, G. A. (2000). Nonlinear Solid Mechanics: A Continuum Approach for engineering.
- Ogden, R. W. (1997). Nonlinear elastic deformations, Courier Dover Publications.
- Drozdov Aleksey D. (1996). Finite elasticity and viscoelasticity: a course in the nonlinear mechanics of solids, World Scientific Publishing.
- Ottosen, N. S. and M. Ristinmaa (2005). The Mechanics of Constitutive Modeling, Elsevier.
- Asaro, R.J., and V.A. Lubarda, (2006). Mechanics of Solids and Materials, Cambridge University Press.
- Bonet, J. and R.D. Wood (2008), Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge University Press.



عنوان درس به فارسی:		ویسکو الاستیسیته
عنوان درس به انگلیسی:		Viscoelasticity
نوع درس و واحد		
پایه ☐ نظری ☒		
تخصصی ☐ عملی ☐		
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		
رساله / پایان نامه ☐		
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☒ آزمایشگاه ☒ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

در این درس مدل های مختلف ویسکوالاستیک به منظور تشکیل معادلات ساختاری ویسکوالاستیسیته مورد بررسی قرار می گیرد و از آن طریق، رفتار ویسکوالاستیک مواد مهندسی مورد تحلیل قرار می گیرد. دانشجویان با گذراندن این درس قادر خواهند بود اصول و روش های کلی تحلیل تنش ویسکوالاستیک را برای حل مسایل مهندسی به کار گیرند.

سرفصل درس :

۱. مقدمه
۲. خصوصیات مکانیکی مواد ویسکوالاستیک
۳. معرفی ساختار مواد ویسکوالاستیک همچون پلیمرها
۴. معادلات ساختاری دیفرانسیلی
۵. نمایش انتگرالی موروئی تنش و کرنش
۶. رفتار وابسته به زمان و دما
۷. تحلیل تنش ویسکوالاستیک در میله ها و تیرها
۸. تحلیل تنش ویسکوالاستیک در مسایل دو و سه بعدی
۹. ویسکوالاستیسیته غیر خطی
۱۰. مکانیزم و مدل های گسیختگی
۱۱. روش های آزمایشگاهی شامل آزمایشات آنالیز حرارتی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	-	۵۰٪	۴۰٪

فهرست منابع:

- H. F. Brinson and L. C. Brinson, Polymer Engineering Science and Viscoelasticity, An Introduction, 2nd Edition, Springer, 2015.
- J. D. Ferry, Viscoelastic Properties of Polymers, Wiley, 3rd Edition, 1980.
- R. Lakes, Viscoelastic Materials, Cambridge University Press, 2009.



- Ward and J. Sweeney, Mechanical Properties of Solid Polymers, Wiley, 2012.
- R. M. Christensen, Theory of Viscoelasticity, Dover Publications, 2nd Edition, 2010.
- S. P. C. Marks and G. J. Creus, Computational Viscoelasticity, Springer, 2012.
- B. Wunderlich, Thermal Analysis of Polymer Materials, Springer, 2005.



عنوان درس به فارسی:		مکاترونیک پیشرفته
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Mechatronics
نوع درس و واحد		
پایه ☐ نظری ☐		
تخصصی ☐ عملی ☐		
اختیاری ☒ نظری-عملی ☒		
رساله / پایان نامه ☐		
تعداد واحد:	۲+۱	
تعداد ساعت:	۶۴	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

پایه سازی روز افزون سیستم های کنترلی هوشمند بر روی سیستم های مکانیکی نیازمند داشتن دانشی دقیق از انواع حسگرها و عملگرها می باشد. علاوه بر آن آشنایی کامل با انواع مدارهای مجتمع برای پردازش سیگنال و کنترل امری اجتناب ناپذیر است. از این رو در این درس دانشجویان با موارد ذکر شده به صورت تئوری و عملی آشنا خواهند شد و در پایان ترم با طراحی یک سیستم مکاترونیکی و پیاده سازی عملی آن خواهند توانست با طراحی و کارکرد این سیستم ها را بهتر آشنا شوند.

سرفصل های درس :

نظری :

۱- مقدمه

۱-۱ معرفی اهداف، انگیزه و کاربرد درس، سیستم های خودکار و هوشمند، نمونه های صنعتی و تحقیقاتی (فیلم های کوتاه)

۲-۱ ساختار سیستم های ابزار دقیق (سنسور _ ترانس دیوسر ، واحد تقویت و پردازش ، انتقال سیگنال ، نمایشگرها)

۳-۱ اصول و مبانی طراحی سیستم (مبانی طراحی سنسورها)، اجرای فرایند طراحی، تمرین یک نمونه

۲- مشخصات استاتیکی سنسورها و مبدلها

۱-۲ مفاهیم و تعاریف پایه

۲-۲ مرور مختصر احتمالات ، توزیع نرمال گوسی ، مفاهیم احتمال و توزیع خطای دستگاهها

۳-۲ معرفی علمی صحت و دقت، بایاس، انحراف صفر و تکرارپذیری دستگاه (Accuracy vs. Precision)

۴-۲ ترکیب و انتشار خطا (توابع معین ، توابع با متغیرهای تصادفی و توزیع نرمال)

۴-۲ کالیبراسیون (روش تنظیم صفر_دریافت و Gain دستگاه)، کالیبراسیون دینامیکی

۵-۲ حساسیت، قدرت تفکیک، خطی بودن ، هیستریزیس، ... (تکمیل مشخصات استاتیکی)

۳- مشخصات دینامیکی مبدل ها

۱-۳ یادآوری: سیستم های دینامیکی و کنترل (پاسخ دستگاه در حوزه زمان و حوزه فرکانس)

۲-۳ معرفی مشخصه دینامیکی دستگاهها در حوزه زمان و فرکانس، ثابت زمانی و عرض باند BW دستگاه

۳-۳ دستگاههای رسته یک (تابع تبدیل و پاسخ دینامیکی ترمومترها و مبدل های مشابه)

۴-۳ دستگاههای رسته دو (تابع تبدیل، ثابت زمانی و عرض باند دستگاههای اندازه گیری، نمونه: وزن و فشار)

۵-۳ مشخصات دینامیکی دستگاههای مرتبه بالاتر، بهبود مشخصات دینامیکی دستگاه، جبران سازی مدار باز و مدار بسته

۴- نویز و تداخل

۱-۴ اثرات محیطی، نویز ذاتی، اتصال زمین، تداخل های الکتریکی و مغناطیسی و قواعد شیلد کردن، انتقال سیگنال بصورت ولتاژ، جریان

و یا بصورت دیجیتالی

۵- قابلیت اطمینان



۵-۱ تعاریف و مبانی ریاضی (قابلیت اعتماد و نرخ خرابی)

۵-۲ سیستمهای سری و موازی، بهبود قابلیت اطمینان سیستمها

۶- مشاهده پذیری و کنترل پذیری: تعیین درست محل و تعداد سنسورها (مروری بر معادلات فضای حالت، قطری کردن سیستم، استخراج روابط و تمرین مشاهده پذیری_کنترل پذیری)

۷- آماده سازی و پردازش سیگنال

۷-۱ مدارها و پل های ابزار دقیق (تقسیم کننده ولتاژ، پلهای تعادلی، امپدانس متری، پلهای انحرافی)

۷-۲ تقویت کننده ها (مبانی و معادلات Op-Amp، مدار تقویت تناسبی، انتگرالگیر و مشتقگیر، تقویت کننده ابزاری)

۷-۳ فیلترها و پردازش سیگنال (معرفی و مبانی طراحی و کاربرد فیلترهای پایین گذر، بالا گذر، میان گذر و میان ناگذر، مدارهای فیلترهای پسیو و اکتیو برای سیستمهای اندازه گیری و مکترونیک)

۷-۴ سیگنالهای آنالوگ/دیجیتال: مبانی و روش کار مبدلهای D/A و A/D

۷-۵ تحلیلهای حوزه زمان و فرکانس، DFT، FFT و STFT، ویندوینگ

۷-۶ سیگنالهای گسسته، نمونه برداری، آلیاسینگ، قضیه شانون نایکوئیست

۷-۶ مبانی ارتباط، انتقال و ارسال فرامین با کامپیوتر، data-acquisition، مونیتورینگ و داده برداری با کامپیوتر

۸- انواع سنسورها و مبدل ها

۸-۱ مبدلهای جابجایی (پتانسیومترها، مبدلهای خازنی، رلوکتناسی، LVDT/RVDT، اولتراسونیک، CCD)

۸-۲ ترانسیدوسرهای دیجیتال، مبانی کدینگ باینری (انکودرهای مطلق و افزایشی برای شفتها و حرکت خطی)

۸-۳ مبدلهای سرعت و شتاب (مبدلهای الکترومغناطیسی و تاکومترها، مبدلهای پیزو الکتریک، اولتراسونیک و ...)

۸-۴ اندازه گیری کرنش، تنش، نیرو، فشار (مبانی و کاربرد استرین گیج ها، لود سل ها، سنسورهای فشار پیزورزیستو)

۸-۵ اندازه گیری دما (ترموکوپلها و قوانین مربوطه)

۸-۶ سنسورهای دما (RTD و NTC، مبدلهای دما به ولتاژ و جریان، آرسی های دما)

۸-۷ سنسورهای جریان سیال

۸-۸ عناصر حساس به نور، دیودها و سلولهای نوری، سنسورهای گاز، صدا، سنسورهای نیمه هادی و (MEMS)

۹- الکترونیک کاربردی در مکترونیک (مکترونیک) مدارهای و عناصر آنالوگ و دیجیتال بسته به نیاز کلاس

۱۰-۱ محرکه ها در سیستمهای کنترلی (ویژه درس مکترونیک)

۱۰-۱-۱ محرکه (اکچویتور)های الکتریکی (سروو موتورهای DC، استپر موتورها، محرکه های مدرن)

۱۰-۲-۱ محرکه (اکچویتور)های مکانیکی، هیدرولیکی و پنوماتیکی

۱۱- کنترل های دیجیتال

۱۰-۳-۱ مروری بر کنترل دیجیتال بکمک کامپیوتر

۱۰-۴-۱ اشاره به سخت افزار و معماری کامپیوتر

۱۰-۴-۲ ارتباط با کامپیوتر و مدارهای واسط، I/O

۱۰-۶-۱ میکروکنترلر، کارگاه آموزشی میکروکنترلر

۱۰-۷-۱ کاربرد PLC ها و اتوماسیون صنعتی

عملی:

آزمایشگاه (آز مکترونیک ۸ آزمایش مستقل می باشد)

آ-۱: آشنایی و کار با دستگاهها و تجهیزات، قطعات و مدارهای الکترونیک مرسوم در کنترل و ابزار دقیق

آ-۲: دریافت، ثبت و پردازش سیگنال توسط دیتالاگر و رایانه، نمونه برداری، پنجره بندی و فیلتر



۳-آ: سنسورهای شتاب، سرعت و جابجایی (تست ارتعاشات و نویز)، سنسورهای صوتی (تست آکوستیک)

۴-آ: معرفی پروژه های درسی، راهنمایی و راه اندازی تیمهای پروژه

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهائی	پروژه عملی
٪۲۰	٪۳۰	٪۳۰	٪۲۰

فهرست منابع:

- دکتر رضایی، اندازه گیری الکترونیکی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۸

- Sabri Cetinkunt, Mechatronics, Wiley, 2007
- Rolf Isermann, Mechatronic Systems, Fundamentals, Springer, 2005
- Figliola, R.S. and Beasley, D.E., Theory and Design for Mechanical Measurement, Wiley, 2006-3
- Lawrence J. Kamm, "Understanding Electro – Mechanical Engineering", An Introduction to Mechatronics, Prentice – Hall of India Pvt., Ltd., 2000.
- De Silva, C.W., Mechatronics-An Integrated Approach, Taylor & Francis, CRC Press, Boca Raton, FL, 2005.



عنوان درس به فارسی:		الاستیسته
عنوان درس به انگلیسی:		Elasticity
نوع درس و واحد		
پایه ☐ نظری ☒		
تخصصی ☐ عملی ☐		
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		
رساله / پایان نامه ☐		
تعداد واحد:		۳
تعداد ساعت:		۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

تعیین تنش و کرنش در مواد جامد الاستیک تحت بارگذاری‌های خارجی در حالت دوبعدی و سه‌بعدی.

سرفصل‌های درس :



۱- مقدمه‌ای بر مکانیک

بردارها

تانسورها

انتقال مختصات

۲- کرنش

تغییر شکل، معیارهای کرنش، روابط کرنش-جابجایی

جابجایی‌های هموزن و غیر هموزن

سازگازی کرنش‌ها

حرکت جسم صلب

کرنش‌های اصلی

کرنش صفحه‌ای

۳- تنش

روابط نیرو-تنش

تعادل نیرویی و گشتاوری

تنش‌های اصلی

تنش فون-میسس

تنش صفحه‌ای

۴- معادلات ساختاری

قانون کلی هوک

روابط تنش-کرنش (قانون کلی هوک)

رابطه تعادل ناویر

رابطه سازگاری بلترامی-میشل



۵- مسائل دوبعدی - مختصات دکارتی

تنش / کرنش صفحه‌ای

اصل سن و نان

تابع تنش ایری بدون نیروی حجمی

حل چندجمله‌ای تابع تنش ایری

حل سری فوریه تابع تنش ایری

مثال‌های خمش تیر

۶- مسائل دوبعدی - مختصات قطبی

تابع تنش کلی در مختصات قطبی (حل میشل)

حل ورق بزرگ سوراخ‌دار تحت کشش

حل ورق بزرگ سوراخ‌دار تحت برش

۷- مسائل دوبعدی با نیروی حجمی

تابع تنش ایری با نیروی حجمی

تعیین پتانسیل نیروی حجمی

تیر مستطیلی چرخان

دیسک دایره‌ای چرخان

۸- مسائل دوبعدی - گوه

شرایط مرزی روی گوه

حل گوه با بارگذاری محوری (حل ویلیام)

حل گوه با بارگذاری عرضی (حل فلامنت)

۹- مسائل دوبعدی - تقارن محوری

استوانه تحت فشار داخل و خارج

خمش تیر خمیده



۱۰- پیچش

پیچش استوانه‌های دایروی و غیردایروی

توابع پیچش

توابع پیچش استوانه‌های دایروی، بیضوی و مستطیلی

تابع تنش پرنتل

پیچش استوانه مستطیلی

پیچش استوانه مثلی

پیچش مقاطع باز/ بسته جدار نازک

۱۱- آشنایی با مسایل سه بعدی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۵	٪۳۰	٪۳۵	٪۲۰

فهرست منابع:

- Martin H. Sadd, Elasticity: Theory, Applications and Numerics, 3rd ed, 2014, Academic Press, USA
- Arthur P. Boresi, Ken P. Chong, James D. Lee, Elasticity in Engineering Mechanics, 3rd ed, 2011 John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- J.R. Barber, Elasticity, 3rd ed, 2010 Springer, New York.
- William S. Slaughter, The Linearized Theory of Elasticity, 2002 Springer, New York.
- Phillip L. Gould, Introduction to Linear Elasticity, 2013 Springer, New York.
- A.I. Lurie, Theory of Elasticity, 2005 Springer, Netherlands.



عنوان درس به فارسی:		سازه‌های هوشمند
عنوان درس به انگلیسی:		Smart Structures
دروس پیش‌نیاز:	نوع درس و واحد	
دروس هم‌نیاز:	پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:	تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
	رساله / پایان‌نامه ☐	
	۳	۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

در این درس دانشجویان با مفاهیم، تعاریف و سابقه سازه‌ها و مواد هوشمند آشنا می‌گردند. طراحی، مدل‌سازی و بهینه‌سازی سازه‌های هوشمند در این درس مورد بررسی قرار می‌گیرد. با گذراندن این درس دانشجویان قادر خواهند بود با به کارگیری مواد و سازه‌های هوشمند نسبت به طراحی، تحلیل و کنترل سازه‌ها و مکانیزم‌های جدید بپردازند. کاربردهای گوناگون مهندسی سازه‌های هوشمند در این درس مورد بررسی و تحقیق قرار می‌گیرد.

سرفصل‌های درس :

۱. معرفی مواد و سازه‌های هوشمند:

- مواد پیزوالکتریکی
- مواد الکتروستریکتو
- مواد مگنتوستریکتو
- آلیاژهای حافظه دار
- پلیمرهای الکترواکتیو
- پلیمرهای حافظه دار
- سیالات الکترو رئولوژیک
- سیالات مگنتو رئولوژیک

۲. مدل‌سازی مواد و سازه‌های هوشمند

۳. طراحی سازه‌ها و مکانیزم‌های هوشمند

۴. بهینه‌سازی

۵. سیستم‌های کنترلی سازه‌های هوشمند

۶. کاربردهای سازه‌ها و مواد هوشمند

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
٪۴۰	٪۲۰	٪۲۵	٪۱۵

فهرست منابع:

- M. Shahinpoor, M and Schneider H. J., Intelligent Materials, RSC Publishing, 2008.



- W. G. Cady, Piezoelectricity: An Introduction to the Theory and Applications of Electromechanical Phenomena in Crystals, Dover Publications, 1964.
- H. Funakubo, Shape Memory Alloys, Gordon and Breach Science Publishers, 1987.
- B. Culshaw, Smart Structures and Materials, Artech House, 1996.
- K. J., Astrom and B. Wittenmark, Adaptive Control, Addison-Wesley Publishing Company.
- P.A. Nelson and S.J.Elliott, **Active Control of Sound**, Academic Press, London, San Diego 1992
- C.R. Fuller, S.J.Elliott and P.A. Nelson, **Active Control of Vibration**, Academic Press, London, San Diego 1996.



عنوان درس به فارسی:		سامانه های میکرو و نانو الکترومکانیکی	
عنوان درس به انگلیسی:		MEMS/NEMS	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳	
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	
تعداد واحد:		تعداد ساعت:	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس:

امروزه سیستم های میکرو/ نانو الکترومکانیکی به عنوان یکی از ابزارهای اصلی در گرایش های مختلف مهندسی مطرح شده اند. این سیستم ها کاربردهای مختلفی را در بر می گیرند که از آن میان می توان به تویزرها، رزوناتورها، عملگرها، حسگرها، بیوسنسورها، و کاربردهای مختلف مهندسی پزشکی اشاره کرد. در بسیاری از دانشگاه های دنیا این مبحث به صورت یک گرایش مستقل و یا در چندین درس مختلف شامل: روش های ساخت، نانو تکنولوژی، آشنایی با MEMS/NEMS، مدلسازی MEMS/NEMS، BioMEMS و ... تدریس می گردد. درس حاضر چکیده این مباحث بوده و سعی می شود که در آن از فشار بیش از حد به دانشجویان با توجه به گستردگی مطالب خودداری گردد.

سرفصل های درس:

- ۱- مقدمه ای بر میکرو و نانوفناوری و سیستم های میکرو و نانو الکترومکانیکی به همراه تصاویر و فیلم های کوتاه در مورد کاربردها
- ۲- مفاهیم و قوانین مقیاس بندی (Scaling law) و ریزسازی
- ۳- مروری بر مفاهیم پایه الکترونیک و مفاهیم پایه مکانیک (حرارت، سیالات، ارتعاشات سیستم های پیوسته، ...) مورد استفاده در سیستم های میکرو و نانو الکترومکانیکی
- ۴- انواع محرکه های قابل استفاده در سیستم های میکرو و نانو الکترومکانیکی
- ۵- مدلسازی سیستم های الاستیک میکرو / نانو
- ۶- مدلسازی سیستم های کوپله الاستیک - الکترواستاتیک
- ۷- مدلسازی سیستم های کوپله الاستیک - الکترواستاتیک - سیالاتی
- ۸- میکرو / نانو سیستم های با رانش حرارتی
- ۹- مقدمه ای بر سیستم های میکرو / نانو سیال
- ۱۰- روش های حل تحلیلی و عددی مرتبط
- ۱۱- روش های ساخت بالا به پایین و پایین به بالا در مقیاس میکرو و نانو با تاکید بر روش های ساخت سیستم های میکرو و نانو الکترومکانیکی
- ۱۲- وایر باندینگ و روش های مونتاژ و بسته بندی سیستم های میکرو و نانو الکترومکانیکی
- ۱۳- نویز و روش های کنترل آن در سیستم های میکرو و نانو الکترومکانیکی
- ۱۴- سیستم های میکرو و نانو الکترومکانیکی فرکانس بالا
- ۱۵- مقدمه ای بر سیستم های میکرو و نانو الکترومکانیکی نوری
- ۱۶- مقدمه ای بر BioMEMS/BioNEMS
- ۱۷- کاربردهای سیستم های میکرو و نانو الکترومکانیکی



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
-	٪۲۵	٪۵۰	٪۲۵

فهرست منابع:

- مدلسازی سیستمهای میکرو و نانو الکترومکانیکی (ترجمه فارسی کتاب Modeling MEMS and NEMS)، مهدی مقیمی زند
- John A. Pelesko, David H. Bernstein, Modeling MEMS and NEMS, CRC Press, 2003.
- M.J. Madou, Fundamentals of Microfabrication, CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, 1997.
- Gad-el-Hak, M. MEMS, Design and Fabrication, Second Edition, 2005.
- Lyshevski, S., MEMS and NEMS, CRC Press LLC, 2002.
- Maluf, N. and Williams, K., An Introduction to Micromechanical Systems Engineering, Second Edition, 2004.
- John A. Pelesko, David H. Bernstein, Modeling MEMS and NEMS, CRC Press, 2003.
- Danny, B., and Dumitrica, T. Microengineering, MEMS, and Interfacing: A Practical Guide. Florida: CRC Press, 2006.
- Cornelius T. Leondes, Mems/Nems: Handbook; Techniques and Applications, Publisher: Springer, 2006.
- M. I. Younis, Microsystems: MEMS Linear and Nonlinear Statics and Dynamics, vol. 20. Springer, 2010.



عنوان درس به فارسی:		مکانیک سیالات غیرنیوتنی	
عنوان درس به انگلیسی:		Non-Newtonian Fluid Mechanics	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	رساله / پایان نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

آشنایی دانشجویان با سیالات غیرخطی و اصول حاکم بر دینامیک آنها با استفاده از روشهای دیفرانسیلی

سرفصل های درس :

۱. فصل اول: مفاهیم اولیه و معادلات حاکم
۲. فصل دوم: خواص رئولوژیکی سیالات غیرنیوتنی
۳. فصل سوم: دینامیک سیالات غیرنیوتنی (حلهای دقیق)
۴. فصل چهارم: دینامیک سیالات غیرنیوتنی (حلهای تقریبی)
۵. فصل پنجم: تئوری ناپایداری خطی سیالات غیرنیوتنی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	—	۵۰٪	۴۰٪

فهرست منابع:

- C. W. Macosko, Rheology: Principles, Measurement and Applications, VCH, 1994.
- R.I. Tanner, Engineering Rheology, Oxford University Press, Oxford, 1992.
- R.B. Bird, R.C. Armstrong, and O. Hassager, Dynamics of Polymeric Liquids, Vol. 1, Fluid Mechanics, Wiley-Interscience, 2nd Edition, 1987.
- T. Papanastasiou, Viscous Fluid Flow, CRC Press, New York, 2000.



عنوان درس به فارسی:		خزش، خستگی و شکست	
عنوان درس به انگلیسی:		Creep, Fatigue and Fracture	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	رساله / پایان نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

مکانیک شکست و خستگی زمینه ای از مهندسی مکانیک است که در خصوص رفتار ترک در یک سازه بحث می نماید. دانشجویان با گذراندن این درس با روشهای تحلیلی محاسبه پارامترهای مؤثر در رشد ترک و همچنین روشهای تجربی بدست آوردن چقرمگی شکست آشنا می شوند و در پایان قادر خواهند بود تحلیل و طراحی قطعات و مجموعه ها را براساس مکانیک شکست انجام دهند.

سرفصل های درس :

۱. مقدمه
۲. معیار گریفیث
۳. میدان تنش در اطراف نوک ترک با استفاده از تابع تنش ایری
۴. ضرایب شدت تنش ابروین
۵. محدوده پلاستیک در نوک ترک
۶. آزمونها و استانداردهای چقرمگی شکست
۷. معیار نرخ آزاد سازی انرژی (G)
۸. معیار منحنی R
۹. معیار های شکست در حالت تنش صفحه ای
۱۰. معیار انتگرال J و روش تجربی بدست آوردن JIC
۱۱. رشد ترک خستگی
۱۲. روش های ایجاد تأخیر در شکست قطعات

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهائی	پروژه
۲۰٪	-	۵۰٪	۳۰٪

فهرست منابع:

- H. F. Broek, Elementary Engineering Fracture Mechanics, Martinus Nijhoff, 4rd Edition 1982.



- K. Hellan, Introduction to Fracture Mechanics, McGraw Hill, 4rd Edition, 1984.
- R.Ralfe/Barsom, Fracture and Fatigue Control in Structures: Applications of Fracture, ASTM International, 1984.
- T.L. Anderson, Fracture Mechanics, CRC Press, 1995.



عنوان درس به فارسی:		ترمودینامیک پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Thermodynamics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☐ عملی ☐			
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐			
رساله / پایان نامه ☐			
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس:

دانشجویان در این درس به درک عمیقتر فیزیکی و ریاضی از مفاهیم اساسی و اصول ترمودینامیک مهندسی می‌رسند. علاوه بر این، در این درس دیدگاه میکروسکوپی و آماری و مکانیک کوانتوم مورد توجه قرار می‌گیرد.

سرفصل‌های درس:

۱. مقدمه و یادآوری اصول ترمودینامیک
۲. آمار، احتمالات و ترمودینامیک آماری
۳. ذرات مستقل، سینتیک و خواص ترمودینامیکی گازها
۴. مقدمه‌ای بر مکانیک کوانتومی
۵. قوانین ترمودینامیک و شرایط تعادل
۶. روابط و توابع ترمودینامیکی و معادلات حالت
۷. فرآیندهای برگشت پذیر و کار ماکسیمم
۸. تبدیل لژاندر و روابط ماکسول
۹. اگزرژی و کاربرد آن
۱۰. گازها، مخلوطها و سیستمهای چند فازی
۱۱. تعادل فازی و تعادل شیمیایی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
٪۱۵	٪۳۵	٪۵۰	—

فهرست منابع:

- Statistical Thermodynamics, N. M. Laurendeau
- Fundamentals of Statistical Thermodynamics, R.E. Sonntag, G.J. Van Wylen
- Thermodynamics, H. B. Callen
- Advanced Engineering Thermodynamics, A. Bejan
- An Introduction to Statistical Thermodynamics, T. L. Hill
- **Fundamentals of Engineering Thermodynamics, M. J. Moran and H. N. Shapiro.**



عنوان درس به فارسی:		مباحث ویژه
عنوان درس به انگلیسی:		Special Topics
نوع درس و واحد		
پایه ☐ نظری ☒		
تخصصی ☐ عملی ☐		
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳
رساله / پایان نامه ☐		۴۸
تعداد واحد:		۳
تعداد ساعت:		۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

[جدول](#)

اهداف کلی درس :

آشنایی دانشجویان با موضوعات تخصصی جدید در حوزه بیومکانیک

سرفصل های درس :

- بسته به مبحث تخصصی توسط مدرس درس تدوین و ارائه می شود

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۰٪	۳۵٪	۲۵٪

فهرست منابع:

بسته به موضوع تخصصی با نظر مدرس از بین به روز ترین منابع انتخاب می شود



عنوان درس به فارسی:		جریان دو فازی در سیستم‌های زیستی	
عنوان درس به انگلیسی:		Two-phase Flow in Biological Systems	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس :

بررسی جریانهای دوفازی و کاربرد آنها در مدلسازی جریان سیالات داخل بدن

سرفصل درس :

۱. مقدمه ای بر جریانهای دوفازی: معادلات حرکت
۲. حرکت تک ذره ی
۳. انتقال حبابی و مخلوط شدن حبابها
۴. رشد و ترکیدن حبابها
۵. کاویتاسیون، جوشیدن و تقطیر
۶. رفتار غیر نیوتنی سوسپانسیونهای جامد-مایع
۷. سوسپانسیونهای غلیظ: رفتار خون
۸. مدلسازی رسوب در سوسپانسیونها
۹. اختلاط محلولهای چند فازی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۱۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۱۵

فهرست منابع:

- H. Banu Yener, B. Ipikzlar, A. Aplarsalan, "Solid-liquid two-pahse flow", Elsevir, 2008.
- C.E. Brennen, "Fundamentlas of Multi-phase flow", Cambridge University Press 2004.
- Salomon Levy, "Two-phase flow in complex systems", John Wiley and sons, 1999.



عنوان درس به فارسی:		سامانه های میکروالکترومکانیکی زیستی	
عنوان درس به انگلیسی:		BioMEMS	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:			
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز):		سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:	

جدول

اهداف کلی درس :

- ۱- فراگیری چگونگی طراحی تراشه های میکروالکترومکانیک زیستی شامل طراحی هندسه و انتخاب مکانیزم مناسب حسگری و طراحی روش ساخت
- ۲- آشنایی با کاربردهای میکروالکترومکانیک زیستی

سرفصل درس :

- ۱- مقدمه ای بر اهمیت میکروالکترومکانیک زیستی
- ۲- شناخت اصطلاحات و مفاهیم حوزه ی بایو فن آوری و میکروالکترومکانیک زیستی بایو
- ۳- روش های ساخت ادوات میکروالکترومکانیک زیستی : فوتولیتوگرافی، سافت فوتولیتوگرافی، میکرومولدینگ و الکترونیک انعطاف پذیر، نقش زنی روی لایه (مخصوص سلول ها)
- ۴- بیومولکول ها و مواد پر کاربرد ادوات ممز: پروتئین ها، ساختار DNA، بی حرکت کردن شیمیایی (Chemical Immobilization, PEG, PDMS, Hydrogel, Glycol, Chitosan)
- ۵- آشنایی با کاربردها (، حسگر ها و عملگرهای زیستی DLD, Electroporation, DEP, PCR, Infertility, Organ on a Chip, ...)
- ۶- کاربرد میکروسیالات در ادوات میکروالکترومکانیک زیستی : شناخت عوامل تعیین کننده ، موینگی، جریان خزشی، اثر بار های سطحی در جریان، دی الکتروفوریسیس، الکتروپوریشن، میکسینگ چند سیال، میکروپمپ ها، میکرو ولو ها، میکروچمبرها، دراپلت ها، حسگرهای مواد بایو به کمک تیر های گیردار
- ۷- تراشه های مبتنی بر سلول: سابتومتر بر اساس جریان، سورت کردن سلولی، گیر انداختن سلول ها، کشت سلولی، اکسپرس کردن ژن ها، بایو راکتورها، جداسازی سلولی
- ۸- میکروالکترومکانیک زیستی در مهندسی بافت سلولی
- ۹- روش های انتقال دارو به کمک ادوات میکروالکترومکانیک زیستی ، پروب ها، ایمپلنت ها و لایه های نازک برای مصارف پزشکی
- ۱۰- انواع روش های مبتنی بر میکروسکوپ و استفاده آن در ادوات میکروالکترومکانیک زیستی
- ۱۱- آشنایی با نرم افزار کامسول برای مدل سازی ادوات میکروالکترومکانیک زیستی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
٪۲۰	٪۲۰	٪۳۰	٪۳۰

فهرست منابع:



- Introduction to BioMEMS, Albert Folch, CRC press. 2019.
- Biomedical Microsystems (E. Meng), CRC Press. 2011.
- BioMEMS Technologies and Applications, Edited by Wanjun Wang, Steven A. Soper, CRC press Taylor and Francis Group. 2006.
- Fundamentals of Microfabrication (Second Edition), Marc J. Madou, CRC press Taylor and Francis Group. 2002.
- Introduction to BioMEMS, Albert Folch, CRC press. 2019.
- Biomedical Microsystems (E. Meng), CRC Press. 2011.
- BioMEMS Technologies and Applications, Edited by Wanjun Wang, Steven A. Soper, CRC press Taylor and Francis Group. 2006.
- Fundamentals of Microfabrication (Second Edition), Marc J. Madou, CRC press Taylor and Francis Group. 2002.
- Zahn J. D. , Methods in Bioengineering: Biomicrofabrication and Biomicrofluidics, 2009, Artech House.
- Daw R. , Finkelstein J. (eds), *Lab on a Chip* Special issue, Nature, Vol :442 (Issue :7101), 2006.
- Korvink J. G. , Paul O. (eds.), MEMS: A Practical Guide to Design, Analysis, and Applications, 2006, William Andrew, Inc .



عنوان درس به فارسی:		مواد زیستی
عنوان درس به انگلیسی:		Biomaterials
نوع درس و واحد		
پایه ☐	نظری ☒	
تخصصی ☐	عملی ☐	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	
رساله / پایان نامه ☐		
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

هدف درس:

آشنایی با مواد زیستی و طراحی آنها

سرفصل درس:

۱. ساختار جامدات
۲. خواص مکانیکی و حرارتی مواد
۳. خواص الکتریکی، اپتیکی و آکوستیکی مواد
۴. مواد فلزی در ایمپلنتها
۵. مواد سرامیکی در ایمپلنتها
۶. مواد پلیمری در ایمپلنتها
۷. مواد مرکب در ایمپلنتها
۸. پاسخ بافت به ایمپلنتها
۹. جایگزین بافتهای نرم
۱۰. جایگزین بافتهای سخت
۱۱. مقدمه‌ای بر مهندسی بافت

روش ارزیابی (درصد):

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۲۰ درصد	۳۰ درصد	آزمون های نوشتاری: ۳۵ درصد	۱۵ درصد
		عملکردی: درصد	

فهرست منابع:

- 1- Joon Park and R.S. Lakes, Biomaterials: An Introduction, Springer 2007.
- 2- Teoh Swee Hin, Engineering Materials for Biomedical Applications, World Scientific Publishing Co., 2004.
- 3- Donglu Shi (ed.), Introduction to Biomaterials, World Scientific Publishing Co., 2006.
- 4- Qing Li and Yiu-Wing Mai (eds.), Biomaterials for Implants and Scaffolds, Springer, 2017.



عنوان درس به فارسی:		نانومکانیک محاسباتی	
عنوان درس به انگلیسی:		Computational Nanomechanics	
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 ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

جدول

اهداف کلی درس:

مطالعه تئوری رفتارهای نانومکانیکی نانومواد و نانوسیستم‌ها با استفاده از روش‌های گسسته و پیوسته

سرفصل درس:

۱. مقدمه و کلیات درس

مقدمه‌ای بر نانوفناوری و مهندسی نانومکانیک، معرفی برخی از نانومواد و خواص مکانیکی آنها

۲. شبیه‌سازی گسسته

مکانیک مولکولی و کاربرد روش المان محدود در شبیه‌سازی رفتارهای مکانیکی نانو مواد و نانو ساختارها شامل رفتارهای الاستیک، ارتعاشی و کمانشی، استفاده از یک نرم‌افزار المان محدود جهت حل مثال‌هایی از رفتارهای نانومکانیکی مواد توسط این نرم‌افزار

مروری بر مفاهیم دینامیک مولکولی و مونت کارلو و بررسی کاربرد آنها در نانومکانیک شامل بررسی پژوهش‌های انجام شده در زمینه تحلیل رفتار ارتعاشی و کمانشی، خواص ترمودینامیکی (رسانش حرارتی فونونی، ظرفیت گرمایی ویژه فونونی و ضریب انبساط حرارتی)، عبور سیال از داخل نانولوله‌ها و نانوکناال‌ها، رفتارهای الاستیک و پلاستیک، شکست نانوساختارها، فرایندهای ماشین کاری و جوشکاری، رشد و لایه نشانی اتمی، نانوبیومواد، سیستم‌های نانو الکترومکانیکی و ...

مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی چند مقیاسی و روش‌های متداول انجام آن، بررسی مزایا، معایب، توانایی‌ها و محدودیت‌های روش‌های چند مقیاسی

۳. شبیه‌سازی پیوسته

مروری بر مفاهیم و روابط پایه‌ای الاستیسیته و مکانیک محیط‌های پیوسته، شبیه‌سازی رفتارهای مکانیکی نانوساختارها شامل نانوتیرها، نانولوله‌ها، نانو صفحات و نانو پوسته‌ها توسط تئوری‌های کلاسیک و غیر کلاسیک الاستیسیته مانند تئوری تنش کوپل، تنش کوپل پیراسته، الاستیسیته غیر موضعی، تنش سطحی، گرادیان کرنشی و میکروپولار

مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی پیوسته میکرو و نانوسیالات و بررسی برهمکنش جامداتی - سیالاتی در مقیاس میکرو و نانو

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهائی	پروژه
۱۰٪	۲۰٪	۴۰٪	۳۰٪



- Leszczynski, J., and Dumitrica, T. Trends in computational nanomechanics. New York: Springer Publication, 2010. ISBN: 978-1-4020-9785-0.
- Cleland, A. N. Foundation of nanomechanics. Berlin: Springer Publication, 2003. ISBN: 978-3-662-05287-7.
- Liu, W. K., Karpov, E. G., Park, H. S. Nano Mechanics and Materials: Theory, Multiscale Methods and Applications. New York: John Wiley & Sons, 2005. ISBN: 978-0-470-01851-4.
- M. Meo and M. Rossi, "A molecular-mechanics based finite element model for strength prediction of single wall carbon nanotubes," Materials Science and Engineering: A, vol. 454, pp. 170–177, 2007.
- C. Li and T.-W. Chou, "Modeling of elastic buckling of carbon nanotubes by molecular structural mechanics approach," Mechanics of Materials, vol. 36, no. 11, pp. 1047–1055, 2004.
- X. Sun and W. Zhao, "Prediction of stiffness and strength of single-walled carbon nanotubes by molecular-mechanics based finite element approach," Materials Science and Engineering: A, vol. 390, no. 1, pp. 366–371, 2005.
- M. Meo and M. Rossi, "Prediction of Young's modulus of single wall carbon nanotubes by molecular-mechanics based finite element modelling," Composites Science and Technology, vol. 66, no. 11, pp. 1597–1605, 2006.
- M. M. Seyyed Fakhrabadi, N. Khani, and S. Pedrammehr, "Vibrational analysis of single-walled carbon nanocones using molecular mechanics approach," Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures, vol. 44, no. 7, pp. 1162–1168, 2012.
- R. Mindlin and H. Tiersten, "Effects of couple-stresses in linear elasticity," Archive for Rational Mechanics and Analysis, vol. 11, no. 1, pp. 415–448, 1962.
- F. Yang, A. Chong, D. Lam, and P. Tong, "Couple stress based strain gradient theory for elasticity," International Journal of Solids and Structures, vol. 39, no. 10, pp. 2731–2743, 2002.
- D. C. C. Lam, F. Yang, A. C. M. Chong, J. Wang, and P. Tong, "Experiments and theory in strain gradient elasticity," Journal of the Mechanics and Physics of Solids, vol. 51, no. 8, pp. 1477–1508, Aug. 2003.
- C. Eringen and D. G. B. Edelen, "On nonlocal elasticity," International Journal of Engineering Science, vol. 10, no. 3, pp. 233–248, Mar. 1972.
- Y. Fu, J. Zhang, and Y. Jiang, "Influences of the surface energies on the nonlinear static and dynamic behaviors of nanobeams," Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures, vol. 42, no. 9, pp. 2268–2273, Jul. 2010.

